

## KARTA EKSPONATU nr 5 M5

**Nazwa eksponatu (robocza):**

### Wahadło piaskowe

**Przekaz merytoryczny/cel edukacyjny eksponatu:**

Poznanie zasady działania wahadła - obserwacja ruchu harmonicznego, poprzez doświadczenie rysowanych piaskiem krzywych Lissajous.

**Opis eksponatu:**

#### 1. O czym jest/czemu służy eksponat:

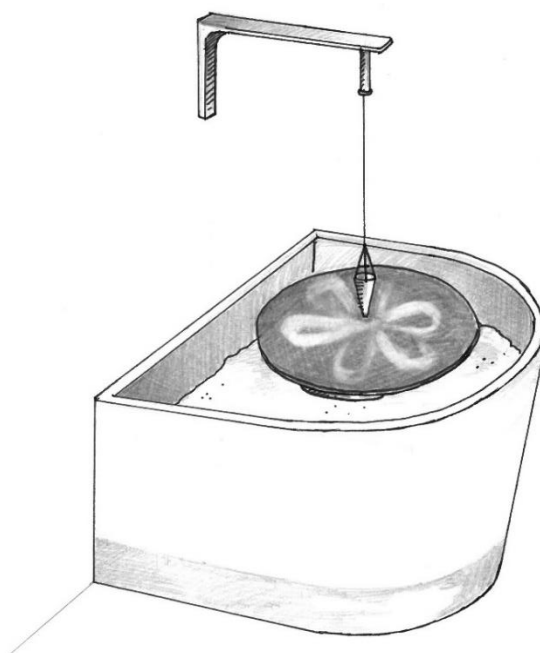
Eksponat, którego główną częścią jest wahadło matematyczne, ma na celu pokazanie piękna krzywych Lissajousa i wytłumaczenie procesu ich powstawania. Dzięki wprowadzeniu w ruch leja i wypełnienie go piaskiem, na płaszczyźnie pod wahadłem wykreślane są krzywe. Krzywe te są wynikiem drgań harmonicznym wahadła, opisanych wzorem  $x(t) = A \sin(at + \varphi)$ ,  $y(t) = B \sin(bt)$ . Jeśli wahadło waha się tylko w jednej płaszczyźnie, a są dwie takie możliwości, to wysypujący się piasek tworzy linię prostą. Pozostałe przypadki są wynikiem drgań jednocześnie w dwóch płaszczyznach. Powstające rysunki zależą od wzajemnych stosunków częstotliwości drgań składowych wahadła oraz miejsca rozpoczęcia wahań, a powstałe kształty nazywamy figurami Lissajous. Jeśli stosunek częstotliwości drgań ten jest liczbą wymierną, powstający rysunek utworzy krzywą zamkniętą.

Proste rozwiązanie zsypywania piasku z tarczy (reset urządzenia) możliwe skraca czas przygotowania stanowiska dla kolejnego użytkownika.

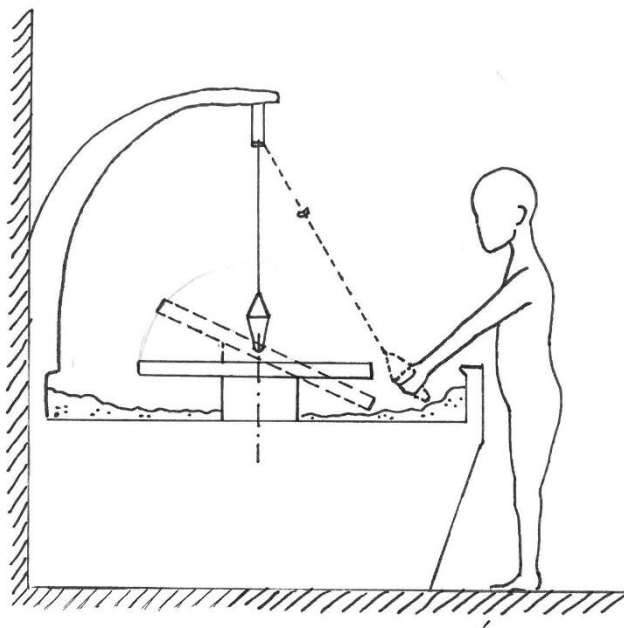
#### 2. Rysunki:

Rysunki nie przedstawiają końcowego wyglądu eksponatu a jedynie rozmieszczenie kluczowych elementów.

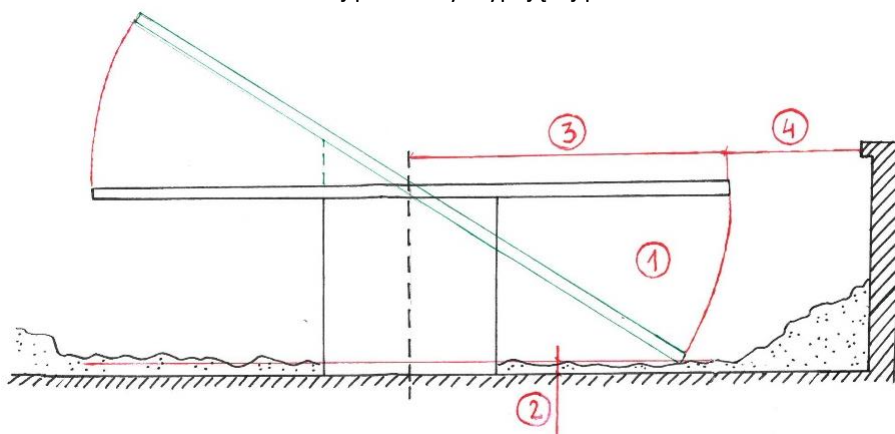
Widok ogólny:



