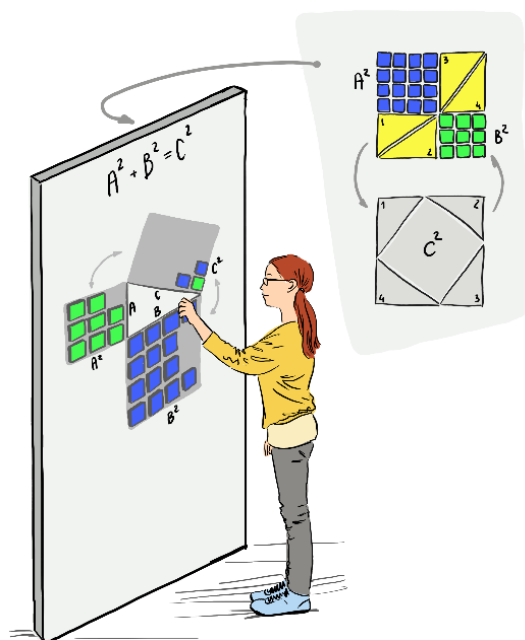


Exp01

# Twierdzenie Pitagorasa



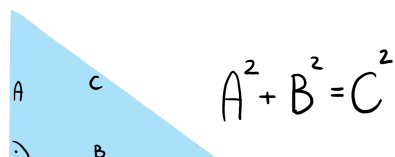
## Opis ogólny

Ekspонат prezentuje model twierdzenia Pitagorasa oraz dowód, jaki został przeprowadzony na jego potwierdzenie. Całość przedstawiona jest w postaci tablicy ze schematami i klockami magnetycznymi, które zwiedzający może przekładać i tym samym sprawdzić działanie teorii.

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат wyjaśnia twierdzenie Pitagorasa dotyczące związku między długościami boków trójkąta prostokątnego wyrażonego wzorem:

$$a^2 + b^2 = c^2.$$



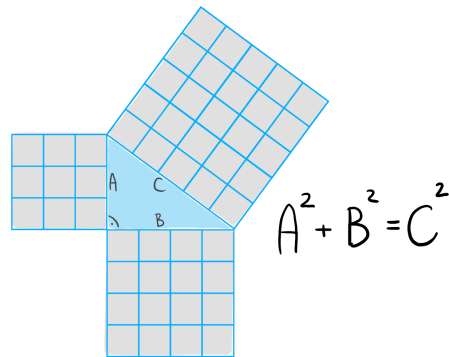
Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 2 m x 1,5 m x 0,04 m

Wymagania: brak

Strefa tematyczna: B

Twierdzenie to da się łatwo udowodnić w sposób geometryczny, rysując przy każdym boku kwadrat o długości boku równemu długości danego boku trójkąta.



W europejskim kręgu kulturowym to odkrycie przypisuje się żyjącemu w VI w. p.n.e. Pitagorasowi. Jednak wiadomo, że przed Pitagorasem znali je już Babilończycy i Egipcjanie, a także było znane w Chinach i Indiach.

## Cel edukacyjny

Zapoznanie użytkownika z twierdzeniem Pitagorasa i modelem sprawdzającym jego słusność.

## Założenia konstrukcyjne

Stanowisko doświadczalne składa się z pionowej dwustronnej ścianki, która po obu stronach pokryta jest tablicą magnetyczną.

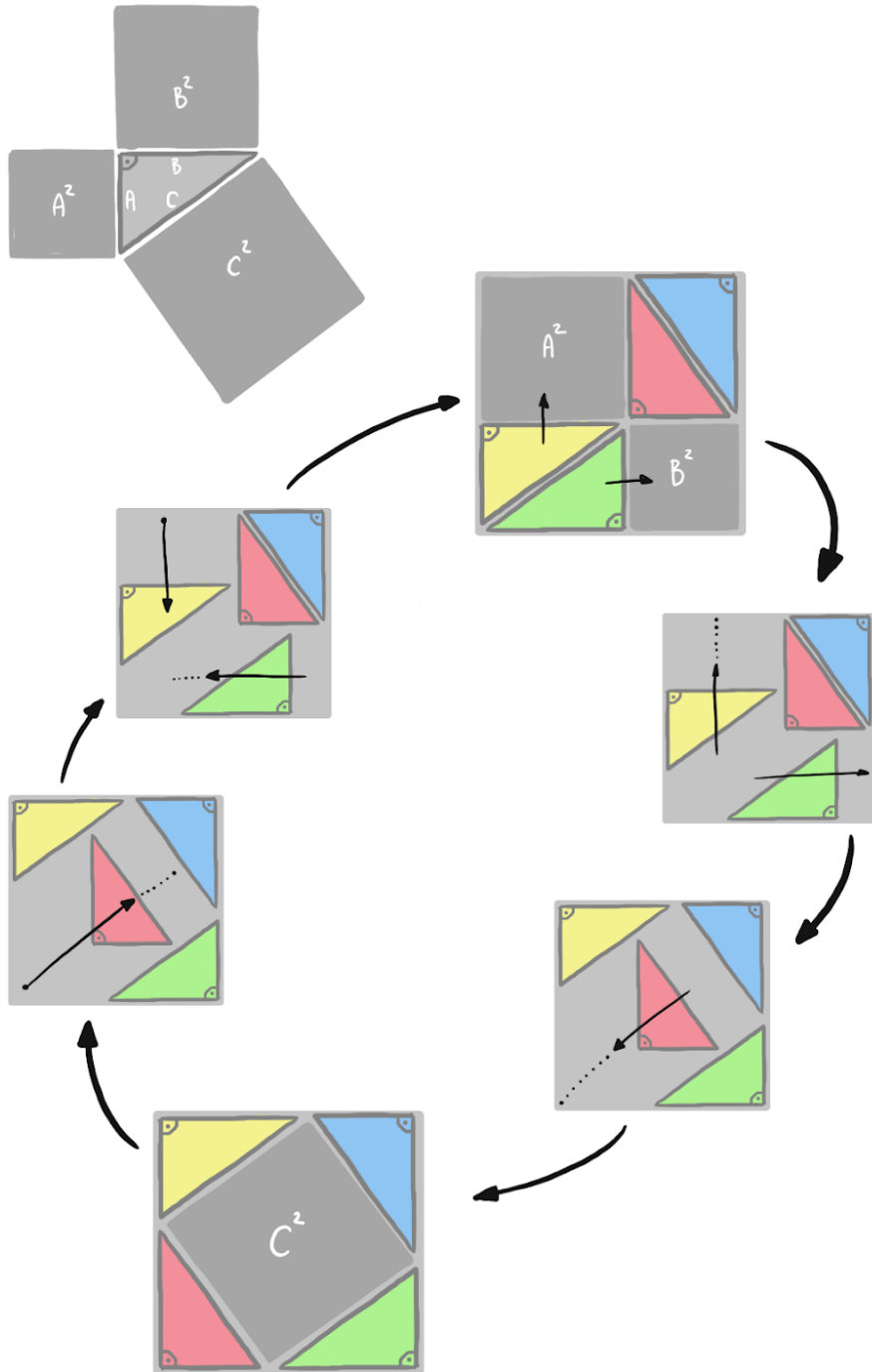
Z jednej strony zobrazowane jest twierdzenie Pitagorasa w postaci narysowanego schematu twierdzenia i klocek magnetycznych do jego ułożenia. Klocki są dwukolorowe, a kolor przyporządkowuje je bokom trójkąta (A i B). Ich suma zapełnia przestrzeń przy boku C. Klocki utrzymują się na ściance dzięki magnesom.

Z drugiej strony ścianki zobrazowany jest dowód na twierdzenie Pitagorasa – w podobnej postaci. Klocki pozwalają na swobodną manipulację i testowanie różnych rozwiązań.

## Interakcja zwiedzającego

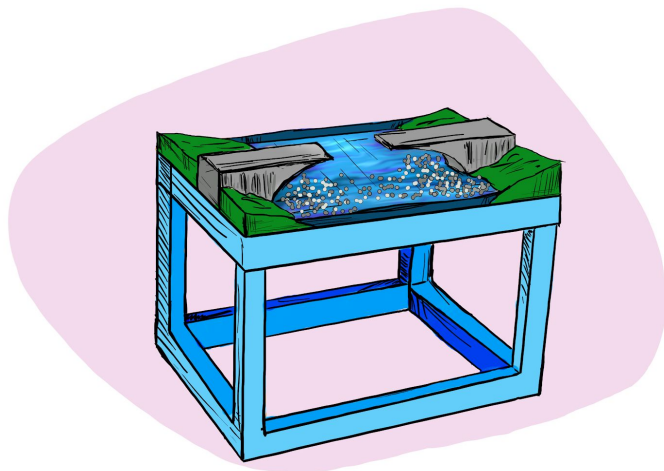
Zwiedzający może przekładać klocek magnetyczny, odczepiając je z miejsca, gdzie się trzymają, i przekładać – jak magnesy na lodówce. W przypadku twierdzenia elementy tworzące kwadraty przy bokach A i B będą sumowały się na kwadrat przy boku C.

W przypadku dowodu wszystkie klocki można przenieść z jednego kwadratu do drugiego o identycznej wielkości, jedynie zmieniając ich konfigurację. Zwiedzający może trzymać się wyznaczonej konfiguracji lub tworzyć własne układy. Klocki pozwalają na swobodną manipulację i testowanie, czy są możliwe jakieś inne rozwiązania, albo czy istnieje układ, który się nie sprawdza.



Exp03

# Magnetyczny most



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1,2 m x 1 m x 1 m

Wymagania: brak

Strefa tematyczna: B

## Opis ogólny

Ekspонат pozwala na obrazowanie linii pola magnetycznego powstającego pomiędzy dwoma silnymi magnesami ustawionymi w pewnej odległości od siebie. Obrazowanie polega na umieszczaniu małych metalowych płytek pomiędzy tymi magnesami. W wyniku działania sił przyciągania płytki *przyczepiają się* do magnesów (są przez nie przyciągane) i zaczynają się *sklejać* ze sobą (przyciągają się nawzajem), tworząc łańcuchy i mostki układające się wzdłuż linii pola magnetycznego.

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат dotyczy zagadnień z zakresu magnetyzmu (fizyka) i ilustruje zjawisko namagnesowania ferromagnetyka w silnym polu magnetycznym. Pomiędzy dwoma magnesami, które są skierowane do siebie przeciwnymi biegunami (S i N), istnieje silne pole magnetyczne. Linie pola magnetycznego (ściślej: linie wektora indukcji magnetycznej) skierowane są od bieguna N do S. Wprowadzenie w to pole ferromagnetyka (np. żelaznej płytki) powoduje, że zaczyna on wykazywać własności magnetyczne i zachowuje się jak typowy magnes.



## Cel edukacyjny

Zapoznanie użytkownika ze zjawiskiem magnetyzmu, a w szczególności – z koncepcją linii pola magnetycznego.

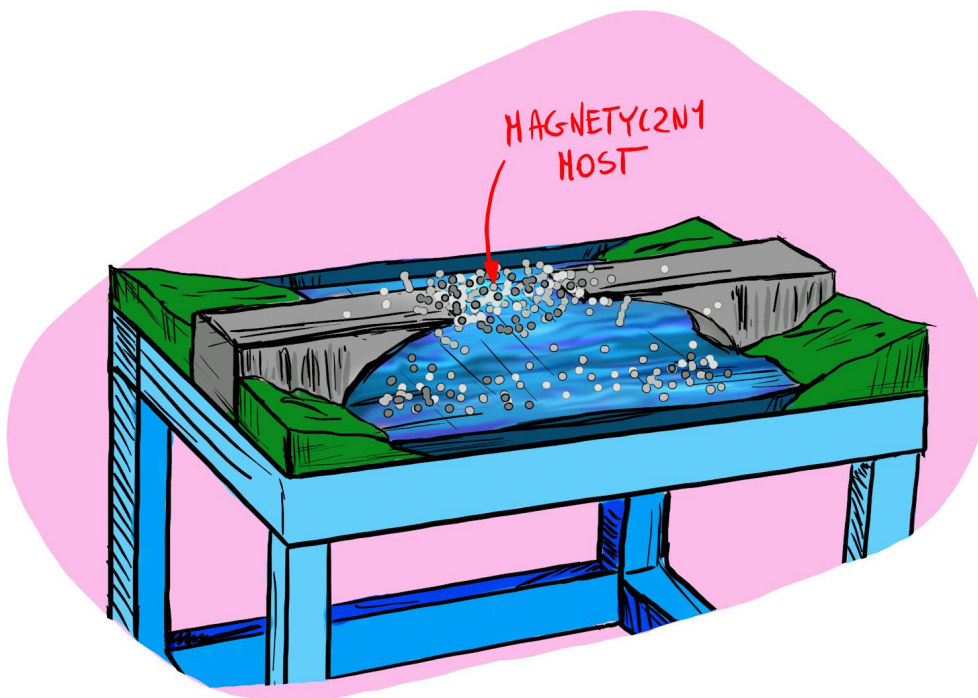
## Założenia konstrukcyjne

Stanowisko składa się z prostokątnego naczynia (kuwety) wykonanego z materiału nieulegającego namagnesowywaniu (nieferromagnetycznego). W naczyniu umieszczone są trwale (przymocowane do dna) dwa silne magnesy w odległości około 40 cm od siebie. W naczyniu znajdują się metalowe krążki, które można *przyczepiać* do magnesów.

## Interakcja zwiedzającego

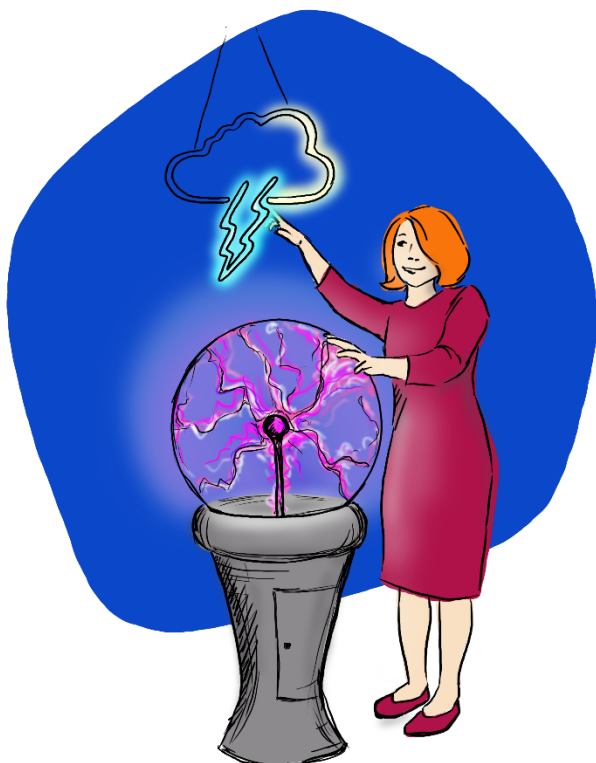
Zwiedzający układa metalowe krążki na obu magnesach. Krążki same *zlepiają się* ze sobą, tworząc łańcuchy i mostki. W miarę, jak powstaje ich coraz więcej, widać, że układają się w różnych kierunkach, niektóre urwane, niektóre łączą oba magnesy, tworząc trójwymiarowy kształt zbliżony z liniami pola magnetycznego występującymi pomiędzy tymi magnesami.

Zwiedzający może też próbować tworzyć pojedyncze mosty, naśladując różne linie pola magnetycznego i tym samym poznając ich przestrzenne ułożenie.



Exp05

# Kula plazmowa



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1,4 m x 1 m x 1 m

Wymagania:

Zasilanie elektryczne, zaciemnienie

Strefa tematyczna: B

## Opis ogólny

Eksponat w widowiskowy sposób prezentuje podstawowe zagadnienia z dziedziny elektryczności, takie jak elektrostatyka. Pokazuje również zjawiska związane z jonizacją gazów i powstawaniem plazmy, z którą spotykamy się na co dzień w postaci piorunów. Jest to bezpieczny sposób na wyjaśnienie natury tego ekstremalnego zjawiska pogodowego.

