Algodoo

Radim Kusák

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze

Abstrakt

V rámci příspěvku se podíváme na základní ovládání Algodoo a poté si ukážeme jednoduché simulace z mechaniky a optiky. Podíváme se např. jak si zobrazit působící síly na těleso, grafy polohy, rychlosti a zrychlení, nebo na chod paprsků spojkou a rozptylkou.

Co je to Algodoo

Algodoo (dříve známé pod názvem PHUN) je jedno ze simulačních prostředí (viz obr. 1), které se dají využít ve výuce fyziky. Algodoo se nejlépe hodí na mechaniku a optiku, našly by se ale i další zajímavé aplikace – např. astrofyzice.

Pro jednoduchou představu, co Algodoo dokáže, doporučuji zhlédnout motivační video [1]. Pokud chce učitel s Algodoo začít, je dobré se podívat na Tutorialy, které jsou přímo součástí programu.



Obr. 1: Simulační prostředí Algodoo s úvodní obrazovkou popisující ovládání tohoto programu/aplikace

Algodoo je pro výuku zdarma a je dostupné pro operační systémy Windows, MacOS a iOS. V rámci jazykové podpory je i čeština, ale ne všechny termíny jsou zatím přeloženy správně. Proto také v rámci příspěvku jsou použity anglické výrazy k ovládání Algodoo.

Pro výuku je velmi zajímavá část s názvem "Lessons", ve které je možné nalézt náměty na konkrétní příklady do výuky podle fyzikálních témat a věku dětí (viz obr. 2). Pro přístup k "Lessons" je potřeba připojení k internetu, k samotným souborům Algodoo už pak nikoliv.



Obr. 2: Ukázka z části Lessons – princip periskopu. Pro lekci je možné nalézt krátký popis v angličtině a hotové ukázky ke stažení.

Základní ovládání

Simulace reálného prostředí

Při zkoumání fyzikálních dějů je potřeba myslet na to, že v reálném prostředí působí třecí a odporové síly. Stejně tak je tomu i ve výchozím nastavení Algodoo. Důležité je si uvědomit, že pokud by tyto síly, které běžně při výpočtech zanedbáváme, nebyly, choval by se (i simulovaný) svět velmi podivně.

Velikost součinitele smykového tření se nastavuje v nastavení daného objektu, velikost odporové síly se nastavuje ve vlastnostech prostředí v dolní liště (viz obr. 3)



Obr. 3: Součinitel smykového tření a odpor vzduchu. Na obrázku vlevo je vidět nastavení součinitele smykového tření na hodnotu 0. Vpravo je vidět zapnutý odpor prostředí a jeho hodnoty. Pokud má ikona v rámečku šedou barvu, je zapnutý odpor prostředí.

Fyzikální veličiny

V rámci prostředí je možné pracovat s řadou fyzikálních veličin. Je potřeba žákům zmínit, že vektorové veličiny mohou mít ve svých složkách záporné hodnoty. Specifikum prostředí je plošná hustota, jelikož simulační prostředí je dvourozměrné.

Základní ovládání objektů

Pro práci v prostředí Algodoo se hodí znát alespoň základní ovládání. Ukážeme si proto pár praktických nástrojů.

Než začneme se samotnou prací, zobrazíme si nejprve mřížku (viz obr. 4). Ta má výhodu, že při tvorbě objektů funguje automaticky "přichytit k mřížce". Tato funkce se běžně používá v grafických programech pro snadnější práci s objekty.



Obr 4: Simulační prostředí Algodoo se zapnutou mřížkou. Mřížku zapneme v dolním menu.

Pro práci s objekty slouží hlavně nabídka v levém dolním rohu, jejíž ikony jsou barevně odlišeny. Žluté ikony slouží hlavně pro úpravu objektů, modré k jejich tvorbě a zelené jsou interaktivní součástky – např. tryskový motor, laser, nebo pružina.

