

Dokumentace k programu Pendulum2

M. Rost, V. Hubata-Vacek

ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19

Praha 1

m.rost@seznam.cz, v.hubata@seznam.cz

1. - Měření tíhového zrychlení pomocí reverzního kyvadla
2. - Program Pendulum2
 - 2.1. - Popis programu
 - 2.1.1. - Hlavní okno programu
 - 2.1.2. - Možnosti programu
 - 2.2. - Návod k použití programu

1. Měření tíhového zrychlení pomocí reverzního kyvadla

Tíhové zrychlení je důležitá konstanta, vystupující v mnoha vzorcích mechaniky, jeho hodnota závisí na vzdálenosti od středu Země a na zeměpisné šířce. Jeden ze způsobů jak hodnotu tíhového zrychlení určit je pomocí matematického kyvadla. Matematické kyvadlo je ale definováno jako hmotný bod na nehmotném závěsu, proto se pro přesnější výpočet používá kyvadlo reverzní.

Pro dobu kmitu reverzního kyvadla platí vztah:

$$(1) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgx}}$$

kde I je moment setrvačnosti kyvadla, m jeho hmotnost a x vzdálenost osy rotace od hmotného středu

V našem případě se reverzní kyvadlo skládá z ocelové tyče na které jsou symetricky umístěny dva břity (osy rotace). Po kyvadle se posouvají dvě ocelové čočky čímž se mění poloha těžiště a tedy i moment setrvačnosti. Nastavíme-li čočky tak aby na tyči byli asymetricky položeny a doby kmitu kolem obou os se rovnaly dostáváme redukovanou délku. Redukovaná délka fyzického kyvadla je taková délka matematického kyvadla, které by mělo s fyzickým kyvadlem stejnou dobu kyvu.

Pro redukovanou délku tedy platí vztah:

$$(2) \quad l = \frac{I}{mx}$$

Po dosazení vztahu (2) do vztahu (1) dostáváme vztah pro tíhové zrychlení:

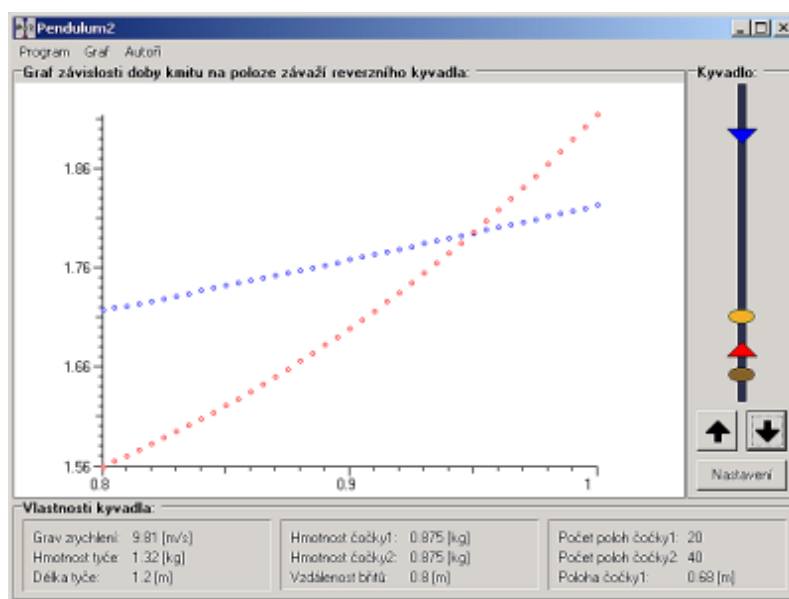
$$(3) \quad g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

2. Program Pendulum2

Program Pendulum2 byl vytvořen ve snaze usnadnit hledání vhodných poloh pro umístění čoček reverzního kyvadla. Pomocí výše popsaného matematického modelu program odhaduje přibližnou polohu obou čoček kyvadla.

2.1. Popis programu

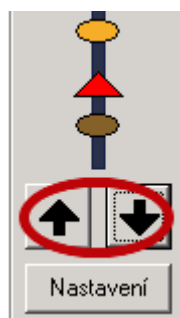
Hlavní okno programu se skládá ze dvou základních částí grafu a ovládacího panelu (Obr1).



Obr1: Hlavní okno programu

Ovládací panel:

Ovládací panel obsahuje náčrt podoby kyvadla, s rozmístěním břitů a čoček, a ovládací prvky. Pomocí tlačítek, označených šipkami uživatel pohybuje nezafixovanou čočkou (Obr2).