Eksponat pozwala też na wykonywanie dodatkowych doświadczeń z użyciem niewielkich rekwizytów, takich jak rozświetlanie świetlówki fizycznie niepołączonej z kulą czy *przylepianie się* do niej lekkich przedmiotów (jak papier) dzięki elektrostatyce. Samo urządzenie powoduje też jonizację powietrza znajdującego się w pobliżu i powstanie ozonu, którego zapach jest lekko wyczuwalny w niewielkiej odległości od eksponatu. Ten sam zapach możemy wyczuć w powietrzu po burzy z piorunami.

Zasady bezpieczeństwa: Do lampy plazmowej nie powinny zbliżać się osoby z wszczepionym rozrusznikiem serca, gdyż pole elektryczne wytwarzane przez kulę może zakłócać jego pracę.

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат porusza podstawowe zagadnienia z zakresu elektryczności (fizyka): napięcie, natężenie, uziemienie, opór elektryczny, indukcja elektromagnetyczna.

Kula plazmowa jest jednym z licznych wynalazków Nikoli Tesli, opatentowanym przez niego w lutym 1894 roku. Wynalazek ten nie ma żadnego praktycznego zastosowania, powstał przy okazji badań nad wyładowaniami elektrycznymi w gazach, które doprowadziły autora do skonstruowania pierwszej świetlówki.

Przypominające pioruny wyładowania w kuli rozchodzą się od centralnej elektrody do powierzchni kuli w sposób losowy. Gdy któryś fragment kuli zostanie uziemiony (na przykład przez położenie na nim ręki), ściąga do siebie wszystkie wyładowania z kuli.

## Cel edukacyjny

1. Prezentacja podstawowych koncepcji z zakresu elektryczności: napięcia, natężenia, uziemienia, oporu elektrycznego, indukcji elektromagnetycznej. Nawiązanie do zjawisk pogodowych, powstawania piorunów i pojęcia plazmy, gdyż obserwowane zjawiska mają ten sam charakter i zachodzą w ten sam sposób, co wyładowania atmosferyczne w naturze.
2. Ekspонат pozwala też na prowadzenie krótkich (np. 20-minutowych) zajęć czy miniwarsztatów dotyczących prądu, wykorzystujących drobny dodatkowy sprzęt. Można tu pokazać zjawiska takie, jak:
  - doświadczenia ze świetlówkami w różnej konfiguracji polegające na zjawisku indukcji,
  - przyklejanie się do kuli lekkich przedmiotów o dużej powierzchni (jak kartka papieru) dzięki przyciąganiu elektrostatycznemu,
  - zakłócenia działania urządzeń elektrycznych (np. radia) w pobliżu kuli,
  - pomiar natężenia pola elektrostatycznego w różnej odległości od kuli dzięki miernikowi pola elektrostatycznego,
  - tworzenie małego łuku elektrycznego po położeniu na lampę dowolnego przewodnika i przysunięciu do niego innego przewodnika.

## Założenia konstrukcyjne

Stanowisko doświadczalne składa się z kuli plazmowej zamocowanej na izolowanej podstawie. W podstawie znajduje się schowek na dodatkowe drobne elementy do doświadczeń lub minipokazów, jak różne typy świetlówek (długa i prosta, skręcona, małe neonowe żarówki itp.), klasyczna żarówka żarnikowa, kartki papieru, małe radio, miernik pola elektrostatycznego lub podobne urządzenie.

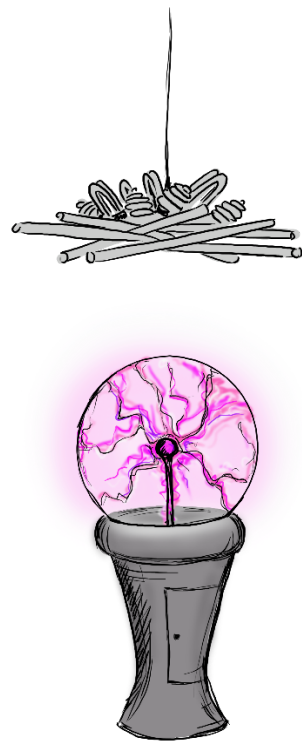
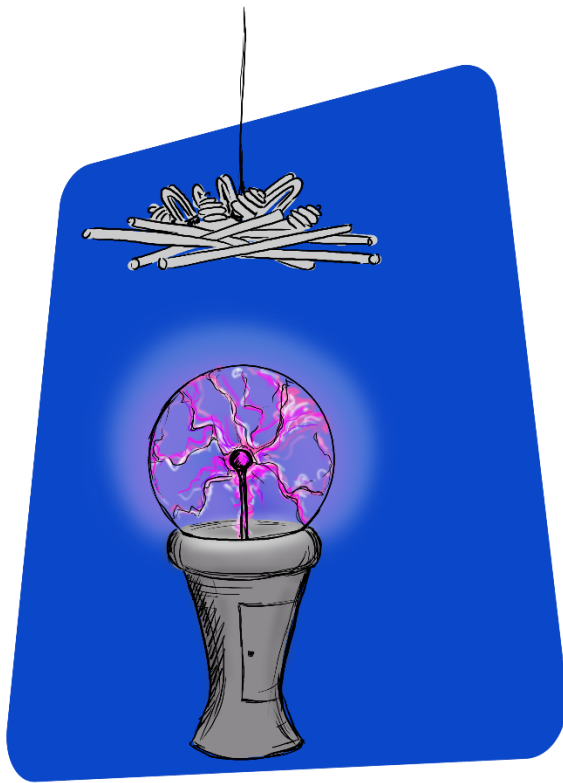
Nad kulą, w niewielkiej odległości znajduje się zwisająca z sufitu instalacja ze świetlówek przypominająca kształtem chmurę. Świetłówki nie są podłączone do prądu, ale wszystkie są uziemione.

## Interakcja zwiedzającego

Zwiedzający obserwuje wyładowania elektryczne wewnątrz kuli. Kładąc rękę na jej powierzchni, uziemia kulę, ściągając wyładowania do własnej dłoni. Gdy jedną rękę położy na powierzchni kuli, a drugą wyciągnie do świetlówek, będzie je rozświetlać przy każdym dotknięciu.

Przy użyciu dołączonych świetlówek może wykonać dodatkowe doświadczenia:

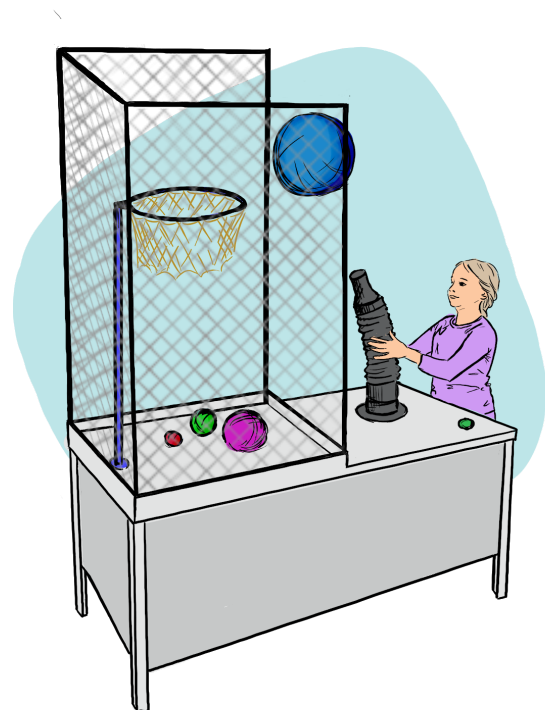
- przystawienie świetłówki w pobliżu kuli plazmowej wzbudza jej świecenie na zasadzie indukcji. Zwiedzający może manipulować świetłówką, aby sprawdzić, jak daleko od kuli rozpraszane są ładunki, które w niej powstają;
- po przyłożeniu świetłówki jednym końcem do kuli plazmowej świetłówka zaczyna się świecić do miejsca, w którym jest uziemiona (czyli trzymana ręką). Gdy zwiedzający dotknie drugą ręką kuli, świetłówka przestanie się świecić;
- wyczuwanie zapachu ozonu powstałego w wyniku jonizacji powietrza wokół kuli.



Exp07

# Lewitująca piłka

## Opis ogólny



Ekspонат prezentuje jedną z konsekwencji równań Bernoulliego odnoszących się do przepływu cieczy i gazów. Piłka umieszczona w skierowanym pionowo strumieniu powietrza unosi się w nim, ponieważ jest podtrzymywana przez pęd powietrza. Nawet jeśli przechylimy strumień powietrza pod znacznym kątem, okaże się, że piłka z niego nie wypada. Zjawisko to opisują równania Bernoulliego, według których ciśnienie wewnątrz strumienia powietrza zmniejsza się wraz z rosnącą prędkością jego przepływu. Ponieważ wewnątrz strumienia panuje niższe ciśnienie niż na zewnątrz, tworzy się jakby klatka, w której uwięziona jest piłka.

## Skrócony opis edukacyjny

Działanie ekspozycji opiera się na równaniu Bernoulliego – jednym z podstawowych równań hydrodynamiki płynów. Mówi ono, że tam, gdzie prędkość przepływu płynu jest większa, tam ciśnienie jest niższe. Strumień powietrza wydostający się z dmuchawy ma znacznie większą prędkość niż otaczające go powietrze. Dlatego piłka jest utrzymywana wewnątrz strumienia powietrza – znajduje się jakby w niewidzialnej rurze, której ściany stanowi wyższe ciśnienie wokół strumienia powietrza. Dodatkowo w doświadczeniu widoczny jest skutek równoważenia wartości siły ciężkości i wartości siły oporu aerodynamicznego, dzięki czemu piłka utrzymuje się w strumieniu powietrza na ustalonej wysokości.

Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1 m x 2 m x 1,6 m

Wymagania: zasilanie elektryczne

Strefa tematyczna: B

## **Cel edukacyjny**

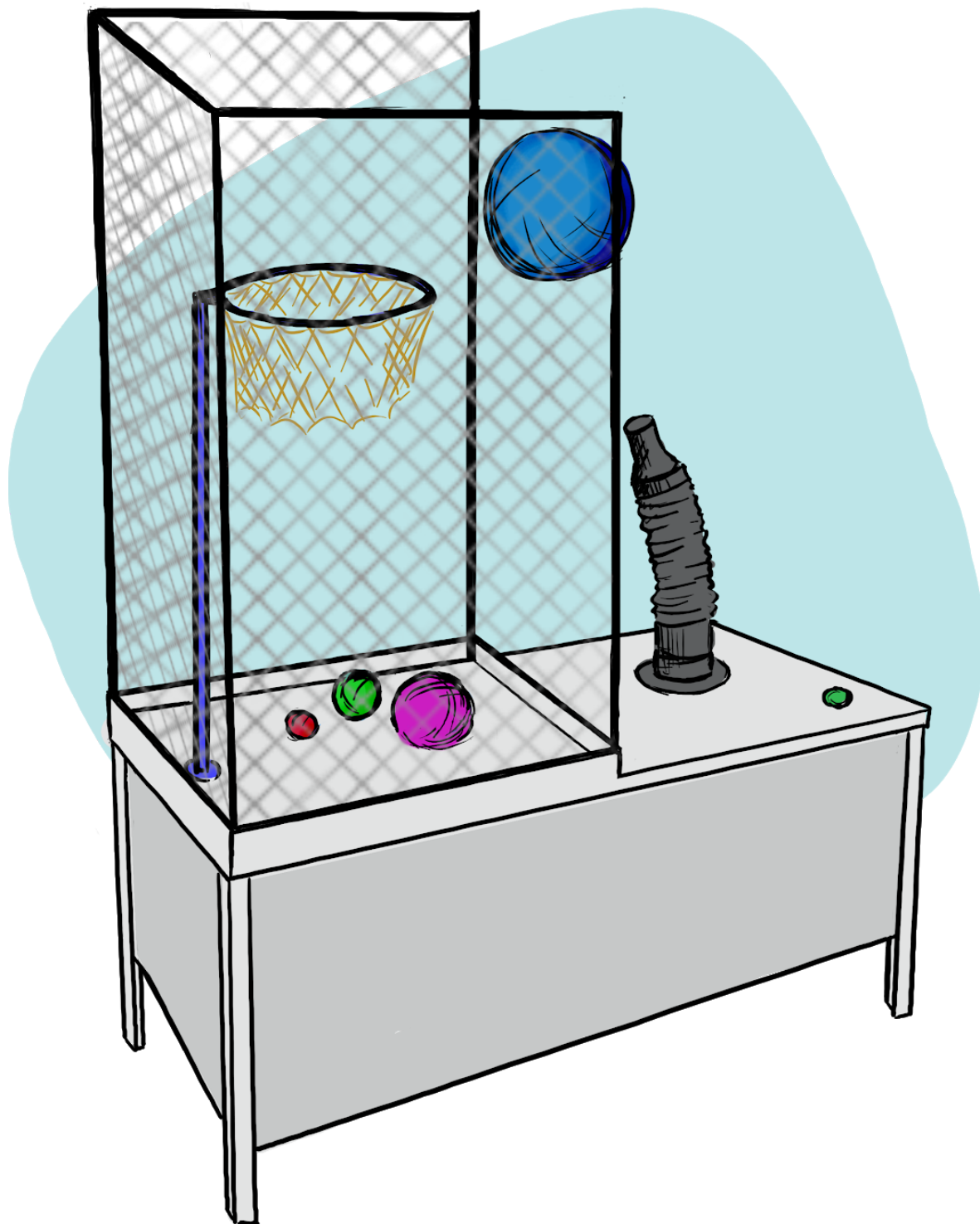
Zapoznanie się z podstawowymi koncepcjami aerodynamiki.

