

ABSOLVENTSKÝ PROJEKT

Výroba didaktických pomůcek do výuky fyziky

Autor: Marek Fousek

Studijní obor: 78-42-M/01 Technické lyceum

Školní rok: 2012/2013

Kód třídy: 09L

ANOTACE:

Práce je zaměřena na výrobu a popis netradičních modelů, pomocí nichž lze demonstrovat fyzikální jevy z různých oblastí fyziky. U každého modelu je popsán postup výroby a součástky či materiál nutné k jejich výrobě. Práce je doplněna o fotografie modelů.

ANNOTATION:

Work is focused on the production and description of unusual models, which can be used to demonstrate physical phenomena from different fields of physics. Each model is described production process and parts or materials required for their manufacture. The work is accompanied by photos of models.

Úvod

Tuto práci jsem si vybral proto, že mě toto téma zajímá. Když jsem se rozhodoval, jaké téma si vyberu pro svojí maturitní práci, bylo mi jasné, že budu preferovat takovou práci, která bude mít praktické využití. Když už mám totiž dělat podobnou větší práci, tak dám přednost takové, kterou bude moci někdo později využít. Dlouhé hledání informací na internetu následované jejich přepisováním vlastními slovy není pro mě příliš lákavé. Proto jsem se rozhodl pro výrobu různých netradičních pomůcek, které by byly použitelné při výuce fyziky. Pracovat manuálně mi nevádí, mám k tomu i potřebné zázemí a navíc, jak jsem již uvedl, vytvořím prakticky využitelné pomůcky. Cílem mé práce proto bylo vytvořit sestavu modelů, které budou sloužit pro výuku fyziky z různých oblastí (mechanika, optika, ...). Přitom jsem se soustředil na takové pomůcky, které se při vlastní demonstraci chovají netradičně. Ne, že by pro ně neplatily fyzikální zákony. Ty pochopitelně platí! Ale průběh experimentu je nakonec mírně odlišný od průběhu, který většina lidí (včetně odborníků) očekává. Sám jsem se s podobnými pomůckami a experimenty během výuky fyziky na střední škole setkal. Z vlastní zkušenosti proto vím, že takové experimenty vyvolávají řadu dotazů, na základě kterých se probíraná látka lépe pochopí a zapamatuje.

Všechny mnou navržené a vyrobené modely jsem chtěl vyrobit tak, aby byly odolné proti případnému poškození. Proto jsem je vyráběl z pevných materiálů a přitom se snažil, aby ani jejich estetická stránka nebyla nejhorší.. Snažil jsem se volit takové materiály a součástky, aby případné opravy nebo výroba podobných dalších modelů byly jednoduché a finančně nenáročné.

Popis vyrobených pomůcek

V této části práce budou popsány a fyzikálně vysvětleny pomůcky, které jsem navrhl a vyrobil. U každé z nich jsou uvedeny i nutné součástky a materiál potřebný k jejich výrobě.

Schody pro pružinu

Pomůcky nutné k výrobě:

dřevo;
šrouby;
umělohmotné nožičky;
dřevěné spoje;
černý sprej;
pilka;

Nejdříve jsem si musel pořádně rozmyslet, jak mají schody vypadat, aby splnily svůj účel a svými rozměry přesně pasovaly k rozměrům pružiny. Poté jsem vzal danou pružinu, pro kterou jsem schody vyráběl, a podle jejího průměru jsem vyrobil první schůdek. Když byl první schod vyroben, tak jsem si musel uvědomit, kolik jich ještě vyrobím. Nechtěl jsem, aby celé schodiště bylo příliš vysoké, ale zase dostatečně vysoké na demonstraci daného fyzikálního jevu: pružina měla schodiště samovolně „sejít“. Po této úvaze jsem se rozhodl udělat 4 schody, a tak jsem udělal ještě další tři kopie prvního schodu. Když bylo toto hotovo, pustil jsem se do výroby postranních stěn schodiště a poté posledního kousku na vyztužení těchto stěn. Po zhotovení všech dílů konstrukce jsem je nastříkal černým sprejem a do postranních stěn a schodů jsem připravil otvory pro dřevěné spoje. Po zaschnutí spreje jsem začal připravené díly ihned sestavovat do finální podoby. Model vypadal hezky, a proto jsem hned vyzkoušel, zda pružina opravdu schodiště „sejde“. A nakonec i přes několik drobných nepřesností, které bohužel v průběhu sestavování vznikly, pružina schody sešla. Byl jsem rád, že se podařilo první pomůcku vytvořit dobře.