V pravém horním rohu měníme (fyzikální) vlastnosti objektů a jejich vzhled. Obdobně je možné měnit vlastnosti objektu klepnutím pravým tlačítkem myši.

Ovládání simulace

Pro spuštění simulace slouží zelené tlačítko v dolní části obrazovky. Pokud myší na toto tlačítko pouze najedeme, můžeme nastavit i rychlost simulace – tato možnost se hodí pro příliš rychlé, nebo pomalé děje. Pokud chceme pohyb v danou chvíli zastavit, stačí jen kliknout na tlačítko "pauza", které se zobrazí místo tlačítka play. K vrácení simulace na začátek slouží šipka zpět (opět v dolní nabídce).

Algodoo v mechanice

Nejsilnější stránkou Algodoo je simulace dějů z mechaniky. Podívejme se nyní na pár ukázek.

Odporové a třecí síly

Jak již bylo zmíněno výše, v prostředí působí třecí a odporové síly. Chceme-li ale ukázat "ideální pohyb", je nutné tyto síly "vypnout".

Pohyb po nakloněné rovině

Nejprve si nakreslíme nakloněnou rovinu pod úhlem 30° a na ni umístíme dřevěný kvádr. Následně klikneme pravým tlačítkem myši na kvádr a zvolíme Show plot. Na levé straně boxu grafu je možné zvolit veličiny, jež se mají na osách zobrazovat (viz obr. 5). Pro svislou osu je možné zvolit i několik veličin současně. Důležité je mít grafy s potřebnými veličinami připraveny před spuštěním simulace, jinak je nebude Algodoo měřit.



Obr. 5: Kvádr na nakloněné rovině s grafem. Graf na obrázku zůstal z předchozího spuštění simulace. Pomocí ikonky reservence je možné obsah grafu vymazat. "Zuby" v samotném grafu jsou způsobeny dopadem kvádru na podložku, jelikož se přesně nedotýkal nakloněné roviny.

Graf se vykresluje automaticky při běhu simulace. Pokud chceme pohyb v danou chvíli zastavit, stačí jen kliknout na tlačítko "pauza", které se zobrazí místo tlačítka play. Simulace je možné spouštět opakovaně pomocí tlačítka zpět. Vhodné je této možnosti využít, pokud zkoumáme problém pro různé parametry (viz obr. 6).



Obr. 6: Zkoumání pohybu po nakloněné rovině pro různé parametry. Při použití šipky zpět je možné zkoumat děje pro různé parametry – v tomto případně pro různou hodnotu součinitele smykového tření mezi tělesem a nakloněnou rovinou.

Srážky těles

Nejprve si nakreslíme objekty, které chceme srážet, a následně jim nastavíme počáteční rychlosti (viz obr. 7). Taktéž je potřeba ve vlastnostech objektů nastavit hodnotu koeficientu restituce – pro ideální pružnou srážku na hodnotu 1.

Pomocí lupy v pravém horním rohu následně zvolíme možnost "Show values" (viz obr. 7), abychom viděli hodnoty rychlosti. Ve stejné nabídce pod záložkou "Velocities" (anglicky rychlost) je možné zobrazit šipky, znázorňující velikost vektoru rychlostí u všech předmětů v simulaci pomocí políčka "View Velocities". Ve stejné nabídce lze zobrazit i škálu pro velikost vektorů.



Obr. 7: Nastavení počáteční rychlosti a zobrazení jejích hodnot. Počáteční rychlost se nastavuje u každého objektu v jeho vlastnostech, stejně tak i zobrazení šipky symbolizující velikost rychlosti. Pokud chceme zobrazit hodnoty, je nutné využít nabídku Visualization (ikonka lupy) v pravém horním rohu. Není dobré používat k simulaci kruhy, jelikož kromě translační složky pohybu mají i rotační složku a s ní spojený moment setrvačnosti.

Tlumený harmonický oscilátor

Názornou simulační ukázkou je harmonický oscilátor (viz obr. 8). Ten se velmi snadno udělá během několika kroků.