## **Założenia konstrukcyjne**

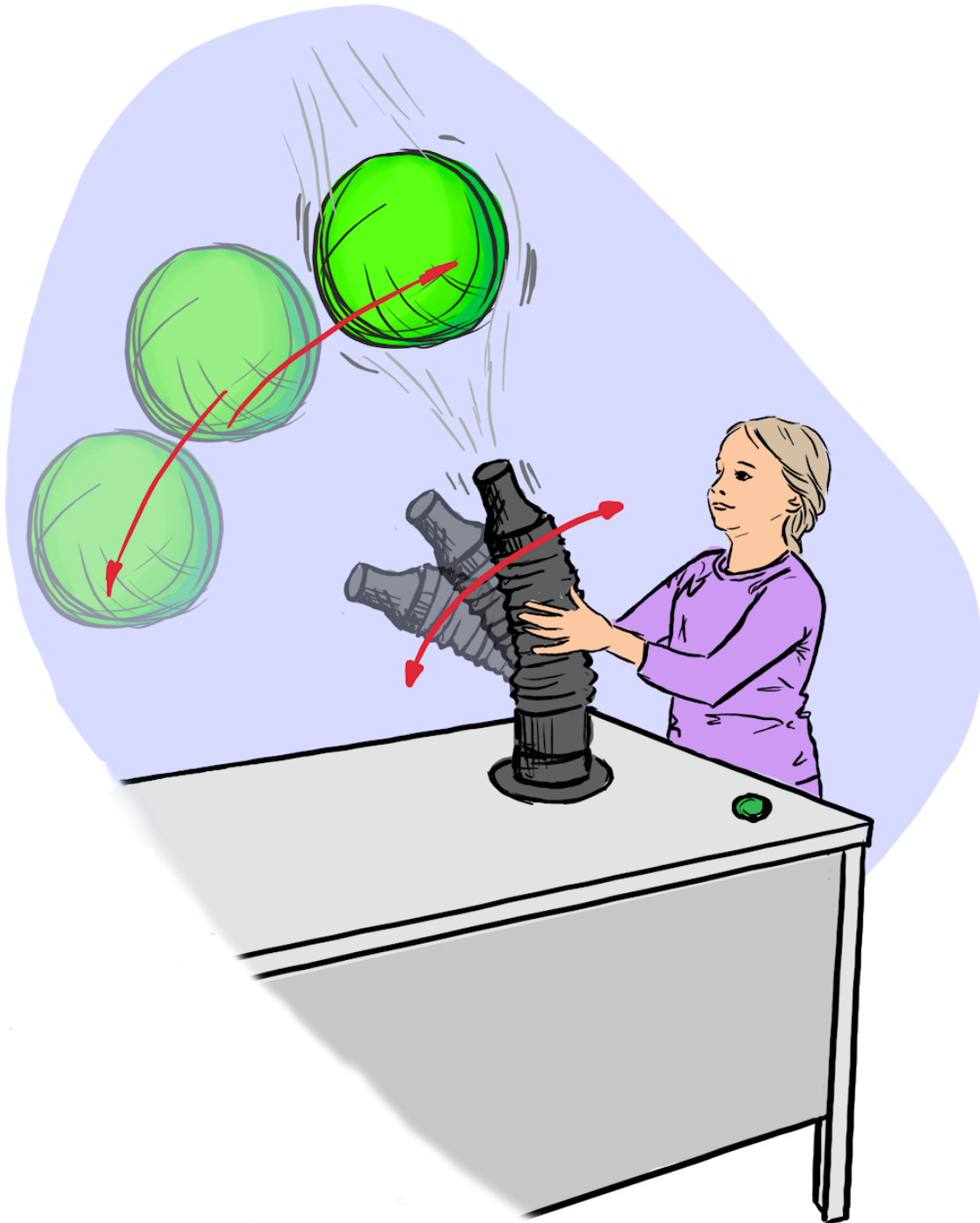
Stanowisko składa się z dmuchawy, w której możliwy jest obrót dyszą o 360 stopni w płaszczyźnie poziomej oraz odchylenie w płaszczyźnie pionowej. Obok dmuchawy znajduje się jej włącznik z wyłącznikiem czasowym ustawionym na 300 s, z możliwością późniejszej regulacji. W niedalekiej odległości od dmuchawy znajduje się kosz do koszykówki, do którego należy wprowadzić piłkę (manipulując strumieniem powietrza). Przestrzeń wokół kosza jest otoczona siatką, która zabezpiecza przed uciekaniem piłki ze stanowiska.

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający umieszcza piłkę w pionowym strumieniu powietrza, a następnie ma za zadanie wprowadzić ją do kosza, manipulując dmuchawą.

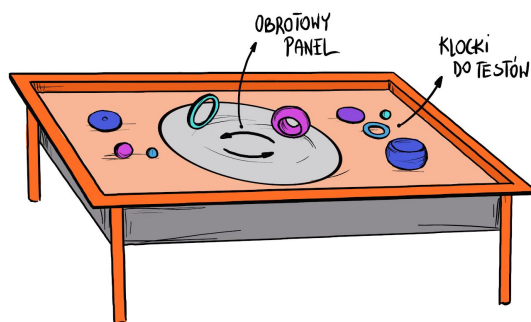






Exp08

# Obrotowy stół



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 0,8 m x 1,3 m x 2 m

Wymagania: zasilanie elektryczne

Strefa tematyczna: B

## Opis ogólny

Ekspонат bazuje na zjawiskach związanych z ruchem obrotowym przedmiotów. Stwarza zwiedzającemu możliwość swobodnego eksperymentowania z ruchem z wykorzystaniem dużego dysku (fragmentu stołu) obracającego się ze stałą prędkością. Umieszczając i wprawiając w ruch akcesoria, takie jak kule, można symulować ruchy układu planetarnego. Przy użyciu odpowiednio rozstawionych pierścieni i kul zwiedzający może poszukiwać równowagi dynamicznej układu, czyli sprawiać, by obracające się przedmioty jakby stały w miejscu, wykonywały różne synchroniczne ruchy lub wręcz poruszały się przeciwnie do obrotu dysku.

## Skrócony opis edukacyjny

Kręcąca się płyta stanowi układ nieinercyjny. To znaczy, że na wszystkie obiekty poruszające się w nim działa także siła odśrodkowa (jedna z sił bezwładności). Żeby ją zrównoważyć, potrzebna jest równa jej siła dośrodkowa, więc obiekty na płycie muszą poruszać się z dokładnie tą samą prędkością co obracająca się płyta. Jeżeli stanęlibyśmy na płycie, wydawało by się nam, że taki obiekt spoczywa w miejscu. Ponieważ prędkość liniowa płyty jest różna w zależności od odległości od środka płyty, to kule przy danej prędkości są stabilne tylko na jednej orbicie. Jeżeli przesuną się bliżej lub dalej od osi obrotu płyty, zacznie na nie działać siła odśrodkowa.

## **Cel edukacyjny**

Ekspонат rozwija intuicję fizyczną odnośnie do ruchu w nieinercjalnym układzie odniesienia. Zwiedzający zapoznaje się z pojęciami siły tarcia, momentu obrotowego, siły odśrodkowej.

## **Założenia konstrukcyjne**

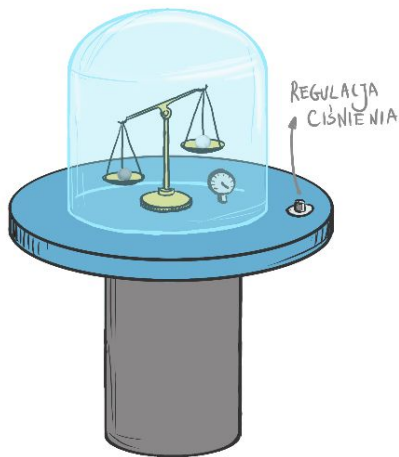
Stanowisko składa się ze stołu z rantami, w którego centralnym miejscu umieszczono szybko obracającą się metalową płytę, oraz zestawu akcesoriów: kul bilardowych, pierścieni i walców o różnych wymiarach.

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający umieszcza różne przedmioty na powierzchni obracającej się płyty, starając się ustawić je w stabilnym położeniu (tzn. mimo obrotu płyty przedmioty nie będą się przemieszczać).

Exp09

# Pływanie w powietrzu



## Opis ogólny

Ekspонат prezentuje działanie siły wyporu, ale w zaskakujący sposób – bo z zastosowaniem gazu, a nie cieczy. Zwiedzający na początku widzi pod kloszem próżniowym dwie kulki o jednakowych masach: małą metalową i dużą styropianową. Kulki są umieszczone na dwu ramionach wagi szalkowej. Gdy w kloszu znajduje się powietrze, waga pozostaje w równowadze. Po wypompowaniu z klosza powietrza kulka styropianowa opada – przeważa kulkę metalową. Dzieje się tak dlatego, że w próżni znika siła wyporu, która podtrzymywała wcześniej kulki; w powietrzu na kulkę o większej objętości działała znacznie większa siła wyporu, dlatego po wypompowaniu powietrza z klosza kulka o większej objętości zachowuje się, jakby była cięższa od kulki o małej objętości.

Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1 m x 1 m x 1 m

Wymagania: zasilanie elektryczne

Strefa tematyczna: B

## Skrócony opis edukacyjny

Na każde ciało zanurzone w płynie działa siła wyporu równa masie wypartej cieczy.

$$F_{\text{wyporu}} = \rho g V$$

$\rho$  – gęstość płynu, w którym znajduje się ciało,

$g$  – przyspieszenie grawitacyjne,

$V$  – objętość wypieranego płynu równa objętości części ciała zanurzonego w płynie.

Z fizycznego punktu widzenia płynem są zarówno ciecze, takie jak woda, jak i gazy np.: powietrze.

Siła wyporu działa na nas nie tylko wtedy, gdy pływamy, ale... przez cały czas. Nie zauważamy jej na co dzień, ponieważ gęstość powietrza, a więc i siła wyporu, jest 831 razy mniejsza w powietrzu niż w wodzie. Bez precyzyjnych pomiarów nie jesteśmy w stanie dostrzec jej działania.

## Cel edukacyjny

1. Zapoznanie użytkownika z prawem Archimidesa dotyczącym siły wyporu.
2. Prezentacja siły wyporu w gazach.

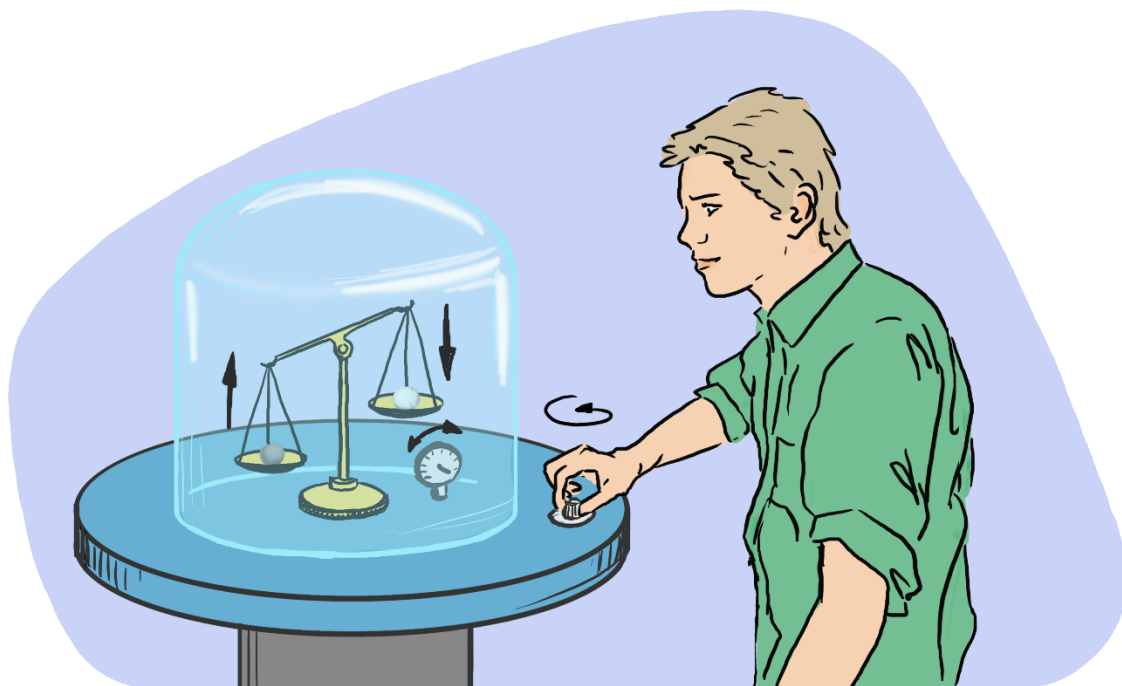
## Założenia konstrukcyjne

Stanowisko to stolik, na którym znajduje się duży klosz próżniowy. Wewnątrz klosza umieszczona jest waga szalkowa. Na jednym ramieniu wagi zamocowana kulka metalowa, a na drugim – styropianowa.

Na stole znajduje się manipulator umożliwiający wpuszczanie powietrza do klosza i odpompowanie go oraz manometr pokazujący ciśnienie powietrza wewnątrz klosza.

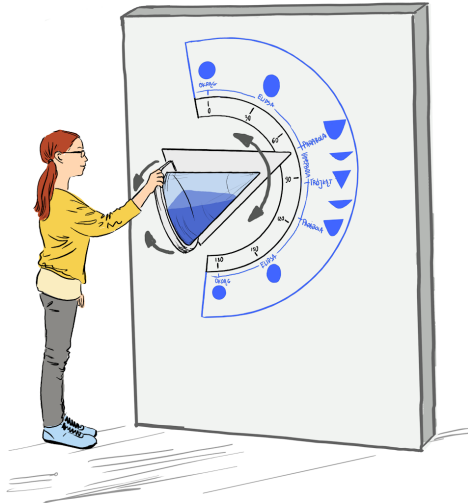
## Interakcja zwiedzającego

Zwiedzający odpompowuje powietrze z wnętrza klosza.



Exp10

# Przekroje stożka



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 2 m x 1 m x 1 m

Wymagania: brak

Strefa tematyczna: B

## Opis ogólny

Obserwując powierzchnię cieczy wypełniającej stożek, można obejrzyć poszczególne przekroje stożka. Zależnie od tego, pod jakim kątem ustawiony zostanie stożek, można uzyskać okrąg, elipsę, parabolę i hiperbolę.

## Skrócony opis edukacyjny

Krzywa stożkowa to zbiór punktów przecięcia płaszczyzny i powierzchni stożka. Z matematycznego punktu widzenia są to krzywe drugiego stopnia, to znaczy że można je opisać przy użyciu równania drugiego stopnia typu:

$$y=ax^2+bx+c.$$

Do rodziny tych krzywych należą: okrąg, elipsa, parabola i parabola.

Mimo że krzywe te były znane już w IV w. p.n.e., to swoje zastosowanie znalazły dopiero w XVII wieku, gdy Jan Kepler udowodnił, iż planety krążą po torach eliptycznych.

## **Cel edukacyjny**

Zapoznanie zwiedzającego z krzywymi stożkowymi (okrąg, elipsa, parabola, hiperbola).

## **Założenia konstrukcyjne**

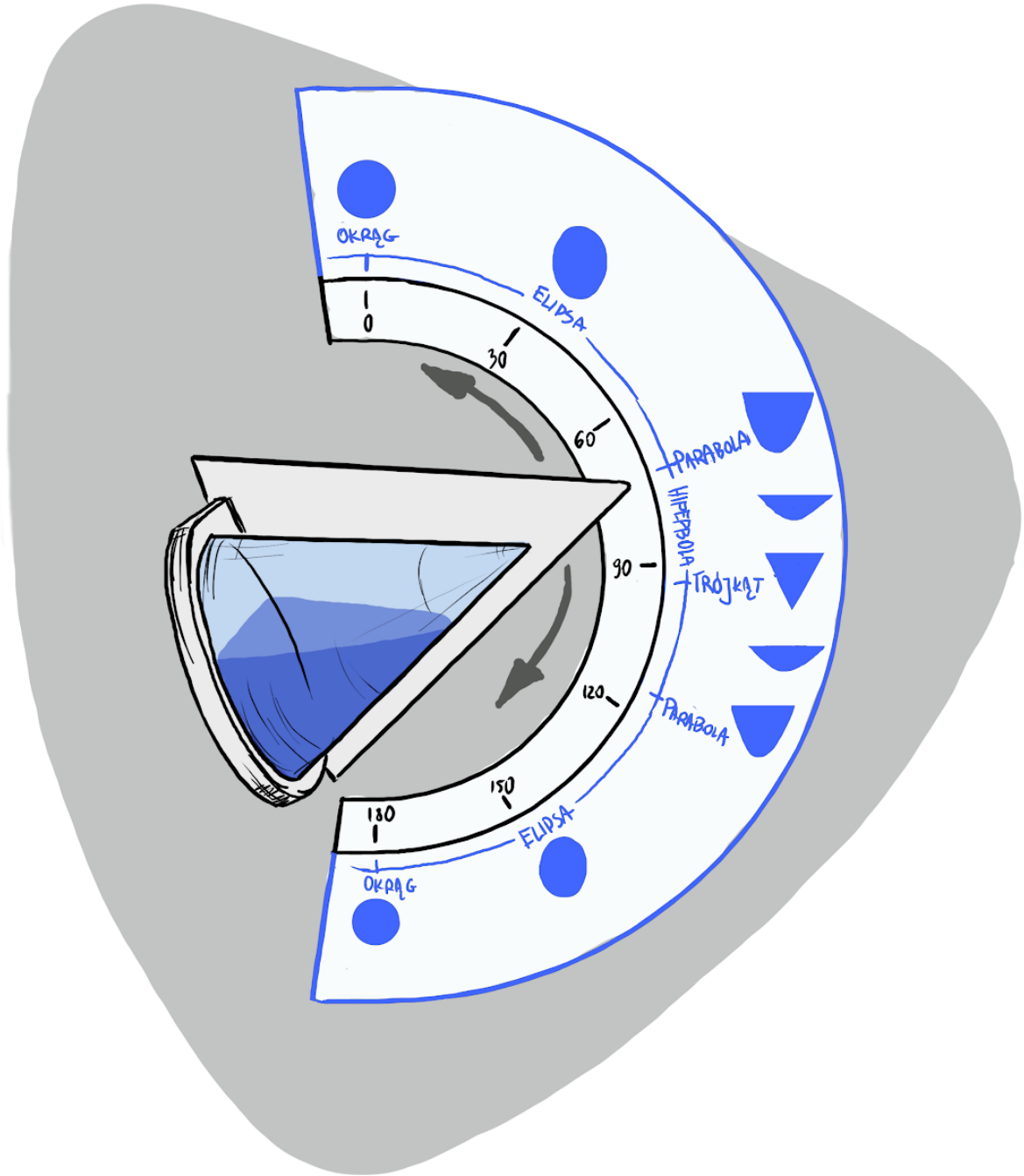
Stanowisko składa się przezroczystego stożka wypełnionego kolorową cieczą, z możliwością swobodnego obrotu stożka o 360 stopni.

