Rohová lišta ve výuce fyziky

KATEŘINA VONDŘEJCOVÁ, PAVEL KABRHEL
Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové

Abstrakt

Příspěvek se věnuje experimentům využívajících rohovou lištu. Inspirace k jednotlivým částem pochází z dějin fyziky, např. od Galileo Galilea a Jana Marka Marci.

Rohovou lištu lze zakoupit v prodejnách se stavebními potřebami a s potřebami pro kutily. K uvedeným experimentům byly použity lišty s šířkou 30 mm. Cena jedné lišty délky 2 m je přibližně 100 – 150 Kč, cena kratších lišt je úměrná jejich délce. Lze ale použít i lištu s šířkou menší, například 20 mm, která je levnější.

Padostroj Galileo Galilea poprvé

Pomůcku podobnou rohové liště používal Galileo Galilei a nazýváme ji padostroj. Na jednom konci podložil dlouhou desku se žlábkem, ve kterém byl hladký povrch. Žlábkem nechal kutálet kuličku, aniž by jí udělil počáteční rychlost, a snažil se změřit, jak dlouhé jsou jednotlivé úseky, které urazí kulička za stejné doby.

Pomůcky

ocelová kulička, stopky, metr, rohová lišta délky 2 m, fix

Postup

Ke zjištění závislosti dráhy na čase tělesa pohybujícího se rovnoměrně zrychleně se může ve školních podmínkách použít stejná metoda, kterou použil Galileo Galilei. Lišta se na jednom místě podloží tak, aby s vodorovnou rovinou svírala co nejmenší úhel, při kterém se míček po umístění do lišty začne pohybovat. Kulička by měla být dostatečně těžká. Optimální je kulička z ložiska. Připraví se stopky a umístí se kulička na začátek lišty. Současně se začne měřit čas a uvolní se kulička. Po uplynutí jedné sekundy se rychle fixem označí místo, kde se nalézá míček. Stejně tak se označí fixem místa, kde se míček nalézá ve 2., 3. a 4. sekundě. Poté se změří vzdálenost mezi počáteční polohou míčku a polohou míčku po jedné, dvou, třech a čtyřech sekundách. Z naměřených hodnot se může vytvořit graf závislosti dráhy na čase. V případě zpracování

grafu v programu Microsoft Excel je možné zjistit rovnici regrese, ve které veličina *y* odpovídá dráze *s* a veličina *x* času *t*.

Padostroj Galileo Galilea podruhé

Při zvětšování náklonu roviny se podmínky pohybu přibližovaly podmínkám volného pádu. Tento způsob měření byl vhodnější, než přímé pozorování při volném pádu. Experimenty bylo možno opakovat a každý si je mohl ověřit.

Pomůcky

ocelová kulička, stopky, metr, rohová lišta délky 2 m, polystyrenová deska, hřebíky

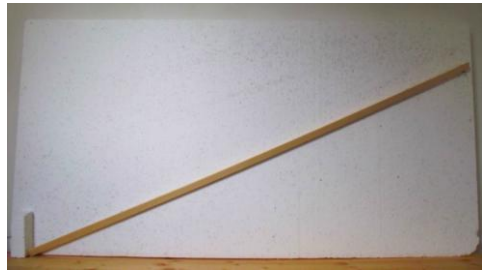
Postup

Na desku vyznačíme úhly sklonu (např. 20°, 40°, 60°, 80°). Na kraj desky připevníme hřebíky tak, abychom o ně mohli lištu opřít. Desku postavíme ke zdi, stolu apod. Lištu opřeme podle požadovaného úhlu sklonu o daný hřebík a zajistíme její stabilitu několika dalšími hřebíky, jejichž hlavičky přichytí okraj lišty k polystyrenové desce. Dolní konec lišty zatěsníme např. kouskem polystyrenu, abychom zabránili úniku kuličky.

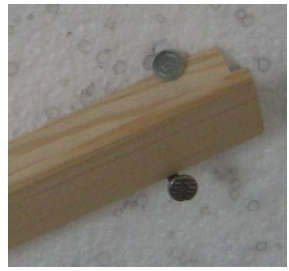
Změříme dobu pohybu kuličky po nakloněné rovině postupně pro každý úhel sklonu. Naměřené hodnoty zapíšeme a vypočítáme v jednotlivých případech zrychlení kuličky ze vztahu pro rovnoměrně zrychlený pohyb:

$$s = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$$

Začneme od nejmenšího zvoleného úhlu k největšímu. Zvětšováním úhlu sklonu lišty se plynule dostaneme až k pravému úhlu. V tomto případě již nepotřebujeme lištu. Kulička vykonává speciální případ rovnoměrně zrychleného pohybu - volný pád. Vypočítáme velikost zrychlení při volném pádu.