- zapneme si mřížku, aby se nám obrazce lépe kreslily
- nakreslíme obdélník a ten upevníme pomocí ikonky 🙆 v levém dolním rohu obrazovky
- nakreslíme kruh pod obdélníkem
- ikonou pružiny spojíme střed kruhu a obdélníku



Obr. 8: Simulace harmonického oscilátoru. Není-li prostředí a pružina správně nastavena, budeme vždy vidět tlumené kmitání.

Zobrazení výslednice působících sil

Chceme-li zobrazit působící síly, stačí opět kliknout na lupu v pravém horním rohu a následně v záložce "Forces" zatrhnout možnost "View Forces". Oproti běžnému znázorňování v domácích učebnicích se působiště reakčních sil podložky zobrazují ve "spodních rozích" (obdélníkového) tělesa (viz obr. 9).



Obr. 9: Zobrazení působících sil na těleso. V nabídce "Forces" je taktéž možnost nastavit poměr pro délku šipek znázorňující velikosti sil ("Force arrows scale").

Optika

Pro optiku je možné využít předdefinovanou scénu s názvem "Optics". Na samotné součástky lze využít nabídku "Components" (horní lištička na levé straně) nebo si je nakreslit – ručně, nebo pomocí práce s objekty (viz obr. 10).



Obr. 10: Vytvoření spojky odříznutím z kruhu. Nejprve vytvoříme kruh, ze kterého chceme spojku vyrobit a následně nakreslíme o něco větší obdélník. Poté zobrazíme nabídku s vlastnostmi obdélníka a v ní zvolíme "Combine shapes/Cut".

Chod paprsků spojkou a rozptylkou

Při chodu paprsků spojkou i rozptylkou se využívá zákonu lomu a ten umí toto prostředí velmi dobře simulovat. Při samotné ukázce žákům je dobré využít několik laserů, které postupně vkládáme. Názorně se pak u obou příkladů ukáže kulová vada (viz obr. 11).



Obr. 11: Zobrazení chodu paprsků spojkou a rozptylkou. U rozptylky je vidět tmavě žlutý paprsek, který se díky totálnímu odrazu láme jiným směrem. Ve skle jsou s menší intenzitou vidět i odrazy paprsků vycházejících ven ze spojky a rozptylky.

Chod paprsků dutým a vypuklým zrcadlem

Chceme-li zobrazit obraz pomocí dutého nebo vypuklého zrcadla, stačí u spojky a rozptylky z předchozích příkladů nastavit "Refraktive index" (index lomu) na nekonečno (viz obr. 12).



Obr. 12: Zobrazení dutým a vypuklým zrcadlem.

Chod paprsků optickým hranolem

Zkusíme-li v Algodoo poslat bílý paprsek hranolem, budeme pozorovat rozklad světla na barevné spektrum (viz obr. 13).



Obr. 13: Průchod bílého světla hranolem. Při průchodu světla hranolem můžeme pozorovat rozklad světla. Pro kreslení hranolu se hodí zapnout mřížku, která má 3 osy.

Nebojte se začít

Algodoo je velmi jednoduchý systém, se kterým se dá hodně rychle naučit. Ukázky zmíněné výše jsou součástí sborníku a můžete je rovnou využít ve výuce. Obdobně lze dané téma – např. zobrazení rozptylkou zadat žákům jako projekt.

Algobox

Na závěr stojí za zmínku již hotová knihovna scén – Algobox [2]. Zde si učitel vybere z příslušného tématu, stáhne si příslušnou simulaci a použije ji ve své výuce.

Literatura

- [1] Algodoo Science education for a new generation, dostupné on-line na <u>https://youtu.be/xvAVQ6GEv-E</u> [cit. 2015-12-09]
- [2] Algobox, dostupný on-line na http://www.algodoo.com/algobox/ [cit. 2015-12-05]