Za stożkiem znajduje się tablica z zaznaczonymi znaczącymi punktami, w których pojawiają się konkretne krzywe.

## **Interakcja zwiedzającego**

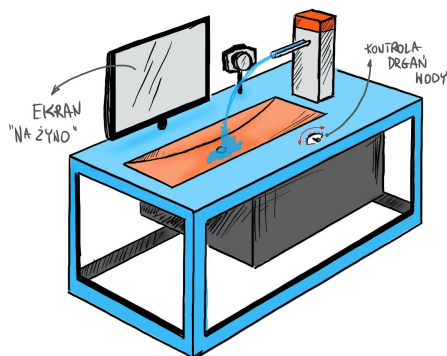
Zwiedzający obraca stożek i obserwuje poszczególne krzywe stożkowe.





Exp11

# Lewitacja wody



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1,2 m x 0,8 m x 2 m

Wymagania:

zasilanie elektryczne, regularna wymiana wody

Strefa tematyczna: A

## Opis ogólny

Eksponat prezentuje tzw. efekt stroboskopowy, czyli zjawisko powstające, gdy poruszający się przedmiot jest oświetlany migającym światłem o odpowiednio dobranej częstotliwości; światło jest emitowane przez tzw. stroboskopy. W przypadku ruchu obrotowego oświetlanego przedmiotu lub ruchu o powtarzającym się wzorze (np. kapiące krople) mamy do czynienia z pozornym wrażeniem zwolnienia, zatrzymania, a nawet odwrócenia kierunku ruchu. Efekt ten zależy od częstotliwości ruchu przedmiotu i migotania światła.

Zjawisko to można również zaobserwować, stosując zamiast stroboskopu kamerę z ekranem. Nagrywany przez nią obraz jest rejestrowany z prędkością dwadzieścia klatek na sekundę, co powoduje, że przy szybko poruszających się przedmiotach mamy na ekranie widoczny efekt stroboskopowy.

Eksponat prezentuje efekt stroboskopowy powstały na strumieniu płynącej wody poddawanej drganiom. Efekt widoczny jest na ekranie podłączonym do kamery, która działa jak stroboskop. Sterując zakresem częstotliwości, można obserwować na ekranie, że strumień jakby zwalnia, przyspiesza, cofa się bądź się zatrzymuje – i porównywać ten obraz z obserwowaną na żywo sytuacją.

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат prezentuje tzw. efekt stroboskopowy, czyli pozorne zatrzymanie lub zmianę prędkości ruchu obiektu w wyniku jego obserwacji w określonych odstępach czasowych. Zjawisko to powstaje, gdy poruszający się przedmiot jest oświetlany migającym światłem, więc jest widoczny tylko w tych momentach, gdy jest oświetlony. Przy obiektach, które poruszają się ze stałą częstotliwością (np. obracające się śmigło, biegnący człowiek lub kapiąca woda), poprzez odpowiedni dobór częstotliwości możemy uzyskać różne efekty wizualne. Wrażenie zatrzymania się ruchu (gdy częstotliwość stroboskopu jest taka sama jak częstotliwość ruchu ciała), wrażenie przyspieszenia lub spowolnienia ruchu (jeżeli częstotliwość jest większa lub mniejsza), a nawet wrażenie odwrócenia ruchu (jeżeli częstotliwość stroboskopu jest przesunięta w fazie z częstotliwością ruchu).

Rolę stroboskopu o ustalonej częstotliwości może pełnić kamera, której częstotliwość nagrywania wynosi 50 Hz, czyli 50 klatek na sekundę.

Efekt ten ma szerokie zastosowanie. Jest wykorzystywany w obserwacji i badaniu ruchu ciał, np. w przemyśle w celu diagnozowania usterek maszyn w ruchu. Stosowany jest też w fotografii, teatrze czy w dyskotekach.

## Cel edukacyjny

1. Zapoznanie zwiedzającego z efektem stroboskopowym.
2. Ekspонат pokazuje również zasadę rejestracji obrazu (zbieranie określonej liczby klatek na sekundę) oraz pozwala wysnuć wnioski odnośnie do ograniczeń ludzkiego oka.

## Założenia konstrukcyjne

Stanowisko składa się ze stołu, nad którym na wysokości ok. 1 metra zamocowany jest kranik (lub inne ujęcie), z którego nieustannie płynie strumień wody. Woda ścieka do zlewu (lub misy) umieszczonego w blacie. Obieg wody w ekspozycji jest obiegiem zamkniętym.

Po przeciwnej stronie blatu umieszczona jest kamera skierowana na strumień. Przy niej zamocowany jest ekran, na którym jest widoczny obraz rejestrowany przez kamerę. Na blacie znajdują się pokrętła do regulacji częstotliwości drgania strumienia wody.

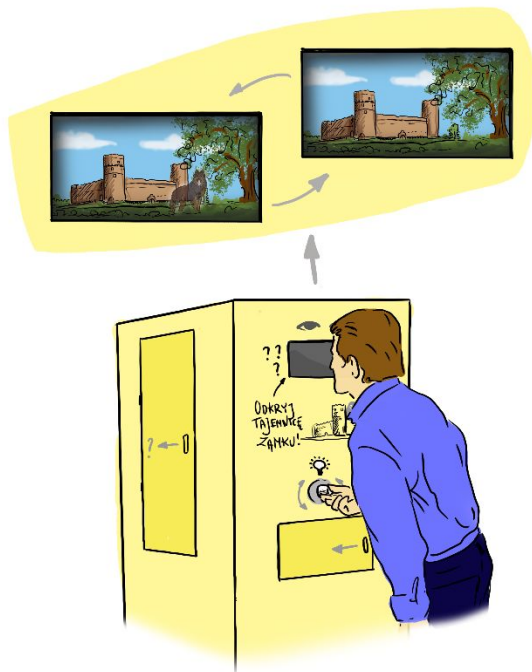
## Interakcja zwiedzającego

W ekspozycji zwiedzający obserwuje strumień wody. Strumień jest poddawany drganiom, czego ludzkie oko nie jest w stanie samodzielnie zaobserwować. Gdy zwiedzający spojrzy na obraz z kamery (pełniącej funkcję stroboskopu) skierowanej na strumień, zaobserwuje, że strumień jest poddawany drganiom.

W ramach eksperymentu zwiedzający może zmieniać częstotliwość zadanych drgań przy użyciu pokrętła i obserwować na ekranie, jak zmienia się zachowanie wody. Przy odpowiednio dobranych parametrach można uzyskać efekt zatrzymania, przyspieszenia, spowolnienia czy odwrócenia kierunku przepływu strumienia wody. Jednocześnie cały czas można obserwować płynącą stróżkę i porównywać to, co widzimy gołym okiem (brak większych zmian), z tym, co rejestruje kamera (działanie efektu stroboskopowego).

Exp12

# Duchy na zamku



## Opis ogólny

Ekspонат jest mniejszą wersją znanej iluzji „Duch Peppera”, często wykorzystywanej w czasie przedstawień teatralnych oraz przez iluzjonistów. Pozwala na stworzenie wizualnego efektu przypominającego hologram – za pomocą odpowiedniego manipulowania światłem i ustawienia szyb lub lustek.

Stanowisko to skrzynia, wewnątrz której znajduje się makieta przedstawiająca zamek w Ciechanowie. Gdy zwiedzający patrzy bezpośrednio na makietę i naciska przycisk, jego oczom ukazuje się obraz – duch psa nawiedzającego zamek. Jest to nawiązanie do jednej z miejscowych legend. Jednocześnie jeśli zwiedzający spojrzy na skrzynię z boku, będzie mógł wywnioskować, w jaki sposób powstaje przedstawiona iluzja.

Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1,4 m x 1,4 m x 1,4 m

Wymagania: zasilanie elektryczne

Strefa tematyczna: A

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат prezentuje jedną z popularniejszych iluzji, stworzoną przez Johna Peppera i Henryego Dircksa w 1862 roku. Iluzja *Duch Peppera* jest powszechnie wykorzystywana przez iluzjonistów, ale także w teatrze do tworzenia efektów specjalnych. Wykorzystuje ona podstawowe prawa optyki geometrycznej. Obiekt, który ma się znaleźć na scenie, umieszczony jest pod sceną, i jest mocno oświetlony; jego obraz odbija się od lustra, a następnie od szyby umieszczonej pod kątem 45 stopni, znajdującej się na wprost widowni. Dzięki temu, że następują dwa odbicia, obraz nie jest odwrócony lustrzanie (tak jak mnożenie „-” razy „-” daje „+”, tak odbicie obrazu lustrzanego w drugim lustrze daje obraz prosty).

## Cel edukacyjny

Zapoznanie użytkownika z prawami optyki, a w szczególności – z zasadami tworzenia odbić i obrazów z zastosowaniem odpowiedniego światła.

## Założenia konstrukcyjne

Stanowisko to duża skrzynia, do której od frontu można zajrzeć przez wizjer. W okolicach wizjera znajduje się pokrętło uruchamiające lampę wewnątrz ekspozycji.

Z boku skrzyni znajduje się zasłonięty wizjer, pozwalający podejrzeć, jak w ekspozycji powstaje iluzja. W skrzyni umieszczone są też drzwiczki pozwalające na przesuwanie i wymianę elementów, które będą pojawiały się pod postacią ducha.

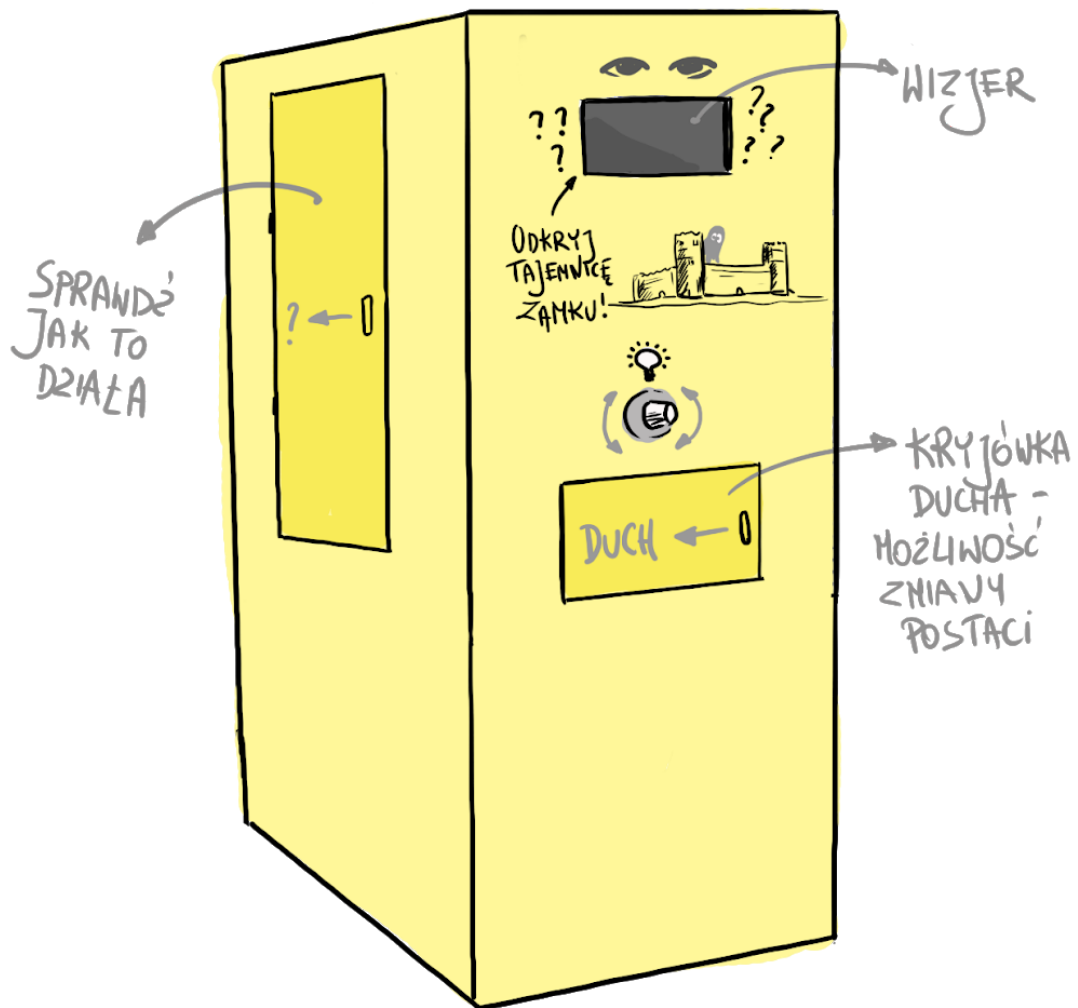
Ekspонат jest wyposażony w półkę na elementy wymienne.

Możliwe jest stworzenie większej wersji ekspozycji, do której się wchodzi, ale wymaga to zbudowania pomieszczenia o powierzchni minimum 3 m x 3 m.

## Interakcja zwiedzającego

Zwiedzający patrzy przez wizjer na makietę zamku. Po przekręceniu pokrętła pojawia się efekt wizualny – duch psa. Ustawiając pokrętłem jasność światła, zwiedzający reguluje intensywność iluzji. Ponadto samodzielnie wymienia elementy tworzące iluzję (wybiera figurki spośród dostępnych w ekspozycji).

Użytkownik może odchylić klapkę z boku ekspozycji, żeby zobaczyć układ optyczny służący do wytwarzania obserwowanej iluzji.



Exp13

# Trochę ty, trochę ja



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 2 m x 1,4 m x 3 m.

Wymagania:

zasilanie elektryczne; ciemne, jednolite tło.

Strefa tematyczna: A

## Opis ogólny

Ekspонат prezentuje zasadę działania lustra fenickiego. Lustro fenickie to półprzepuszczalne zwierciadło, które jest jednocześnie lustrem i szybą. To, czy odbija obraz, czy staje się przezroczyste, zależy od tego, po której stronie jego tafli jest ciemno, a po której jasno. Zwiedzający, manipulując jasnością po obu stronach lustra, może *wymieszać* obraz swojej twarzy z twarzą osoby siedzącej naprzeciwko.

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат prezentuje zasadę działania lustra półprzepuszczalnego (tzw. lustra fenickiego). Lustro to jest jednocześnie lustrem i szybą. To, czy działa jak lustro, czy jak szyba, zależy od tego, po której stronie tafli jest ciemno, a po której jasno. Jeżeli po naszej stronie jest znacznie jaśniej niż po drugiej stronie lustra, to obraz odbity jest dominujący – lustro fenickie z tej strony zachowuje się jak lustro. Jednocześnie po drugiej stronie tafli dominujący będzie obraz przepuszczony przez lustro, a nie odbity, i lustro będzie działało jak okno.