Rzut z boku:



Przekrój platformy zsypującej piasek:



- 1 - odchylenie tarczy blatu roboczego – minimum 33 stopnie
- 2 - przestrzeń pomiędzy krawędzią tarczy blatu roboczego przy maksymalnym wychyleniu, a dnem stołu - minimum 12 mm
- 3 - promień blatu roboczego –minimum 500 mm
- 4 - przestrzeń pomiędzy krawędzią blatu roboczego a rantem stołu - minimum 230 mm

### 3. Opis kluczowych elementów:

Eksponat typu wannowego, na który składają się:

#### 3.1 Stół/obudowa

- Przewidziana możliwość dostawienia do ściany.
- Stół okalają ranty w kształcie litery C o wysokości równej lub nieznacznie wyższej niż wysokość blatu roboczego.
- Odległość pomiędzy rantami a ruchomą tarczą z każdej strony, od której użytkownik może podejść do eksponatu, wynosi przynajmniej 230 mm.

- Dno stołu wokół blatu roboczego wypełnione piaskiem kwarcowym o jednolitym jasnym kolorze i drobnej gramaturze.
- Konstrukcja obudowy pozwala na korzystanie z eksponatu przez osoby poruszające się na wózkach inwalidzkich.

### 3.2 Ruchome pole robocze

- Pole robocze w kształcie koła, przymocowane do dna stołu i wystające ponad warstwę piasku.
- Wysokość blatu roboczego dostosowana do kąta naturalnego stoku suchego piasku kwarcowego (33 stopnie), pomiędzy płaszczyzną ruchomej tarczy a dnem ekspozytora.
- Plansza w kolorze czarnym, wykonana z materiału jednorodnego w masie koloru czarnego o grubości od 8 do 25 mm.
- Promień koła o długości 500 mm.
- Błat zamocowany na przegubie, umożliwiającym przechylenie go w dowolnej osi i oczyszczenie blatu z piasku.
- Przechył i powrót tarczy do pozycji poziomej wykonywany z dużym oporem.
- Warstwa wierzchnia blatu o możliwie gładkiej powierzchni, umożliwiającą swobodne spadanie piasku po przechyleniu tarczy. Ważne by po przechyleniu blatu roboczego, odległość jego krawędzi od powierzchni dna ekspozytora wynosiła przynajmniej 12 (zgodnie z normą PN-EN 1176: wykluczająca ryzyko zakleszczenia palca przez element ruchomy o zmiennym przekroju szczeliny).

### 3.3 Statyw

- Statyw podtrzymujący wahadło, przymocowany do obudowy stołu.
- Statyw stabilny, odporny na uszkodzenia mechaniczne i wyłamanie.
- Ramię statywu o długości sięgającej do poziomu centralnego punktu blatu roboczego.

### 3.4 Wahadło

- Przymocowane na cięgnie do statywu.
- W przypadku zaistnienia takiej konieczności możliwe jest ograniczenie zasięgu wahadła poprzez zastosowanie sztywnej obudowy na górze cięgna.
- Cięgno wyciągane ze statywu w celu nabrania piasku. Na odpowiednim odcinku cięgna przymocowana blokada, ograniczająca zakres wciąganego odcinka.
- Wahadło zakończone lejkiem, przymocowanym do cięgna na elastycznych połączeniach.
- Wymiary lejka: górny otwór o średnicy około 80-100 mm, dolny około 5-10 mm.

### 4. Przebieg interakcji:

- Użytkownik podchodzi do stanowiska i jeżeli jest to konieczne, zgodnie z instrukcją oczyszcza blat roboczy z pozostałego na nim piasku.
- Zwiedzający bierze do ręki lejek, wyciąga go na linie ze statywu i nabiera w niego piasek. Zatykając palcem wylot lejka, użytkownik ustawia go w pozycji, z której chce rozpocząć doświadczenie.
- Po wypuszczeniu z dłoni lejka, obserwuje krzywe Lissajousa zakreślane piaskiem na blacie roboczym.
- Po powrocie wahadła do stanu spoczynku, użytkownik przygotowuje pole robocze dla kolejnego użytkownika, oczyszczając blat poprzez przechylenie go i zsypanie piasku.

### 5. Informacje dodatkowe:

- Elementy wykonane z materiału lub pokryte powłoką odporną na zadrapania.
- Elementy mechaniczne, w tym przegub, odporne na zatarcie piaskiem.
- Należy przewidzieć łatwy system wymiany piasku.
- Wszystkie krawędzie zaokrąglone lub sfazowane.
- Należy wykluczyć możliwość rozbijania wahadła w takim stopniu, żeby stwarzało zagrożenie dla innych użytkowników.

- Uwzględnienie w obudowie eksponatu miejsca do przechowywania szufelki i szczotki w celu szybkiego uprzątnięcia wysypanego na podłogę piasku.
- Należy dostarczyć 500 kg zapasu piasku.

**6. Szacunkowe wymiary powierzchni:**

Długość 1425-1500 mm x szerokość 1330-1400 mm x wysokość stołu ok. 712-750 mm

**7. Czas interakcji:**

1-2 minuty