Postup při provádění experimentu je jednoduchý. Pružinu umístíme na nejvyšší schod, přidržíme ten její konec, na kterém pružina leží, a horní konec pružiny přetáhneme směrem nad druhý schod. Pak pustíme dolní část pružiny. Pružina se bude postupně přesouvat na nižší schod. Z rovnovážné polohy stabilní, v níž se na začátku nacházela, byla vychýlena do rovnovážné polohy labilní. Těžiště pružiny se přitom nacházelo již nad druhým schodem, a proto celá pružina po jejím uvolnění přepadla dolů. Při tomto pohybu se ale uplatnila setrvačnost - původně spodní část pružiny pokračovala ve svém pohybu směrem dolů. Tak se celá pružina dostala opět do nestabilní polohy a celý pohyb se opakoval. Jakmile pružina dospěla na podložku, na které schodiště stojí, její pohyb ustal. V jednoduchosti bych mohl tento fyzikální děj popsat tak, že pružina po vychýlení z původní rovnovážné polohy zaujme novou polohu opět v energeticky stabilním stavu.



1 Již celkově zhotovené a plně funkční schody

Ukázková práce

Krabička s proměnným těžištěm

Pomůcky nutné k výrobě:

prázdna krabička od teploměru;
černý sprej;
dřevo;
ložiskové kuličky;
umělohmotný, průhledný, tenký kus plastu

U tohoto modelu jsem měl více možností, jak krabičku zhotovit. Nakonec jsem se rozhodl pro řešení pomocí kuličkových ložisek. V krabičce od teploměru jsem vyřízl vrchní stěnu, která bude sloužit jako okno budoucí pomůcky. Krabičku jsem nastříkal opět černým sprejem a nechal jsem ji zaschnout. Mezitím jsem si vyrobil ze dvou kousků dřeva dvě zářežky pro dvě ložiskové kuličky, které způsobují změnu polohy těžiště tělesa. Po nalepení těchto dvou dřevek tak, aby sloužily jako popsané zářežky, jsem vrchní vyříznutou stěnu uzavřel průhledným plastem, který slouží jako okno. Je totiž vhodné, aby bylo možné celý děj pozorovat a zároveň, aby kuličky nevypadly z krabičky ven.

Při pohybu krabičky se mění poloha ložiskových kuliček v krabičce a tím se mění i poloha těžiště celé krabičky. Tato pomůcka je vhodná k demonstraci rovnovážných poloh těles.



4 Po použití spreje



5 Zhotovené okno do modelu

Neobyčejné kompaktní disky

Pomůcky nutné k výrobě:

4 kompaktní disky;
umělohmotné výplně;
8 šroubů;
8 matic;
vrtačka;

Připravil jsem si čtyři nepotřebné kompaktní disky, z nichž jsem vytvořil dvě dvojice a vyvrtal do nich vrtačkou celkem 16 otvorů. Tedy čtyři otvory do každého disku. Otvory jsem vyvrtal do kompaktního disku vždy po 45ti stupních, tj. symetricky vzhledem k ose symetrie disku. U prvních dvou kompaktních disků jsem otvory vyvrtal téměř až na jejich okrajích a u druhé dvojice disků jsem otvory vyvrtal co nejbliže ke středu disku. Když byly otvory hotové, tak jsem vždy danou dvojici kompaktních disků spojil pomocí šroubů tak, že jsem mezi šroub a matku přidal ještě umělohmotnou výplň tak, aby kompaktní disky byly v rovnováze a mohly se bez problémů valit.

Takto vyrobené „válce“ lze využít k demonstraci existence momentu setrvačnosti tělesa a jeho vlivu na rotační kinetickou energii. Oba válce položíme na okraj desky stolu, který mírně nakloníme; válce jsou na vyvýšené části desky stolu. Pak oba válce najednou pustíme a sledujeme průběh jejich jízdy po desce stolu. Nezapomeneme zajistit jejich bezpečný dojezd - např. tak, válce těsně před dojetím na spodní okraj stolu uchopíme do ruky. Během pohybu válců po desce stolu můžeme pozorovat, že válec, který má šrouby umístěné blíže svému středu, se pohybuje po desce shora dolů rychleji, než druhý válec. Příčinou je skutečnost, že válec se šrouby blíže středu má menší moment setrvačnosti, než druhý válec, a proto se menší část jeho počáteční potenciální energie, kterou válce měly vzhledem k dolnímu konci nakloněné desky stolu, přeměňuje na rotační kinetickou energii. Zbytek počáteční potenciální energie (zanedbáme-li valivý odpor a odporové síly vzduchu) se mění na kinetickou energii posuvného pohybu. Proto je válec, který má šrouby blíže ke své ose, rychlejší.



10 Kompaktní disk č.1



9 Kompaktní disk č.2

Parní dělo

Pomůcky nutné k výrobě:

měděná válcová dutá trubička;
korkový uzávěr;
voda;
kahan nebo svíčky;

Měděnou trubičku jsem musel na jednom konci neprodyšně utěšnit. Proto jsem ji pouze sklepal kladivem, protože, když jsem se jí snažil za pomoci kombinaček ohnout, tak se trubička zlomila. Pak jsem z korku vyříznul uzávěr, který přesně pasoval do vnitřního průměru trubičky. Po dokončení uzávěru jsem nalil do trubičky vodu a zazátkoval jsem ji připraveným korkovým uzávěrem. Tak byl model parního děla hotov. Pak jsem začal nad zapálenými svíčkami ohřívat měděnou trubičku zvenčí. Tak se ohřívala i voda uvnitř trubičky. Když tlak vodní páry, která vznikala nad ohřívanou vodou, byl větší, než okolní atmosférický tlak, byla korková zátka prudce vystřelena ven z trubičky.