## Cel edukacyjny

1. Zapoznanie użytkownika z prawami optyki, w szczególności – z lustrem fenickim.
2. Wykorzystanie iluzji optycznej stosowanej powszechnie w sztuce, teatrze, filmie.
3. Pokazanie działania lustra fenickiego stosowanego na co dzień, np. przez policję w pokojach przesłuchań.

## Założenia konstrukcyjne

Ekspонат składa się z dwóch małych biurków ustawionych naprzeciwko siebie, przedzielonych dużym lustrem fenickim. Każde ze stanowisk wyposażone jest w dwie lampki wyposażone w ściemniacze (włączniki umożliwiające regulację intensywności świecenia od 0 do 100%). Lampki ustawione są tak, aby oświetlać twarz siedzącej osoby z prawej i lewej strony.

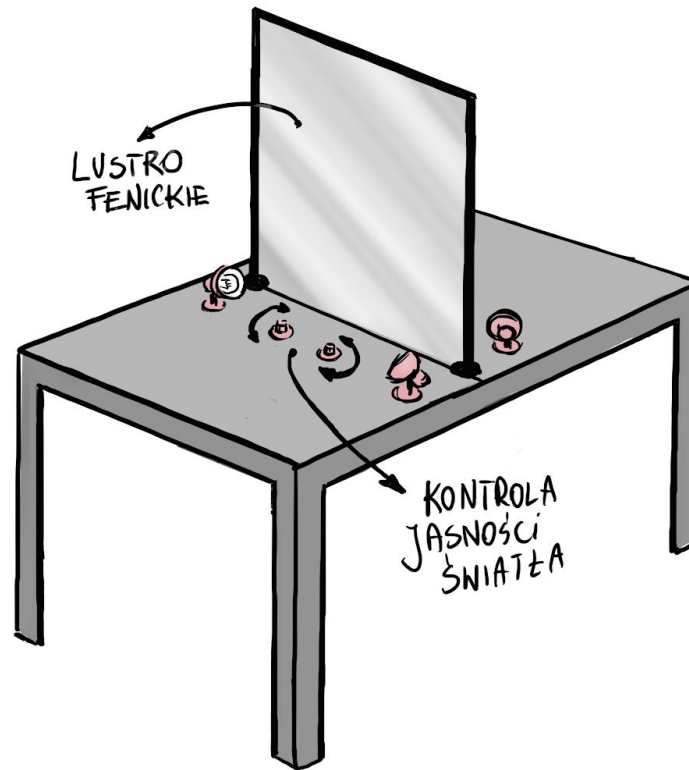
Przy każdym biurku stoi krzesło dla zwiedzającego.

Tło za krzesłami musi być jednolicie ciemne.

## Interakcja zwiedzającego

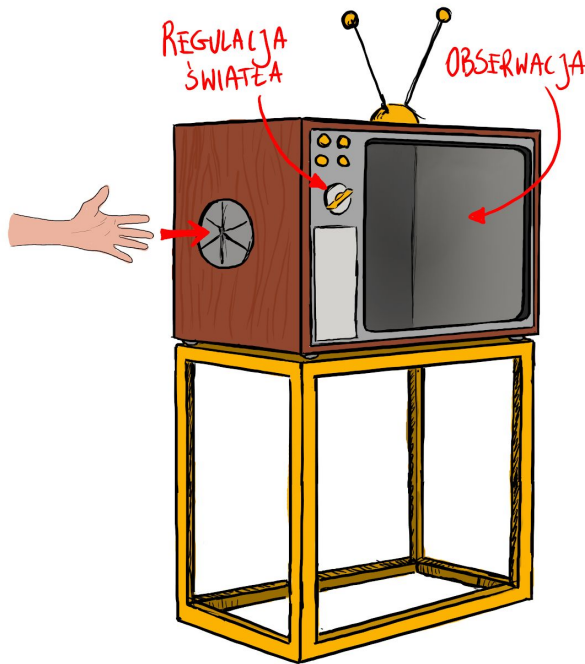
Dwoje zwiedzających siada przy biurkach naprzeciwko siebie. Odpowiednio regulując intensywność światła lamp, mogą stworzyć obraz swojej twarzy *wymieszanej* z twarzą osoby z naprzeciwka. Na przykład: jeżeli obie osoby włączą tylko lampki umieszczone po ich prawych stronach, zobaczą w lustrze obraz twarzy będącej połączeniem prawej połowy ich twarzy i lewej połowy twarzy osoby z naprzeciwka.

Włączając obie lampki (prawą i lewą) i manipulując intensywnością światła, zwiedzający mogą uzyskać obraz będący uśrednieniem obu twarzy.



Exp15

# Niewidzialna ręka



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1,6 m x 1,2 m x 1 m

Wymagania: zasilanie elektryczne

Strefa tematyczna: A

## Opis ogólny

Ekspонат prezentuje iluzję znikającej ręki. Zwiedzający wkłada rękę do pudełka, następnie opuszcza dźwignię i obserwuje, jak jego ręka powoli *znika*.

## Skrócony opis edukacyjny

Lustro fenickie działa zarówno jak lustro, jak i okno. Wszystko zależy od oświetlenia obu stron lustra. Ponieważ jest to lustro półprzepuszczalne, pokazuje jednocześnie obraz odbity i przechodzący z drugiej strony. Dominującym obrazem będzie ten, który jest jaśniejszy.

Lustro fenickie jest często wykorzystywane przy tworzeniu iluzji.

## **Cel edukacyjny**

Zapoznanie użytkownika ze zjawiskiem odbicia i transmisji światła.

## **Założenia konstrukcyjne**

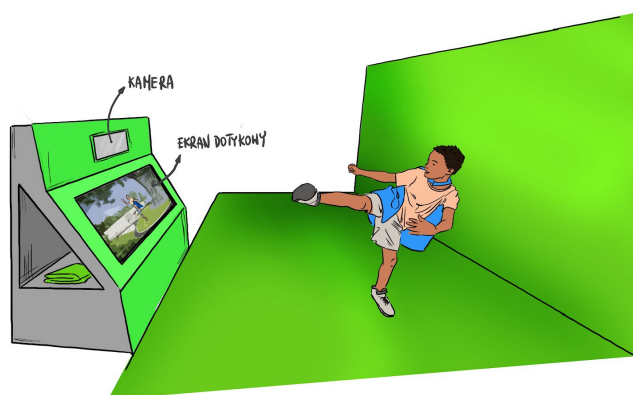
Ekspонат składa się ze skrzyni, której front wykonany jest ze szkła weneckiego. Z boku skrzyni znajduje się otwór, w który zwiedzający wkłada rękę. Otwór jest zaopatrzony w kołnierz uniemożliwiający zajrzenie do środka skrzyni. Na froncie ekspozycji znajduje się potencjometr w kształcie dźwigni, który steruje intensywnością i kolorem oświetlenia w skrzyni. Im ciemniejsze oświetlenie, tym kolor bardziej przechodzi w zielonkawy, by ostatecznie zniknąć. Wewnątrz znajduje się wiatraczek dmuchający na rękę, w celu spotęgowania efektu. Przełącznik uruchamia też wiatraczek. Stanowisko można także wykonać w wersji wiszącej z mocowaniem na ścianie.

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający wkłada rękę do pudełka, a następnie opuszcza dźwignię i obserwuje, jak jego ręka powoli się rozplywa (najpierw zmieniając kolor na zielonkawy). Jednocześnie w pudełku robi się coraz chłodniej.

Exp17

# Selfie z wieżą



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1 m x 1,6 m x 2,5 m

Wymagania: zasilanie elektryczne,  
podłączenie do internetu.

Strefa tematyczna: A

## Opis ogólny

Eksponat pozwala zwiedzającym na samodzielne wykonanie ich własnych zdjęć (selfie) z wieży ciśnień z nietypowej perspektywy. Uzyskane zdjęcie można przesłać na swoją pocztę e-mail.

Zwiedzający będzie miał możliwość wykonania zdjęcia na jednym z czterech tła, takich jak szczyt wieży ciśnień oraz inne trudno dostępne miejsca na wieży.

## Skrócony opis edukacyjny

Green box (lub inaczej blue box) to technologia wykorzystywana w telewizji (w czasie programów na żywo) oraz w filmach (do przeniesienia postaci do komputerowo wygenerowanej przestrzeni).

Tło, na którym występują aktorzy lub prezenterzy telewizyjni, jest w jednolitym kolorze, zazwyczaj zielonym lub niebieskim, ponieważ te kolory najmniej przypominają kolor ludzkiej skóry. Kamera widzi obiekty na jednolitym tle i obrazy o określonym kolorze (np. zielonym) są zastępowane przy użyciu wygenerowanego komputerowo tła.

## **Cel edukacyjny**

1. Ekspонат dostarcza pamiątkę z wizyty na wystawie.
2. Zapoznanie zwiedzającego z techniką greenbox.

## **Założenia konstrukcyjne**

Ekspонат jest zbudowany na zasadzie greenboxa. Składa się ze ściany pomalowanej na zielono, kamery oraz ekranu, na którym jest na żywo wyświetlany obraz z kamery z nałożonymi efektami specjalnymi. Wyzwalacz kamery zamontowany w podłodze pozwala na zrobienie zdjęcia z opóźnieniem (3 sekundy).

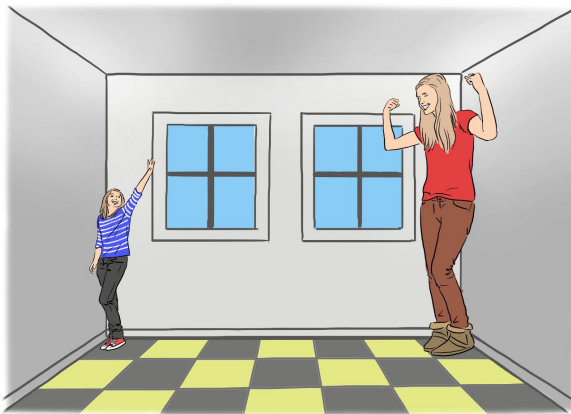
Do dyspozycji użytkownika są rekwizyty do zrobienia zdjęcia, w tym – zielona peleryna niewidka.

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający staje na tle zielonej ściany i, korzystając z akcesoriów, wykonuje zdjęcie na wybranym wcześniej tle.

Exp19

# Inna perspektywa



## Opis ogólny

Ekspонат jest pomieszczeniem, które ma za zadanie zaburzyć lub uniemożliwić prawidłowe postrzeganie wielkości przedmiotów. Jest to możliwe dzięki odpowiedniemu usytuowaniu ścian, podłogi i sufitu. Z zewnątrz pomieszczenie wygląda jak zwykły pokój, ale w rzeczywistości ma kształt trapezu. W pomieszczeniu wzrost człowieka staje się trudny do określenia – ludzie wydają się wysocy lub niscy w zależności od miejsca, w którym staną. Dla zewnętrznego obserwatora osoba stojąca w jednym rogu pokoju wydaje się dużo mniejsza od osoby stojącej w przeciwległym rogu, choć w rzeczywistości osoby te są (w przybliżeniu) tego samego wzrostu.

Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 3 m x 3 m x 3 m.

Wymagania: oświetlenie wewnątrz pomieszczenia.

Strefa tematyczna: A (ew. D)

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат to pokój Amesa, czyli pomieszczenie, w którym – dzięki specyficznemu układowi ścian, podłogi i sufitu – powstaje złudzenie optyczne. Dla obserwatora znajdującego się na zewnątrz eksponatu pokój wygląda jak zwyczajne, prostokątne pomieszczenie, jednak w rzeczywistości ma ono kształt trapezu, a podłoga w nim jest ukośna. Dla zewnętrznego obserwatora osoba stojąca w jednym rogu pokoju wydaje się dużo mniejsza od osoby stojącej w przeciwległym rogu, choć w rzeczywistości osoby te są (w przybliżeniu) tego samego wzrostu.

Ta iluzja optyczna była często wykorzystywana w scenografii filmowej w celu uzyskania wrażenia różnicy wielkości pomiędzy postaciami. Twórcą tej iluzji nie był iluzjonista, ale naukowiec – Adelbert Ames Jr., zajmujący się w swojej pracy kwestiami optyki, fizjologii i percepcji widzenia.

## Cel edukacyjny

Zapoznanie zwiedzającego z pojęciem perspektywy.

## Założenia konstrukcyjne

Ekspонат to pokój o kształcie trapezu, o zmiennej wysokości. Na ścianach umieszczono grafiki, które powodują, że pokój sprawia wrażenie standardowego pomieszczenia.

Na jednej ze ścian umieszczony jest punkt do obserwacji z zewnątrz i wykonywania zdjęć.

W pomieszczeniu znajduje się ekran, na którym osoby będące w środku widzą podgląd obrazu widzianego z zewnątrz.

## Interakcja zwiedzającego

Zwiedzający wchodzi do pomieszczenia, może obserwować efekt na ekranie, może wykonać zdjęcie przy użyciu własnego aparatu fotograficznego.



Exp21

# Poduszkowiec



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 0,3 m x 2,5 m x 2,5 m

Wymagania: instalacja sprężonego powietrza.

Strefa tematyczna: C

## Opis ogólny

Eksponat pozwala zwiedzającemu unieść się na poduszce powietrznej. Jest to możliwe, ponieważ pomiędzy poduszkę a podłoże wdmuchiwana jest cienka warstwa powietrza. Uczestnik ma możliwość zmiany kierunku poruszania się dywanu po ograniczonym, wydzielonym obszarze (w kształcie koła). Obszar jest zabezpieczony niską barierką, która uniemożliwia przemieszczenie się dywanu poza obszar eksponatu.

## Skrócony opis edukacyjny

Pomiędzy platformę, na której siada użytkownik, a podłoże jest wdmuchiwane powietrze pod ciśnieniem, co powoduje, że platforma unosi się na niewielką wysokość nad powierzchnię. Dzięki poduszce ze sprężonego powietrza między platformą a podłożem nie występuje tarcie i platforma może przemieszczać się po dowolnym obszarze.

## **Cel edukacyjny**

Zapoznanie zwiedzającego z działaniem sił, dzięki którym możliwe jest unoszenie się poduszkowca.

## **Założenia konstrukcyjne**

Powierzchnię eksponatu stanowi koło o średnicy ok. 2,5 m, które jest zabezpieczone na krawędzi metalową barierką o wysokości ok. 30 cm. W obrębie wydzielonego obszaru znajduje się platforma o wysokości ok. 20 cm w kształcie koła wyposażona w przycisk uruchamiający dywan. Obrzeża platformy zabezpieczone są elastycznym kołnierzem, tak jak w prawdziwym poduszkowcu.

Poduszkowiec powinien poruszać się po gładkiej powierzchni. Jeżeli w obrębie eksponatu znajdują się dylatacje podłogowe, należy umieścić tam wykładzinę PCV.

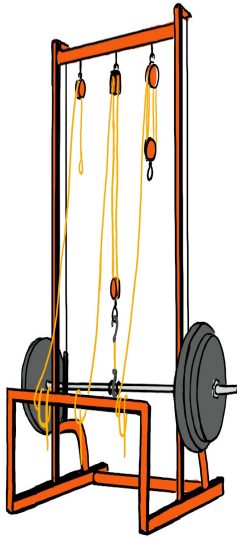
Ekspонат wymaga dostępu do instalacji sprężonego powietrza. Sprężarka emituje duży hałas, dlatego powinna być umieszczona poza obszarem wystawy (w pomieszczeniu technicznym).

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający siada na platformie pokrytej dywanem i przez naciśnięcie przycisku na kole powoduje uniesienie się poduszkowca. Użytkownik steruje poduszkowcem, odpychając się rękoma.