Obr2: Ovládací prvky k pohybu čočkou

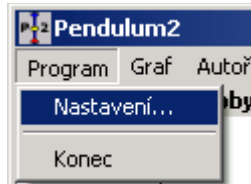
Graf:

Graf zobrazuje dvě závislosti. První je závislost umístění zafixované čočky na době kmitu kyvadla pro kmity kolem první osy kyvadla. Druhá závislost zobrazuje tutéž situaci pro kmity kolem druhé osy kyvadla.

2.1.2. Možnosti programu

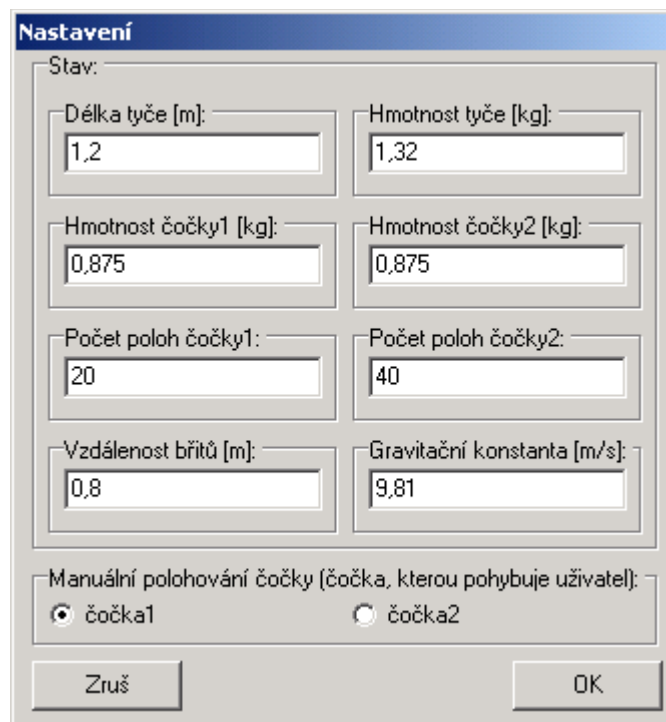
Nastavení:

vyvolání pomocí: Program -> Nastavení (Obr3) nebo pomocí tlačítka "Nastavení" na ovládacím panelu



Obr3: Aktivace nastavení

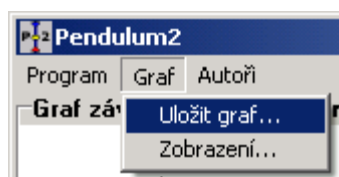
Uživatel může nastavit délku a hmotnost tyče, hmotnost a počet poloh čoček, vzdálenost břitů kyvadla, gravitační konstantu. Zároveň lze zvolit, která čočka bude polohovatelná (Obr4).



Obr4: Nastavení parametrů kyvadla

Uložení grafu:

vyvolání pomocí: Graf -> Uložit graf (Obr5)

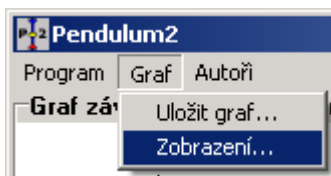


Obr5: Uložení grafu

Uživatel může uložit graf do rastrového souborů. K dispozici jsou formáty *.bmp a *.jpg.

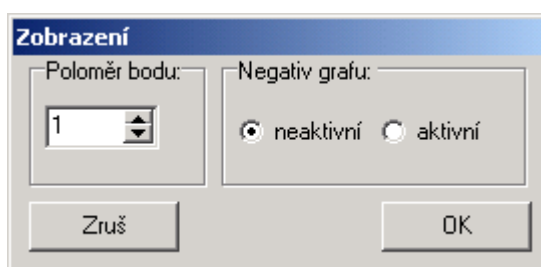
Zobrazení:

vyvolání pomocí: Graf -> Zobrazení (Obr6)



Obr6: Aktivace nastavení zobrazení

Uživatel může nastavit velikost bodu v grafu nebo změnit barevné provedení grafu na inverzní (Obr7).



Obr7: Nastavení zobrazení grafu

2.2. Návod k použití programu

Uživatel zvolí, která ze dvou čoček bude zafixována (nebude s ní možno pohybovat), ručně pak nastavuje polohu druhé, nezafixované čočky. Program Pendulum zatím pro každé uživatelské umístění pohyblivé čočky automaticky projde všechny možnosti umístění zafixované čočky a vykreslí závislosti polohy této čočky na době kmitu, pro kmity kolem obou os kyvadla. Úkolem uživatele je odečíst x-ovou souřadnici průsečíku obou závislostí v grafu a do této pozice umístit zafixovanou čočku.