

Zal. nr 1 - Opis przedmiotu zamówienia w projekcie „Zimowy Ogród Doświadczeń” – część 2.
Modele fizyczne – zjawiska falowe

Nr	Nazwa modelu/oznaczenie w projekcie	Opis działania modelu	Wymiary	Materiały/gwarancja
1	Fala podłużna w ośrodku jednowymiarowym	<p><i>Cel edukacyjny:</i> obserwacja fali podłużnej w ośrodku jednowymiarowym, zapoznanie się z pojęciami charakterystycznymi dla ruchu falowego: długość fali, częstotliwość, okres, amplituda, prędkość fali.</p> <p>Jednowymiarowy ośrodek sprężysty stanowi rozciągnięta, zawieszona poziomo sprężyna typu slinky. Jeden koniec sprężyny jest sztywno zamocowany w układzie tłumiącym eliminującym odbicie fali, natomiast drugi służy do pobudzania fali podłużnej biegnącej w sprężynie. Fala podłużna jest generowana przez mechanizm mimośrodowy napędzany ręcznie, co zapewnia, że fala jest falą harmoniczną. Powinno równocześnie być zapewnione obejście tego mechanizmu i wprawianie sprężyny w ruch bezpośrednio ręcznie. Zawieszenie sprężyny powinno skutecznie eliminować wszelkie drgania poprzeczne, żeby fala była falą podłużną. Wśród możliwych sposobów zawieszenia są: zawieszenie bifilarne na nitkach (długość nici i kąt rozwarcia należy ustalić doświadczalnie) i sprężyna ślizgająca się po pręcie (problemem może być minimalizacja tarcia, tak żeby straty energii nie wytłumiły fali biegnącej zbyt wcześnie tj. przed jej dotarciem do końca sprężyny). Długość sprężyny w stanie spoczynku 3.0 - 3.5 m, długość całej konstrukcji ok. 4 m. Średnica zwojów 10 - 15 cm. Sprężyna powinna być wykonana ze stali nierdzewnej. Dobrze wyniki otrzymuje się w przypadku użycia stalowej sprężyny slinky o średnicy 7 cm rozciągniętej do długości 125 cm. Ta sprężyna w stanie nierozciągniętym ma długość 10 cm, współczynnik $k = 0,6 \text{ N/m}$. Podane parametry mogą być pomocne do doboru sprężyny do budowanego stanowiska. Prawie cała sprężyna z wyjątkiem końca wprawianego w ruch powinna być osłonięta przezroczystą osłoną chroniącą przed wpływem warunków atmosferycznych i ingerencją zwiedzających.</p> <p>Materiał konstrukcji - stal nierdzewna, osłona - tworzywa sztuczne.</p> <p>Układ powinien być odporny na warunki atmosferyczne. Praca na otwartym powietrzu.</p>	Długość sprężyny w spoczynku 3-3.5 m, Całkowita długość konstrukcji 4 m, Średnica zwojów 10 – 15 cm.	<p>Konstrukcja i sprężyna ze stali nierdzewnej.</p> <p>Zastosowane materiały powinny być odporne na warunki atmosferyczne, urządzenie będzie użytkowane w plenerze bez zadaszenia. Gwarancja na okres 2 lat.</p>
2	Fala torsyjna - model fali poprzecznej.	<p><i>Cel edukacyjny:</i> obserwacja fali poprzecznej w ośrodku jednowymiarowym, zapoznanie się z pojęciami charakterystycznymi dla ruchu falowego: długość fali, częstotliwość, okres, amplituda, prędkość fali. Obserwacja odbicia fali na granicy ośrodka i powstawania fali stojącej.</p> <p>W przypadku jednowymiarowej fali poprzecznej zazwyczaj częstotliwości są zbyt duże, aby fale łatwo obserwować gołym okiem. Można jednak modelować falę poprzeczną jako falę torsyjną rozchodzącą się w układzie prętów zamocowanych prostopadłe do sprężystego naprężonego drutu (cienkiego pręta). Jeżeli obserwować ruch końców</p>	Długość prętów 30-50 cm, Odległość między prętami 2-3 cm, Ilość prętów 150.	<p>Zastosowane materiały powinny być odporne na warunki atmosferyczne, urządzenie będzie użytkowane w plenerze bez zadaszenia. Gwarancja na okres 2 lat.</p>

Zal. nr 1 - Opis przedmiotu zamówienia w projekcie „Zimowy Ogród Doświadczeń” – część 2.
Modele fizyczne – zjawiska falowe