Exp25

# Podnoszenie ciężarów



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 2,5 m x 2 m x 1 m

Wymagania: brak

Strefa tematyczna: C (ew. B)

## Opis ogólny

Stanowisko składa się z konstrukcji analogicznej do przyrządu do ćwiczeń ze sztangą oraz z dwóch układów wielokrążków. Ekspонат daje możliwość próby podniesienia sztangi o masie 100 kg na dwa sposoby: przy użyciu jedynie własnych mięśni oraz z zastosowaniem maszyny prostej (wielokrążek). Stanowisko pozwala doświadczyć, że wielokrążki redukują siłę potrzebną do uniesienia przedmiotu. Tematyka ekspozycji nawiązuje do tradycji sportowej miasta.

## **Skrócony opis edukacyjny**

Wielokrążek to znana od dawna maszyna prosta, powszechnie wykorzystywana do dzisiaj. Zbudowanie pierwszego wielokrążka przypisuje się greckiemu matematykowi i twórcy mechanizmów, Archimedesowi, żyjącemu w III w. p.n.e. Wielokrążki są wykorzystywane wszędzie tam gdzie trzeba podnieść ciężkie rzeczy bez użycia maszyn, na budowach, na statkach, w gospodarstwach rolniczych.

Układ dwóch wielokrążków pozwala na zmniejszenie siły potrzebnej do uniesienia przedmiotu o połowę. Konstrukcja wielokrążka umożliwia przeniesienie połowy siły podtrzymującej przedmiot na punkt zaczepienia wielokrążka. Pary wielokrążków można ze sobą łączyć, np. jeżeli zastosujemy cztery, to siła potrzebna do wykonania pracy zmaleje czterokrotnie. Dzięki możliwości łączenia wielokrążków siłę można redukować praktycznie w dowolnym zakresie.

## **Cel edukacyjny**

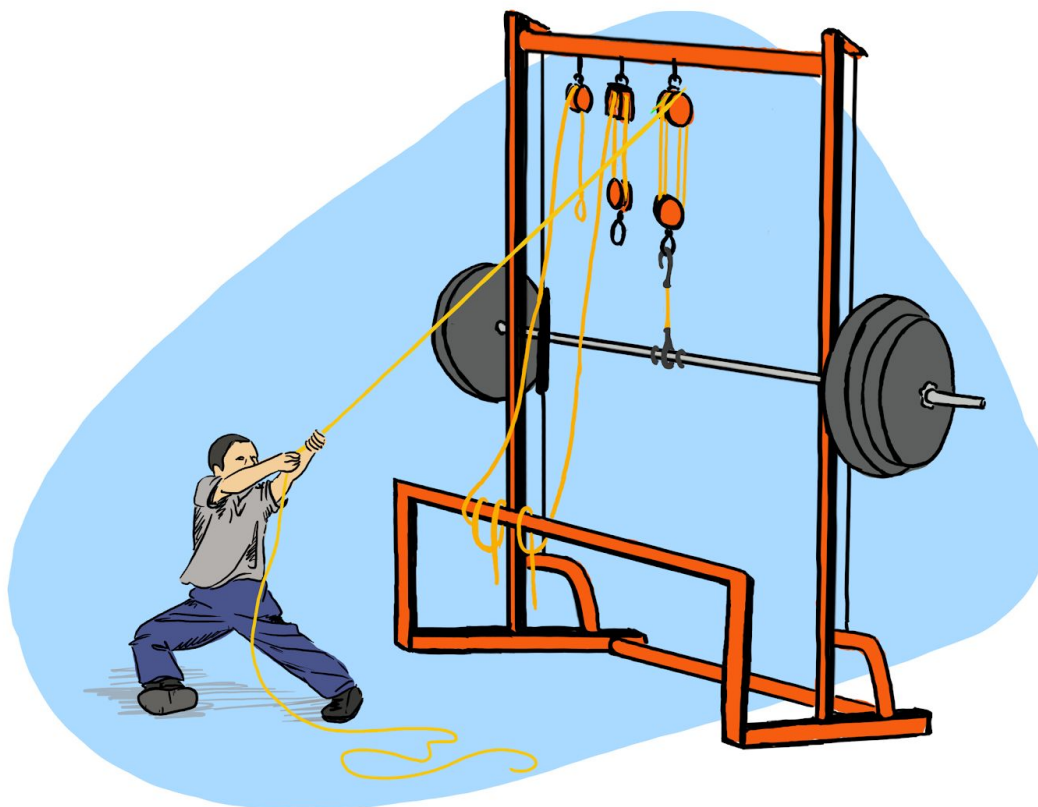
Zapoznanie zwiedzającego z zasadami działania maszyny prostej na przykładzie wielokrążka.

## **Założenia konstrukcyjne**

Stanowisko składa się ze sztangi oraz wielokrążków. Sztanga o masie ok. 100 kg jest zamocowana na prowadnicach zapewniających jej ruch w pionie, z zabezpieczeniem przed zbyt szybkim spadkiem. Obok znajdują się dwa układy wielokrążków służących do podnoszenia sztangi za pomocą liny i redukujących potrzebną siłę dwu- i czterokrotnie.

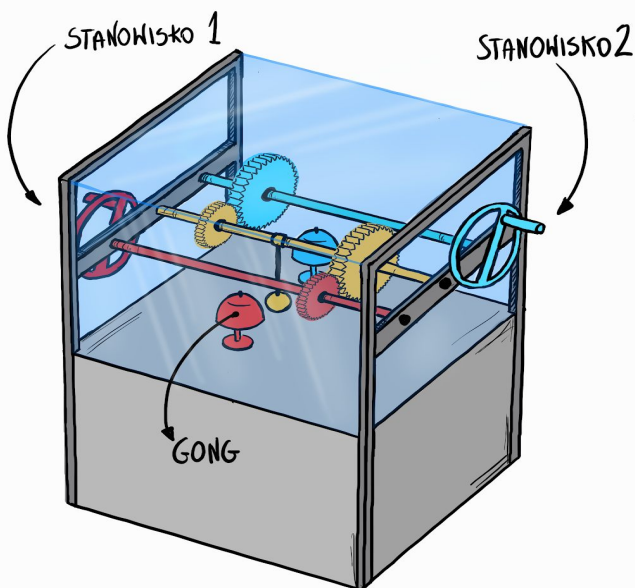
## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający próbuje unieść sztangę siłą jedynie własnych mięśni oraz z wykorzystaniem wielokrążka. Samodzielnie wybiera, z którego z dwóch układów wielokrążków skorzysta.



Exp26

# Siłowanie na koła



## Opis ogólny

Ekspонат prezentuje działanie przekładni zębatej. Użytkownicy poprzez współzawodnictwo przekonują się, jak zastosowanie odpowiedniego układu kół zębatych może zwiększyć lub zmniejszyć siłę potrzebną do obracania korbą. W grze uczestniczą dwie osoby stojące po przeciwnych stronach eksponatu: jedna z nich dysponuje przełożeniem redukującym, a druga – multiplikującym. Zwiedzający siłują się, starając się uderzyć w gong. W zależności od tego, którym przełożeniem dysponuje użytkownik, będzie mu łatwiej lub trudniej wykonać zadanie.

Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1,2 m x 1 m x 1 m.

Wymagania:

ekspонат zamocowany do podłoża,  
zasilanie elektryczne.

Strefa tematyczna: C

## Skrócony opis edukacyjny

Przekładnia zębata to chyba najczęściej stosowana maszyna prosta, używana niemal we wszystkich napędach mechanicznych – m.in. w rowerach, samochodowych skrzyniach biegów, zegarach mechanicznych. Koła zębatki napędzającej zazębiają się z kołami zębatki napędzanej, więc gdy obraca się jedno, to drugie musi obrócić się, aby dotrzymać mu kroku.

To, jak szybko względem siebie będą się obracać zębatki, zależy od ich wielkości. Stosunek prędkości, z jakimi obracają się zębatki, to tak zwane przełożenie, które jest zdefiniowane wzorem:

$i = \frac{Z_2}{Z_1}$ , gdzie  $Z_1$  i  $Z_2$  to liczby zębów na danej zębatce.

Im wyższe przełożenie, tym większą siłę jesteśmy w stanie uzyskać.

## Cel edukacyjny

Zapoznanie użytkownika z działaniem przekładni zębatych.

## Założenia konstrukcyjne

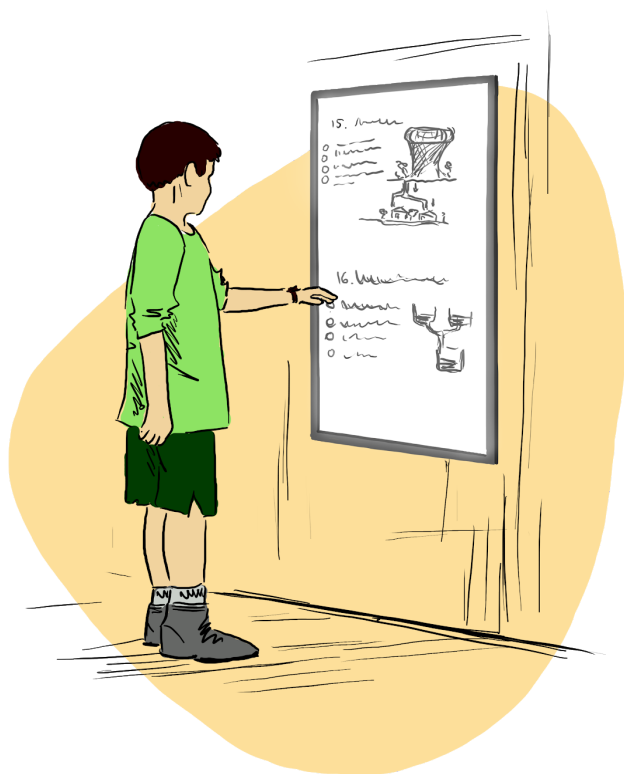
Stanowisko składa się ze skrzyni, której górna powierzchnia jest przezroczysta (wykonana ze szkła lub pleksy). Również boki eksponatu są przezroczyste (do połowy wysokości). Wewnątrz skrzyni jest umieszczona centralna oś z dwiema zębatkami tej samej wielkości oraz dwie osie, wśród których jedna ma zębatkę większą, druga mniejszą niż centralna. Osie zaopatrzone są w duże koła znajdujące się na zewnątrz skrzyni, potrzebne do obracania osi. Do centralnej osi przymocowana jest pałka do uderzania w gong. Po bokach skrzyni umieszczone są dwa gongi – po jednym dla każdego zawodnika. Wnętrze skrzyni jest oświetlone. Wszystkie elementy są kolorowe, przy czym zębatki i gong do użytku przez pierwszego zwiedzającego są w innym kolorze niż dla drugiego.

## Interakcja zwiedzającego

Zwiedzający ma za zadanie obracać osiami tak, aby uderzyć w gong odpowiadający kolorowi jego stanowiska. Ze względu na użycie kół zębatych różnej wielkości jeden ze zwiedzających ma ułatwione, a drugi – utrudnione zadanie.

Exp27

# Quiz o wieży ciśnień



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1,2 m x 0,8 m x 1 m

Wymagania:

zasilanie elektryczne, dostęp do internetu

Strefa tematyczna: C

## Opis ogólny

Ekspонат multimedialny prezentujący zasadę działania i zastosowanie wieży ciśnień w Ciechanowie. Zwiedzający zmienia parametry, takie jak pobór wody w sieci wodociągowej poprzez włączanie i wyłączanie odbiorników wody (mieszkania, straż pożarna, fontanny) i obserwuje, w których momentach włącza się sieć wodociągowa. Celem gry jest zaopatrzenie miasta w wodę. Ekspонат multimedialny oparty na schemacie gry, zawierający także treści o charakterze ciekawostek.

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат prezentuje zagadnienia związane z historią lokalnej wieży ciśnień (zaprojektowana przez warszawskiego architekta Jerzego Bogusławskiego w 1972 roku, we współpracy z konstruktorem dr. Jerzym Wiblikiem, Stanisławem Gajowniczym i Bohdanem Szczeszka; technologia opracowana przez inż. Stanisława Majkowskiego) oraz jej konstrukcją (zbiornik ma kształt torusa osadzonego na hiperboloidzie jednopowłokowej).



## **Cel edukacyjny**

Zapoznanie zwiedzającego z zasadami działania i zastosowaniami wieży ciśnień.

## **Założenia konstrukcyjne**

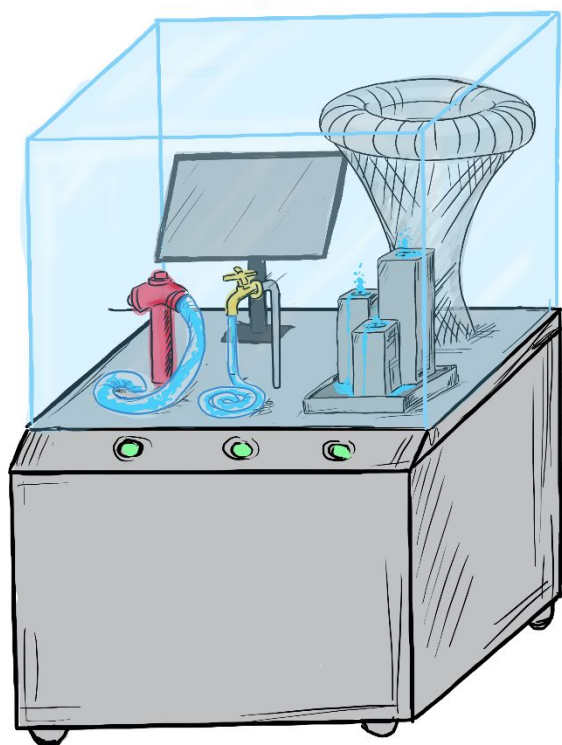
Stanowisko składa się z ekranu dotykowego o przekątnej 32", na którym wyświetlana jest gra. Grafika zawiera w sobie schematyczny plan miasta z zaznaczonymi odbiornikami wody rozłożonymi na różnej wysokości względem wieży ciśnień (także powyżej wysokości wieży) oraz wieżą ciśnień. Na bieżąco są wyświetlane parametry, takie jak pobór wody czy ciśnienie w sieci wodociągowej. Zwiedzający poprzez dotknięcie odpowiednich przełączników może włączać i wyłączać odbiorniki wody oraz zmieniać ciśnienie wody w sieci wodociągowej. W dymkach otwierających się pod dotknięciem ikony znajdują się objaśnienia dotyczące działania kluczowych elementów sieci wodociągowej.

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający w ekspozycji może modyfikować parametry związane z siecią wodociągową, takie jak ciśnienie wody w sieci, pobór wody itd. Robi to poprzez włączanie pryszniców w budynkach mieszkalnych (symuluje szczyt poranny i wieczorny), włączanie poboru prądu w straży pożarnej (symuluje pożar) itp.. Użytkownik obserwuje odczyty na temat zmian ciśnienia w sieci wodociągowej w zależności od poboru wody oraz sprawdza, w których momentach wieża ciśnień zaczyna wspomagać sieć wodociągową; może też przeczytać pojawiające się w dymkach wyjaśnienia na temat poszczególnych elementów sieci oraz informacje historyczne i ciekawostki na temat samej wieży ciśnień w Ciechanowie.

Exp28B

# Wieża ciśnień



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 2 m x 1 m x 1 m

Wymagania: brak

Strefa tematyczna: C (ew. D)

## Opis ogólny

Ekspонат prezentuje system składający się z modelu wieży ciśnień w Ciechanowie, piętrowej fontanny i innych odbiorników wody. Układ ilustruje na prostym przykładzie funkcję, jaką pełniły wieże ciśnień. Poprzez interakcję umożliwia zwiedzającemu zrozumienie zasady ich działania.

Po uruchomieniu stanowiska przez zwiedzającego ciecz ze zbiornika płynie przez ekspонат i zasila fontannę. Początkowo wszystkie piętra fontanny są zasilane. Gdy użytkownik włącza kolejne odbiorniki wody i zmniejsza tym samym ciśnienie w układzie, górne piętra fontanny przestają działać. Wtedy zwiedzający uruchamia pompę napełniającą wieżę ciśnień. Napełnienie wieży wodą powoduje wzrost ciśnienia w układzie, a tym samym przywraca działanie górnych pięter fontanny.

