

Krzywe Lissajous

BUDUJEMY I EKSPERYMENTUJEMY

Nasz model składa się z ramy umieszczonej na kwadratowej podstawie, na której zawieszone jest opisane wcześniej wahadło podwójne. Górne wahadło może wykonywać ruchy tylko w jednej płaszczyźnie, dolne zawieszone na górnym względem punktu zawieszenia, w płaszczyźnie dowolnej. Masą obciążającą wahadło jest mały, plastikowy lejek. Materiałem rysującym tor ruchu wahadła jest drobny piasek. Najlepszym do tego celu jest piasek dla szynsżyli, sprzedawany w sklepach zoologicznych. Ma on bardzo małe ziarenka, dzięki czemu znakomicie wysypuje się z lejka. Dla uzyskania odpowiedniego tempa wysypywania się piasku, w wylocie lejka zamocowany jest drewniany reduktor.

NARZĘDZIA

nożyczki, nóż introligatorski, ołówek, linijka, pistolet do kleju na gorąco (z zapasem kleju), wiertarka stołowa, wiertarka ręczna, wiertło średnicy 1.0 i 1.5 mm, wiertło stożkowe do fazowania (zastępczo wiertło 6.0 mm), papier ścierny (kostka) nr 100, wybijak do wycinania otworów o średnicy 3.0 mm

MATERIAŁY

- tektura introligatorska 2.0 mm lub grubsza (może być falista),
- tektura introligatorska 1.5 mm,
- karton 350 g,
- arkusz z bloku rysunkowego formatu A3, czarny lub w ciemnym kolorze,
- mały plastikowy lejek,
- pręt drewniany średnicy 6 mm,
- cienki sznurek lub kordonek,
- taśma klejąca dwustronna,
- drut stalowy o średnicy 1.0 mm

MONTAŻ

- z tektury wyciąć podstawę o wymiarach 220 x 220 mm,
- z tektury 1.5 wyciąć elementy ramy przyrządu: dwa prostokąty 50 x

310 mm i prostokąt 45 x 295 mm,

- z kartonu 350 g wyciąć dwa paski o wymiarach 20 na 180 mm, zagiąć wzdłuż osi symetrii, tak aby powstały kątowniki o szerokości boków 10 mm i długości 180 mm,

- elementy ramy uformować w kątowniki o wymiarach: 25 x 25 x 310 (pionowe, dwie sztuki), 20 x 15 x 295 (poziome, jedna sztuka),

- z arkusza z bloku rysunkowego wyciąć kwadrat o boku 210 mm,

- kwadrat nakleić na podstawie, tak aby z każdej strony został margines o szerokości 5 mm,

- w poziomym elemencie/kątowniku ramy wykonać symetrycznie dwa otwory o średnicy 3.0 mm

w odległości 100 mm od siebie,

- ramę skleić i przymocować do podstawy,

- w lejku wywiercić dwa otwory średnicy 1.5 mm rozmieszczone na jego średnicy przy krawędzi,

- z drutu wygiąć pałąk w kształcie trójkąta o boku ~35 mm i zamocować do lejka,

- z pręta drewnianego średnicy 6 mm odciąć kawałek o długości 20 mm,

- nawiercić pręt osiowo wiertłem o średnicy 1.0 mm,

- rozwiercić z jednej strony otwór wiertłem stożkowym lub o średnicy 6.0 mm, tak aby powstał w nim minia-turowy lejek,

- wsunąć pręt do nóżki lejka, część rozwiercona powinna znajdować się we wnętrzu,

- zawiesić lejek na ramie przy pomocy sznurka tak, jak to pokazuje fotografia modelu, odcinek prosty sznurka powinien mieć ~60 mm długości, odcinek w kształcie litery „V” ~120 mm, długość zawieszenia należy ustalić doświadczalnie, tak żeby wylot lejka z drewnianym elementem redukcyjnym znajdował się około 10 mm nad podstawą,

- kątowniki z kartonu przykleić do krawędzi podstawy tak, jak to widać na fotografii (w narożniku, w którym stykają się końce kątowników powinna powstać niewielka szczelina.

Po wsypaniu piasku do lejka, wahadło należy wprowadzić w ruch w taki sposób, żeby wykonywało ono drgania w dwóch płaszczyznach. Wysypujący się z wnętrza lejka piasek narysuje na podstawie tor ruchu wypadkowego złożonego z dwóch ruchów drgających prostych. W zależności od kierunków przyłożenia sił wyprowadzających wahadła z równowagi, tor będzie obrazem ruchów drgających prostych prostopadłych do siebie lub krzywych Lissajous. Przed każdym następnym uruchomieniem wahadła lub skończonej sesji, zsypujemy piasek do kubeczka albo innego naczynia, przechylając model i kierując piasek do szczeliny w narożniku.