		<p>prętów, układ reprezentuje falę poprzeczną o niewielkiej częstotliwości, rozchodzącą się z małą prędkością. Na poziomo rozpiętym sprężystym drucie podpartym w kilku miejscach zamocowanych jest poprzecznie 150 prętów w taki sposób, żeby w stanie nieodkształconym pręty leżały w jednej płaszczyźnie. Druk przechodzi przez środki prętów. Pręty mają długość ok. 30 -50 cm i rozmieszczone są równolegle w odległości 2 - 3 cm jeden od drugiego. Całość jest zamknięta w przezroczystej osłonie chroniącej przed wpływem warunków atmosferycznych i aktywnością zwiedzających niezgodną z przeznaczeniem stanowiska. Stanowisko powinno pozwalać na obserwację: biegnącej fali harmoniczej, odbicia fali na granicy ośrodka, fali stojącej, pojedynczego impulsu falowego, przejście dwóch impulsów biegnących z przeciwnych kierunków przez siebie. W związku z tym wymagane jest dodatkowe wyposażenie: blokada jednego końca (dająca się włączyć i wyłączyć) pozwalająca na odbicie fali, tłumik fali w pobliżu tego samego końca (dający się włączyć i wyłączyć). Skrajne pręty powinny być połączone z mechanizmami pozwalającymi na pobudzenie pojedynczego impulsu falowego lub fali harmoniczej. Wysokość zamocowania drutu ok. 1 m od podłoża. Moment bezwładności prętów i sprężystość drutu należy ustalić doświadczalnie.</p> <p>Materiały - stal nierdzewna , tworzywa sztuczne.</p> <p>Układ powinien być odporny na warunki atmosferyczne. Praca na otwartym powietrzu.</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=ooB1wZORe7s</p>		
3	Most wiszący	<p><i>Cel edukacyjny:</i> pokazanie konstrukcji mostu wiszącego, zademonstrowanie różnych modów drgań mostu, zjawiska rezonansu.</p> <p>Konstrukcja typowa dla mostu wiszącego: między pylonami rozpięte są dwie liny zakotwione na obu końcach. Na linach nośnych przymocowane są liny podtrzymujące, na których zawieszono deski stanowiące nawierzchnię mostu. Całość połączona jest linami , poręcze również są linowe. Szczeliny między deskami pomostu są na tyle wąskie, że uniemożliwiają włożenie lub wpadnięcie stopy dziecka między deski. Pomost mostu znajdują się na wysokości ok. 0,5 nad gruntem - prowadzą do niego z obu stron pochylnie. Długość mostu (bez pochylni) ok. 5 m, szerokość ok. 1 m. Całość konstrukcji mostu nie może być zbyt sztywna, żeby możliwe było wprowadzenie go w różne typy drgań podłużnych i poprzecznych, a być może i torsyjnych. Nośność statyczna ok. 1 t, wytrzymałość dynamiczna powinna pozwalać na wprowadzenie mostu w drgania rezonansowe.</p> <p>Materiały: liny z tworzyw sztucznych (atestowane), drewno twarde impregnowane.</p>	Długość mostu 5 m, Szerokość mostu 1 m, Nośność statyczna 1 t.	Zastosowane materiały powinny być odporne na warunki atmosferyczne, urządzenie będzie użytkowane w plenerze bez zadaszenia. Gwarancja na okres 2 lat.
4	Magnetyczne wahadło chaotyczne	<p><i>Cel edukacyjny:</i> pokazanie własności układu chaotycznego, w przypadku których nie wielka zmiana warunków początkowych prowadzi z czasem do dużych zmian w zachowaniu układu.</p>	Długość wahadła ok. 60 cm.	Zastosowane materiały powinny być odporne na warunki atmosferyczne, urządzenie będzie

Załącznik nr 1 - Opis przedmiotu zamówienia w projekcie „Zimowy Ogród Doświadczeń” – część 2.
Modele fizyczne – zjawiska falowe

	<p>Stanowisko edukacyjne wykorzystuje wahadło fizyczne zawieszone w taki sposób, żeby mogło wykonywać drgania w dowolnej płaszczyźnie. Do dolnego końca wahadła przymocowany jest magnes trwały o polaryzacji skierowanej wzdłuż wahadła. Długość wahadła ok. 60 cm. Moment bezwładności i położenie środka masy należy wyznaczyć doświadczalnie. Wahadło jest zaczepione na sztywnej konstrukcji, odpornej na wibracje pochodzące od wahadła. Wahadło wykonuje drgania nad okrągłym stolikiem, w którym rozmieszczone jest 5 walcowych magnesów o tej samej polaryzacji prostopadłej do płaszczyzny stolika. Wymiary liniowe, wielkość pola magnetycznego i rozmieszczenie magnesów należy ustalić doświadczalnie. Średnica stolika - ok. 60 cm, wysokość stolika ok. 60 cm. Błat stolika wykonany z poliwęglanu, magnesy wpuszczone w blat od spodu i zabezpieczone przed wypadnięciem.</p> <p>Materiały - stal nierdzewna niemagnetyczna, tworzywa sztuczne.</p> <p>Układ powinien być odporny na warunki atmosferyczne. Praca na otwartym powietrzu.</p>	<p>Średnica stolika - ok. 60 cm, wysokość stolika ok. 60 cm.</p>	<p>użytkowane w plenerze bez zadaszenia.</p> <p>Gwarancja na okres 2 lat.</p>
--	--	--	---