Stanowisko jest wyposażone w monitor, na którym wyświetla się animacja ilustrująca obserwowany w eksponacie proces. Dzięki niej zwiedzający dowiadyuje się, w jaki sposób działa cały prezentowany układ.

## Skrócony opis edukacyjny

Wieża ciśnień to budynek w kształcie wieży, na którego szczycie znajduje się duży zbiornik z wodą. Zadaniem wieży ciśnień jest zapewnienie stabilnego ciśnienia wody w sieci kanalizacyjnej, z którą jest połączona. Ponieważ wieża ciśnień działa na zasadzie naczyń połączonych, jest w stanie dostarczyć wodę maksymalnie na taką wysokość, na jakiej znajduje się jej zbiornik, to buduje się je zazwyczaj w najwyższym punkcie w okolicy.

Ciśnienie wody, jaką może dostarczyć wieża, jest związane z różnicą wysokości między zbiornikiem wieży, a odbiornikiem wody.

$$p = \rho g (h_{\text{wieży}} - h_{\text{odbiornika}}),$$

gdzie:  $h$  – wysokość,  $g$  – przyspieszenie ziemskie,  $\rho$  – gęstość wody.

## Cel edukacyjny

1. Zapoznanie użytkownika z budową wieży ciśnień w Ciechanowie.
2. Ekspонат ułatwia zrozumienie takich pojęć, jak ciśnienie czy przepływ.

## Założenia konstrukcyjne

Ekspонат ma kształt skrzyni i jest przytwierdzony do podłoża. Na ścianie nad skrzynią jest umieszczony monitor. Na górnej powierzchni skrzyni znajduje się model wieży ciśnień w Ciechanowie (poziom szczegółowości modelu jest uzależniony od uwarunkowań materiałowo-konstrukcyjnych), model fontanny z dwoma lub trzema piętrami oraz modele dwóch lub trzech innych odbiorników wody. Modele są osłonięte przezrystym poliwęglanem, aby użytkownicy nie mogli ich bezpośrednio dotykać.

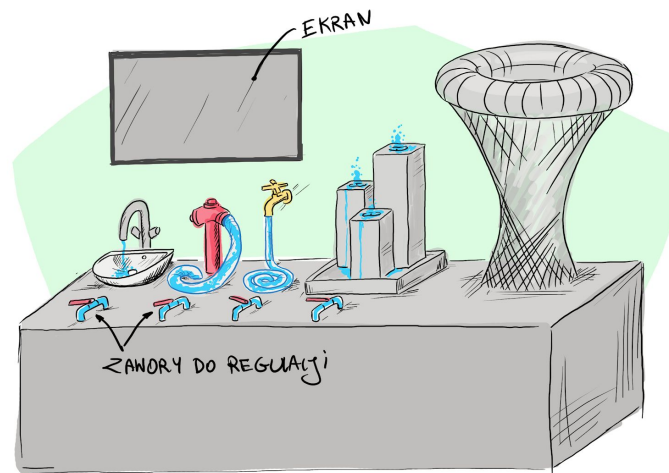
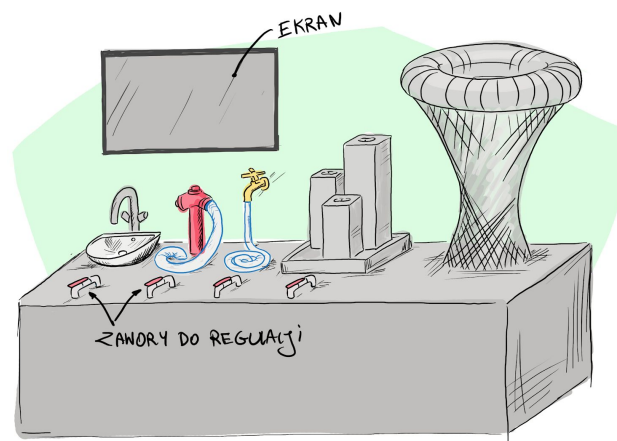
Na górnej lub czołowej powierzchni skrzyni znajdują się zawory (mechaniczne lub sterowane elektrycznie), za pomocą których użytkownik steruje odbiornikami wody oraz napełnia wodą zbiornik wieży ciśnień.

Ekspонат pracuje w obiegu zamkniętym – nie wymaga przyłącza wody oraz kanalizacji. Woda zastosowana w ekspozycji powinna zawierać dodatki, które zapewnią jej długotrwałą świeżość, albo powinien być zastosowany odpowiednik wody odporny na starzenie się.

## Interakcja zwiedzającego

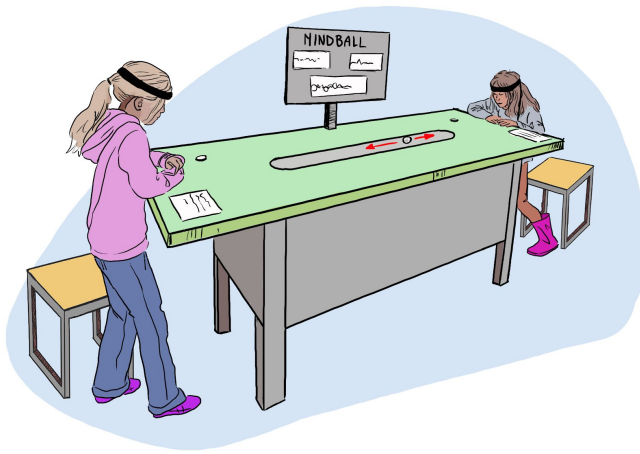
Użytkownik uruchamia eksponat przyciskiem. Przy użyciu odpowiednich zaworów steruje działaniem kolejnych odbiorników cieczy i tym samym zmienia ciśnienie w układzie. Ma również możliwość uruchomienia pompy napełniającej wieżę ciśnieniem cieczą.

Jednocześnie zwiedzający obserwuje na monitorach animację ilustrującą i wyjaśniającą procesy zachodzące w eksponacie.



E29

# Pojedynek mózgów



Orientacyjne wymiary:  
[W x S x G] 1,2 m x 0,6 m x 1,2 m

Wymagania: zasilanie elektryczne

Strefa tematyczna: C (ew. D)

## Opis ogólny

Ekspонат pokazuje działanie interfejsu człowiek-maszyna. Zwiedzający przy użyciu opasek odczytujących ich EEG siłują się, starając się przesunąć kulkę z jednego krańca stołu na drugi. Urządzenie, które steruje ruchem kulki, sterowane jest przy użyciu EEG graczy.

## Skrócony opis edukacyjny

Pracę nad stworzeniem możliwości komunikacji z urządzeniami jedynie poprzez polecenia myślowe (bez konieczności wykonywania ruchów) są coraz bardziej zaawansowane. Urządzenia tego typu znajdują w tej chwili głównie zastosowanie przy konstruowaniu urządzeń dla osób z ograniczoną mobilnością lub sparaliżowanych.

Jedną z metod sterowania urządzeniami polega na wykorzystaniu elektroencefalografu do odczytu przebiegu linii EEG aktywności mózgu. Ta metoda pozwala zaawansowanym użytkownikom na obsługę komputera, jednak szkolenie wymagane do tego trwa miesiącami.

## **Cel edukacyjny**

Zapoznanie użytkownika z działaniem interfejsu człowiek-maszyna działającego na zasadzie odczytu aktywności mózgu.

## **Założenia konstrukcyjne**

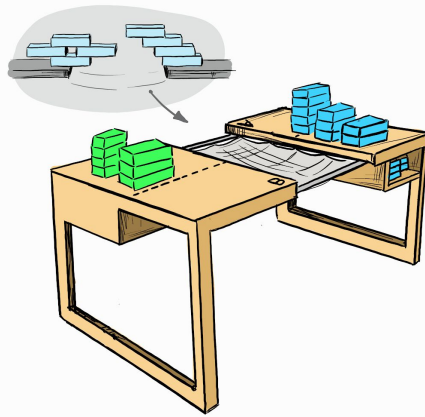
Stanowisko składa się z długiego stołu, na środku którego umieszczona jest kulka podłączona do zestawu elektrod w formie opaski zakładanej na czoło przez każdego ze zwiedzających. Każdy ze zwiedzających przy użyciu opaski steruje magnesem znajdującym się wewnątrz stołu, który przesuwają kulkę ku jednej lub drugiej krawędzi stołu. W zależności od tego, który z graczy ma wyższą aktywność EEG, ten może przesunąć kulkę na większą.

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający siadają po przeciwnych stronach stołu, na którego środku jest umieszczona kuleczka. Przy użyciu elektrod mogą sterować kuleczką i starać się ją odepchnąć od siebie. Gra kończy się w momencie, w którym jednemu z graczy uda się przepchnąć kuleczkę na przeciwny koniec stołu. Jednocześnie użytkownicy mogą obserwować na ekranie wykres swoich linii EEG.

Exp35

# Zbuduj most



Orientacyjne wymiary:  
[W x S x G] 1m x 1,2 m x 1,2 m

Wymagania: brak

Strefa tematyczna: D (ew. C)

## Opis ogólny

Ekspонат dwuosobowy. Interakcja polega na rywalizacji dwóch osób, których zadaniem jest budowanie mostów. Uczestnicy, korzystając z ograniczonej liczby prostokątnych cegiełek, budują konstrukcje na specjalnie skonstruowanym stole z przerwą w blacie. Klocki utrzymują się jedynie dzięki odpowiedniemu zachodzeniu na siebie nawzajem. Nie można używać żadnych elementów łączących jak klej, sznurek czy gwoździe.

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат dotyczy konstrukcji samonośnych oraz zasad równowagi (fizyka i matematyka).

Zbudowanie mostu bez wykorzystania podpór ani elementów łączących nie jest prostym zadaniem, ale możliwym do wykonania. Dany obiekt stoi stabilnie pod warunkiem, że jego środek ciężkości znajduje się pomiędzy jego punktami podporu. Tak jak człowiek, który stoi stabilnie dopóki jego środek ciężkości znajduje się pomiędzy nogami – gdy tylko przesuniemy środek ciężkości na bok, wychylając się, będziemy musieli używać własnej siły do stabilizowania pozycji. Tak samo klocki w ekspozycji będą leżały stabilnie, dopóki ich środek ciężkości będzie podparty, a jednocześnie środek ciężkości całej konstrukcji będzie się znajdował nad punktem podporu mostu.

## **Cel edukacyjny**

Zapoznanie użytkownika z zasadami budowy konstrukcji samonośnych oraz zasadami równowagi.

## **Założenia konstrukcyjne**

Ekspонат w postaci kwadratowego stołu z podłużną szeroką luką pośrodku (symbol rzeki). Pod spodem umieszczona jest siatka lub tkanina imitująca wodę, do której wpadają spadające klocki. Na przeciwnych końcach rzeki znajdują się dwa stanowiska do rywalizacji. Przy każdym z nich umieszczona taka sama liczba identycznych klocków.

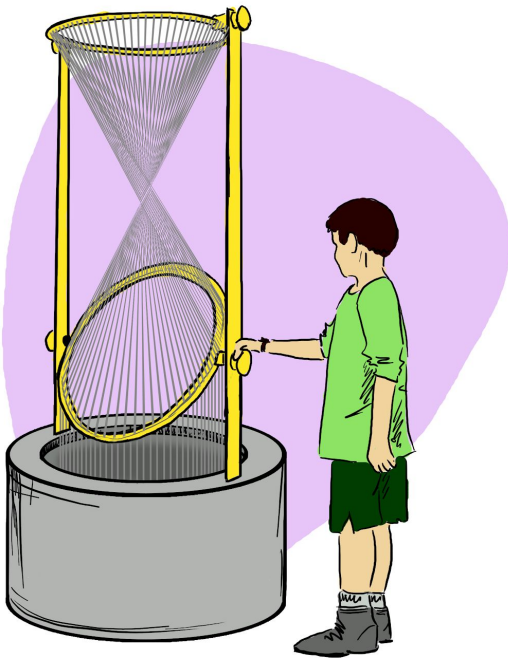
## **Interakcja zwiedzającego**

Dwoje zwiedzających staje na przeciwległych końcach rzeki, każdy przy swoim stanowisku. Ich zadaniem jest zbudowanie z dostępnych na stole klocków stabilnego mostu łączącego obie części blatu. Główną zasadą jest to, że klocków nie można sklejać, zbijać, związywać ani w żaden inny sposób trwale łączyć. Można jedynie ustawiać je jeden na drugim, wykorzystując znaczenie środka ciężkości całej konstrukcji. Wygrywa ta osoba, która jako pierwsza stworzy konstrukcję łączącą oba brzegi rzeki.



Exp 37

# Skrecone nici



## Opis ogólny

Ekspонат jest modelem powierzchni drugiego stopnia (kwadryki) zwanej hiperboloidą jednopowłokową tworzący charakterystyczny splot skreconych pionowych nici. Jest to przykład obrotu powierzchni cylindrycznej, w której kształt jest wytwarzany przez obrót hiperboli (dwóch parabol) wokół osi symetrii tej hiperboli.

Hiperboloida jednopowłokowa została odkryta przez Archimedesusa. W architekturze kształt ten stanowi często podstawę brył jak np. chłodni kominowych, wież ciśnień (jak ta w Ciechanowie), silosów, a także jako element ozdobny do obiektów przemysłowych czy użyteczności publicznej.

Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 2 m x 0,7 m x 0,7 m

Wymagania: brak

Strefa tematyczna: D (ew. B, C)

## Skrócony opis edukacyjny

Charakterystyczny splot skręconych nici to model hiperboloidy obrotowej, powierzchni powstałej przez obrót względem siebie dwóch podstaw cylindra.

Wzór opisujący hiperboloidę obrotową to:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1.$$

Kształt hiperboloidy obrotowej jest często wykorzystywany w architekturze, np: w wieży ciśnień w Ciechanowie lub w The Canton Tower (wieża obserwacyjna w Chinach o wysokości 604 metrów, czyli 2,5 raza wyższa niż Pałac Kultury w Warszawie). W XIX wieku kształt hiperboloidy obrotowej nadawano panoramom malarskim, co miało służyć spotęgowaniu efektu zacierania się granicy między powierzchnią płótna a przestrzenią przed nim. Najbardziej znanym przykładem takiego zastosowania hiperboloidy obrotowej w Polsce jest *Panorama Raclawicka*.

## Cel edukacyjny

Zapoznanie zwiedzającego z zasadą powstawania hiperboloidy, czyli jednej z tzw. powierzchni drugiego stopnia.

## Założenia konstrukcyjne

Ekspонат zbudowany jest z dwóch podwójnych poziomych pierścieni umieszczonych w sporej odległości od siebie na pionowych wspornikach. Dwa górne mogą jedynie przechylać się wokół średnicy pierścieni, natomiast dwa dolne dodatkowo mogą obracać się wokół własnej osi. Każda para składa się z większego (zewnątrznego) i mniejszego (wewnętrznego) pierścienia, nieznacznie różniących się wielkością i umieszczonych względem siebie jeden w drugim.