Obr. 1 Nakloněná rovina



Obr. 2 Vlevo: zakončení levého konce lišty, vpravo: zakončení pravého konce lišty

Padostroj Galileiho Galilea potřetí

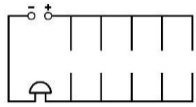
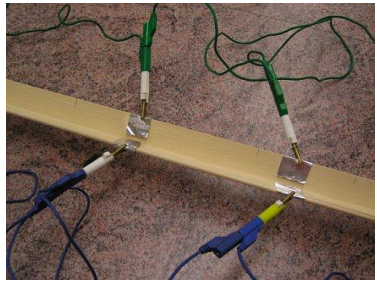
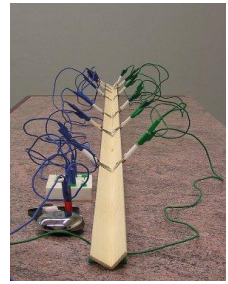
V Galileově době neexistovaly kvalitní přístroje pro měření času. Galileo proto používal vodní hodiny, svůj tep a někdy i svůj smysl pro rytmus, jenž měl výborný díky otci, který se věnoval hudbě.

Pomůcky

ocelové kuličky, stopky, metr, rohové lišty délky 2 m, alobal, vodiče, zvonek, zdroj napětí

Postup

Při měření závislosti dráhy padajícího těleso na čase je možné zdokonalit padostroj tak, aby se po uražení určité vzdálenosti ozval zvuk. Cílem je, aby se zvuk ozýval rytmicky, třeba po jedné sekundě. První možností je připevnit do lišty rozstřihnutý alobal (obr. 3). Při kutálení přes alobal vodivá kulička uzavře obvod a zvonek zazvoní. Je-li dostatek času a chuť experimentovat, dá se dojít k velmi dobrému výsledku.

Obr. 3 Umístění alobalu do lišty a celkový pohled na padostroj

Druhou možností je použít více lišt a umístit do nich zarážky, které po nárazu kuličky zazní. Stačí například vzít 4 lišty, do každé přidělat modelínou kovovou kuličku a poté všemi čtyřmi lištami najednou nechat valit další kovové kuličky. Úkolem opět je, aby nárazy do zarážek se opakovaly za stejné doby, např. opět po jedné sekundě. Problémem při tomto experimentu je více lišt. I přesto, že se koupí v obchodě stejné lišty, jejich vnitřní povrchová úprava se liší. Jedna a ta samá kulička se v jednotlivých lištách pohybuje s jiným zrychlením. Rozdíl sice není veliký, ale měření není natolik přesné, jako v předchozím případě.

Experimentální úlohy s padostroji jsou náročnější na čas a na šikovnost. Vhodné jsou pro výuku na středních školách. Na základní škole jsou tyto experimenty vhodné jako demonstrační při výkladu nerovnoměrného pohybu, který je součástí látky pohyb těles, většinou zařazené do 7. ročníku. Nerovnoměrný pohyb se probírá jen lehce a bez vzorců, popřípadě se výpočty provádějí za pomocí grafů. K pochopení závislosti dráhy a rychlosti na čase je padostroj velmi vhodný.

Jan Marek Marci zkoumal rázy koulí

Jan Marek Marci se podrobněji zabýval pružnými srážkami. Jako první si správně uvědomil, na jakých fyzikálních veličinách při srážce závisí. Objevte tyto veličiny také!

Pomůcky

rohová lišta, různé typy kuliček (ocelové, hopík, pinpongový míček atd.)

Postup

V tomto experimentu lišta zajišťuje pouze přímé srážky koulí, což přináší zjednodušení. Lištu upevníme vodorovně na stůl pomocí papírových krabiček od čaje tak, že do nich vyřízneme prohlubně shodného tvaru s průřezem lišty. Pokud je k dispozici dostatek lišt, provádí žáci a žákyně experiment v lavicích a samostatně objevují.

Při výběru kuliček je důležité, aby jejich rozměry a hmotnosti byly porovnatelné pomocí smyslů.

Nejprve jednu z kuliček zvolíme za pevnou a ostatní kuličky po jedné kutálíme a sledujeme srážky s kuličkou v klidu. Poté kutálíme stále jednou kuličkou ale různými rychlostmi a sledujeme srážky s kuličkou v klidu. Při všech srážkách sledujeme, zda výsledek srážky ovlivní velikost kuličky, její hmotnost, nebo rychlost, kterou se kulička pohybuje. Z výsledků (při srážce závisí na hmotnosti a rychlosti kuliček, nezáleží na rozměru kuliček) lze navázat na vysvětlení pomocí zákona zachování hybnosti.

Obr. 4 Podepření lišty pomocí krabiček od čaje