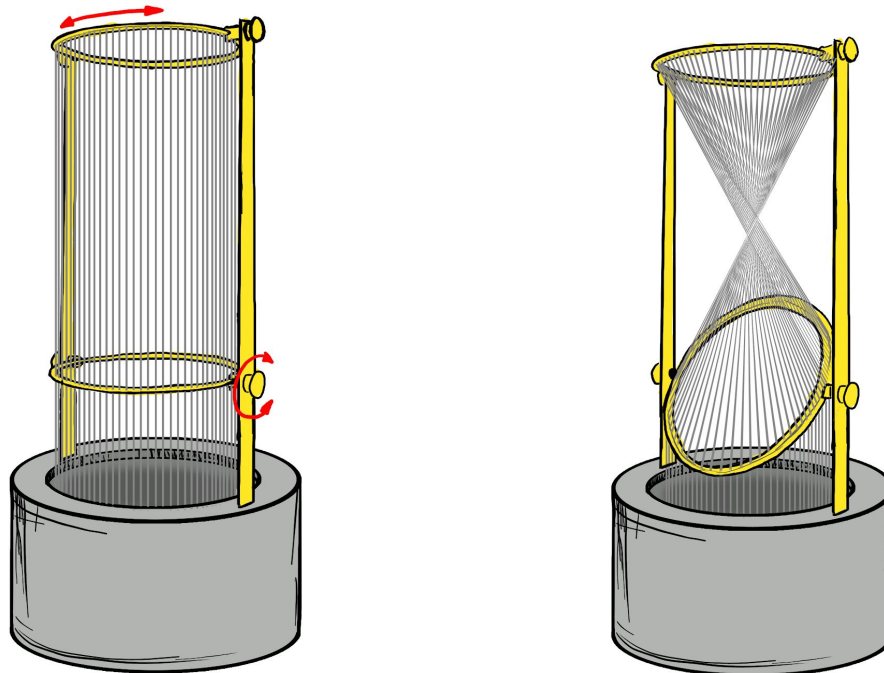
Pomiędzy zewnętrznymi i wewnętrznymi pierścieniami poprowadzone są dwa komplety nitek w różnych kolorach. Każda nitka przymocowana jest na stałe w górnym pierścieniu, zwisa poprzez otwór w dolnym pierścieniu i kończy się poniżej małym obciążnikiem, służącym do naciągania i regulacji długości.

Układ nitek w stanie spoczynkowym tworzy kształt cylindra. Poprzez zmianę symetrię pierścieni lub obracanie dolnymi pierścieniami można utworzyć różne kształty hiperboloidy.

Ekspонат znajduje się na niewielkim owalnym postumencie. Można go przesuwać w obrębie ekspozycji.

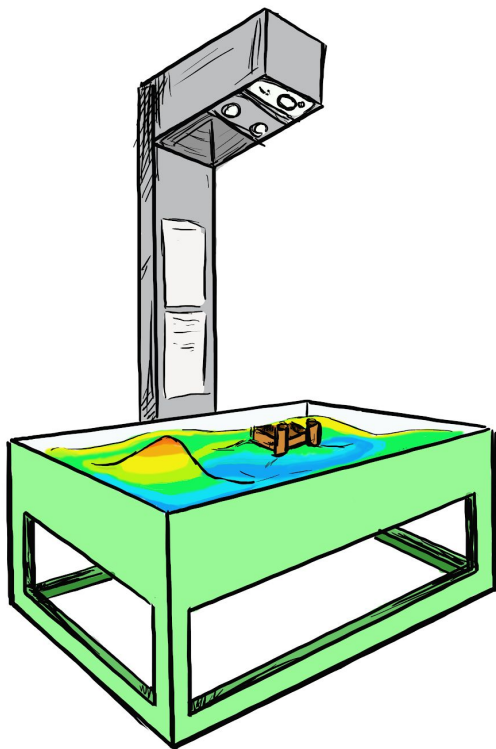
## Interakcja zwiedzającego

Zwiedzający na początek obserwuje cylindryczny kształt układu nitek. Następnie skręca dolnymi pierścieniami (w prawo lub w lewo) i obserwuje, jaki kształt przybiera cała struktura. Dodatkowo może pochylać pierścienie i sprawdzać, jak wpłynie to na utworzony kształt. Przy odpowiednim skręceniu nici użytkownik uzyskuje kształt odpowiadający konstrukcji podstawy ciechanowskiej wieży ciśnień.



Exp 39

# Krajobraz zamkowy



Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 2,5 m x 2 m x 1 m.

Wymagania: zasilanie elektryczne.

Strefa tematyczna: A

## Opis ogólny

Stanowisko, które uczy, w jaki sposób kolorowe mapy odwzorowują ukształtowanie terenu. Użytkownik w dowolny sposób kształtuje teren (przesuwa piasek), na który rzuca obraz mapy hipsometrycznej, i obserwuje, jak się ten obraz zmienia. Dodatkowo, aby nadać eksponatowi lokalny charakter, w skrzyni umieszczono model zamku Książąt Mazowieckich z Ciechanowa, który można ustawiać w obrębie kształtowanego terenu.

## Skrócony opis edukacyjny

Mapa hipsometryczna dzięki wykorzystaniu linii hipsometrycznych pokazuje na płaskiej kartce nie tylko odległość między dwoma punktami, lecz także wysokość, na jakiej się znajdują. Oprzyrządowanie stanowiska na bieżąco analizuje powierzchnię kształtowaną przez użytkownika i rzutuje na piasek kolorową mapę hipsometryczną, na której poszczególne kolory odpowiadają różnym wysokościami (lub głębokościami). Skala barw użyta w mapie hipsometrycznej wykorzystuje właściwości ludzkiej percepcji, która obiekty czerwone kojarzy jako znajdujące się blisko, zielone jako oddalone, a niebieskie jako bardzo dalekie.

## **Cel edukacyjny**

Zapoznanie zwiedzającego z charakterystyką ukształtowania terenu i obrazu map hipsometrycznych. Ekspонат rozwija wyobraźnię przestrzenną. Uczy, czym są poziomice i jak kolory na mapie odwzorowują ukształtowanie terenu.

## **Założenia konstrukcyjne**

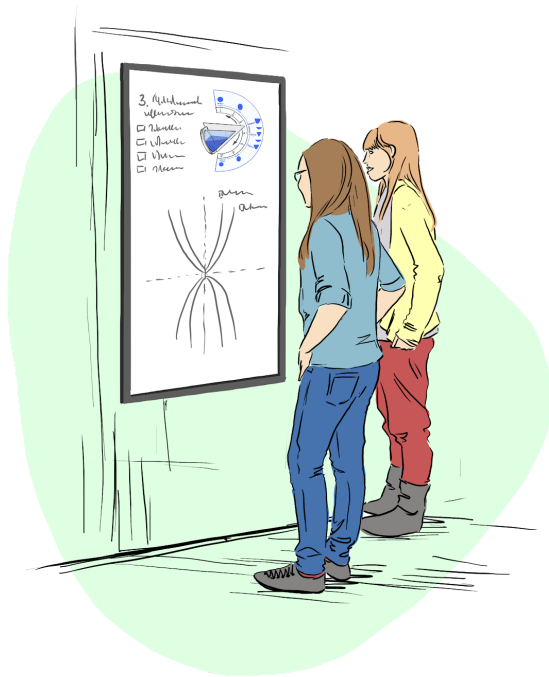
Ekspонат składa się z płytkiej skrzyni stojącej na nóżkach, wypełnionej sztucznym piaskiem. Nad skrzynią zamontowane jest rusztowanie, na którym jest osadzona kamera z czujnikiem odległości (bada wygląd powierzchni piasku) oraz rzutnikiem (wyświetla mapę).

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający stoi przy skrzyni, własnoręcznie kształtuje rzeźbę terenu i w czasie realnym obserwuje zmianę obrazu mapy. Rozsypując piasek, symuluje opady. Jeśli umieści rękę minimum metr nad powierzchnią piasku, czujnik odległości zinterpretuje ją jako chmurę, a na obszarze pod nią pojawią się symulowane opady deszczu. Teren można kształtować również, biorąc pod uwagę obecny w ekspozycji model zamku i np. zbudować mu fosę.

Exp 41

# Na do widzenia



## Opis ogólny

Stanowisko multimedialne pozwalające na sprawdzenie wiedzy zdobytej w czasie zwiedzania wystawy. Zwiedzający wypełnia quiz składający się z 6 pytań (losowo przydzielonych z puli 40) odnoszących się do poszczególnych eksponatów. Quiz w formule *Milionerów*, przy każdym pytaniu są cztery możliwe odpowiedzi do wyboru.

Orientacyjne wymiary:

[W x S x G] 1,2 m x 0,8 m x 1 m

Wymagania: zasilanie elektryczne

Strefa tematyczna: ... (ew. D)

## Skrócony opis edukacyjny

Ekspонат porusza zagadnienia przedstawione we wszystkich strefach ekspozycji (trzech spośród czterech obszarów tematycznych: iluzji, matematyki i fizyki, techniki i architektury).

Pytania dotyczące iluzji odnoszą się do działu fizyki zwanego optyką oraz neurologii.

Pytania dotyczące matematyki i fizyki dotyczą m.in. geometrii przestrzennej, prawa Archimedesesa i twierdzenia Pitagorasa.

Ekspонат poruszy też zagadnienia takie jak koła zębate, żyroskop i ciąg Fibonacciego.

Wskazanie poprawnej odpowiedzi będzie możliwe dla każdego, kto z uwagą zwiedzi wystawę – niezależnie od jego wieku.

Poniżej propozycje pytań dotyczących dwóch ekspонатów. Zawiera dwie wersje pytań - do wyboru. Wersja pierwsza dotyczy obserwacji poczynionych przez zwiedzającego, który korzystał z eksponatów. Wersja druga odnosi się nie tylko do obserwacji, lecz także do treści merytorycznych (praw, zasad itd.), które są zawarte w opisach eksponatów.

### Exp07

#### Wersja 1.

Co się stanie z piłką umieszczoną w pionowym strumieniu powietrza?

- a) Będzie utrzymywała się w strumieniu powietrza.
- b) Odleci na bok.
- c) Odleci do góry.

#### Wersja 2

Dlaczego piłka umieszczona w pionowym strumieniu powietrza nie ucieka z niego?

- a) Strumień powietrza podtrzymuje piłkę.
- b) Niższe ciśnienie panujące w strumieniu powietrza nie pozwala piłce się wydostać.
- c) Strumień powietrza odpycha piłkę.

### Exp24

#### Wersja 1

Co się dzieje z walizką z umieszczonym wewnątrz żyroskopem, gdy próbujemy skrócić, niosąc ją w rękę?

- a) Nic.

- b) Pozostaje w miejscu.
- c) **Stawia opór.**

Wersja 2

Co się dzieje z walizką z umieszczonym wewnątrz żyroskopem, gdy próbujemy skrócić, niosąc ją w rękę?

- a) Nic.
- b) **Zgodnie z zasadą zachowania momentu pędu żyroskop dąży do utrzymania stałej osi obrotu.**
- c) Żyroskop spowalnia.

## **Cel edukacyjny**

Podsumowanie wiedzy zdobytej podczas zwiedzania wystawy.

## **Założenia konstrukcyjne**

Stanowisko składa się z ekranu dotykowego o przekątnej 32". Ekran ustawiony pod kątem. Obudowa pasująca do reszty eksponatów.

Na ekranie wyświetlane są kolejne pytania z czterema możliwymi odpowiedziami, z czego tylko jedna jest poprawna. Ekspонат zawiera 40 pytań, z czego użytkownik odpowiada na 6 z nich (wybrane losowo z puli). Mała liczba pytań w kiosku multimedialnym ma zapewnić przepustowość ekspozycji, z którego zwiedzający będą korzystał za zakończenie zwiedzania wystawy.

Istnieje także możliwość przygotowania tego stanowiska w postaci aplikacji na telefon lub na stronę internetową (to jest sugerowane rozwiązanie). Takie rozwiązanie da możliwość zwiększenia liczby pytań.

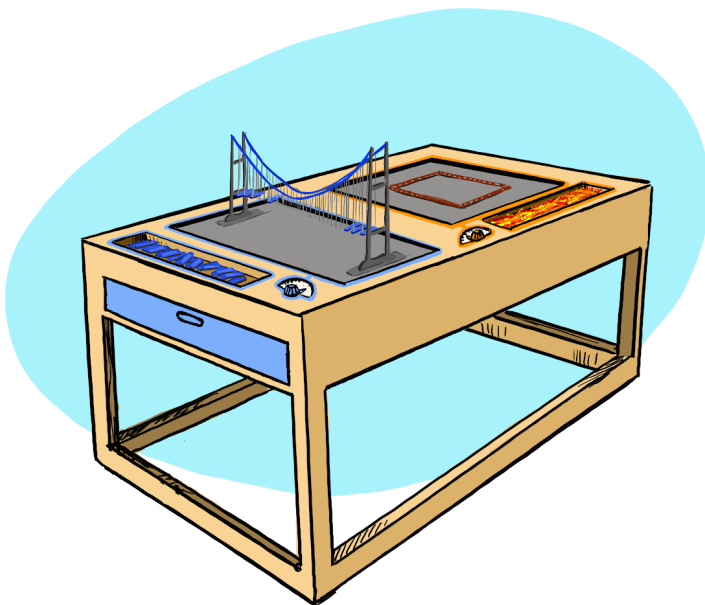
## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający wypełnia quiz składający się z pytań nawiązujących do treści ekspozycji tworzących wystawę. Po rozwiązaniu quizu użytkownik może przesłać na adres e-mail swój quiz oraz rozszerzoną wersję quizu do wypełnienia w domu.



Exp 42

# Chwiejne konstrukcje



Orientacyjne wymiary:  
[W x S x G] 1 m x 1,2 m x 0,8 m

Wymagania: Dostęp do prądu

Strefa tematyczna: D (ew. C)

## Opis ogólny

Ekspozycja pozwala zapoznać się z jednym z ważniejszych wyzwań stojących przed konstruktorami budynków i mostów, jakim są drgania rezonansowe konstrukcji. Drgania są wywoływane takimi czynnikami, jak podmuchy wiatru bądź bliskość linii kolejowej. Nawet drgania o niewielkiej sile mogą doprowadzić do uszkodzenia konstrukcji, jeżeli mają odpowiednią częstotliwość. Zwiedzający będą mogli zapoznać się z tym zjawiskiem na przykładzie mostu i wieżowca.

## Skrócony opis edukacyjny

Jednym z wyzwań stojących przed architektami i konstruktorami są drgania rezonansowe konstrukcji. Każdy obiekt fizyczny posiada częstotliwość rezonansową – to znaczy taką, przy której nawet przy użyciu niewielkiej siły (ale działającej w odpowiednich odstępach czasu!) jesteśmy w stanie rozhuścić dany obiekt. Taki efekt obserwujemy na huśtawce – jeżeli popychamy huśtawkę w odpowiednich momentach, to możemy ją mocno rozhuścić nawet niewielką siłą, ale jeżeli będziemy ją popychali w nieodpowiednim momencie, będziemy ją hamować.

Nieuwzględnienie tego efektu doprowadziło m.in. do katastrofy mostu Tacoma w 1940 roku.

## **Cel edukacyjny**

Zapoznanie zwiedzających z pojęciem rezonansu i jego znaczeniem przy konstrukcji budowli.

## **Założenia konstrukcyjne**

Ekspонат składa się z dwóch zestawów klocków umieszczonych na stole z dwoma stanowiskami do budowy konstrukcji. Jeden komplet klocków magnetycznych służy do mocowania pomiędzy przęsłami ustawionymi na stole. Przęsła mają możliwość wykonywania niewielkich drgań harmonicznym o ustalonej przez zwiedzającego amplitudzie. Drugi komplet klocków jest przeznaczony do budowy szkieletu wieżowca. Podstawa, na której ma powstawać szkielet, drga z częstotliwością ustaloną przez zwiedzającego. W skład zestawu klocków wchodzić wsporniki poziome oraz wsporniki skośne. Częstotliwość drgań mostu i wieżowca regulowana jest przy użyciu potencjometrów obrotowych z wyświetlaczem podającym częstotliwość. Stół posiada dwa wgłębienia do przechowywania klocków oraz szufladę na elementy zapasowe.

## **Interakcja zwiedzającego**

Zwiedzający buduje z klocków magnetycznych most, a następnie przy użyciu potencjometru poszukuje częstotliwości rezonansowej, która jest w stanie zburzyć konstrukcję.

Zwiedzający buduje wieżę, a następnie testuje jej wytrzymałość – zmieniając rozłożenie wsporników, wpływa na wytrzymałość konstrukcji.