Tento experiment je vhodný na ukázkou práce ideálního plynu, za který můžeme vodní páru vznikající uvnitř měděné trubičky považovat. S rostoucím tlakem vodní páry uvnitř trubičky roste i velikost tlakové síly působící zevnitř na korkovou zátku. Jakmile je velikost této síly větší, než velikost atmosférické síly působící na zátku zvenčí, může zátka opustit trubičku. Třecí síly působící mezi zátkou a vnitřní stěnou trubičky způsobují, že zátka zůstane v trubičce i poté, co se velikosti výše zmíněných sil vyrovnají. Teprve až velikost tlakové síly vodní páry bude větší, než je součet velikostí atmosférické tlakové síly a uvedené třecí síly, zátka prudce vyletí z trubičky.

Při tomto experimentu je nutné dodržovat bezpečnostní pravidla a držet měděnou trubičku v kleštích nebo ochranných rukavicích. Hrozí totiž popálení nechráněných částí těla vytrysklou vodní párou.



11 Základna děla

Periskop

Pomůcky nutné k výrobě:

dvě zrcátka o rozměrech 40 mm a 40 mm;
dva kloubové spoje z elektrikářské lišty;
jedna elektrikářská lišta;
pilka;

Periskop jsem chtěl vyrobit v takové velikosti, aby byl lehce přenosný a malý. Po rozvaze jsem si zvolil, že by bylo vhodné použít elektrikářskou lištu o rozměrech 40 mm a 40 mm. Celá sestava se skládá z jedné elektrikářské lišty rozřezané na potřebné kousky a ze dvou kloubových spojení. Do každého kloubového spojení jsem vsunul malé zrcátko o rozměrech 40 mm a 40 mm pod úhlem 45 stupňů. Pak jsem tyto kloubové spoje spojil s kousky elektrikářské lišty a vznikl periskop

Tato pomůcka funguje na principu odrazu světla od dvou zrcadel. Periskopy byly velmi důležité např. v ponorkách a jiných zařízeních používaných zejména ve vojenském průmyslu. Periskop je velmi podobný již dříve popsané pomůcce *Krabička, kterou lze vidět za roh*.



12 Kloubový spoj se zrcátkem



13 Celkově sestavený periskop

Posuvná čočka

Pomůcky nutné k výrobě:

elektrikářská lišta;
spojná čočka;
LED diody;
baterie;

Z elektrikářské lišty jsem vzal pouze spodní část a na jeden konec jsem přidělal uzávěr, na který jsem připevnil stínítko. Poté jsem vzal jednu horní část a přidělal na ní svítící věž se šesti LED uspořádaných do tvaru písmene L. Uvnitř věže jsou LED, vždy dvě spojené sériově a tyto tři dvojice jsou pak spojené paralelně. Z této věže vedou dva vodiče, které přivádějí z baterie elektrický proud do LED. Na druhou horní část elektrikářské lišty jsem připevnil spojnu čočku, kterou jsem vlepil do plastového oka. Na tento obal čočky jsem ještě připevnil dva kovové držáky, aby bylo možné čočkou posouvat po dolní části elektrické lišty. Na spodní část tohoto obalu jsem připevnil otočnou věžičku, díky níž se může celý obal i s čočkou otáčet o 360 stupňů; posun dopředu a dozadu po elektrikářské liště je také možný.

LED slouží jako předmět, který bude čočkou zobrazován na stínítko; tím může být např. běžná stěna místnosti. Na základě zobrazeného obrazu a daného předmětu lze při pozorování experimentu hovořit o různých vlastnostech obrazu (zvětšení, zmenšení, převrácení, ...). Pokud změříme vzdálenost předmětu od čočky a vzdálenost čočky od stínítka (tj. od vytvořeného skutečného obrazu tohoto předmětu) lze dopočítat pomocí zobrazovací rovnice ohniskovou vzdálenost použité čočky. Vzhledem k tomu, že se jedná o spojnu čočku, lze pak ohniskovou vzdálenost odhadnout i při zobrazení velmi vzdáleného předmětu na stínítko. V tomto případě bude čočka od stínítka ve vzdálenosti odpovídající právě její ohniskové vzdálenosti.



15 Zkouška LEDek



16 Čočka zalepená v "oku"

Závěr

Modely, které jsem se rozhodl vyrobit, se podařilo s úspěchem realizovat. Nejsou úplně sice zcela přesné (jistě drobné chyby při řezání, či vyměřování otvorů nastaly), ale žádná z těchto chyb nebyla natolik závažná, aby znemožnila správnou činnost vyrobených modelů a jejich fyzikálně správný popis. Vyrobení některých modelů by bylo možné realizovat jinak - jednodušeji, s jiným materiálem, s využitím jiné technologie, s menší fyzickou námahou. Já však mám rád, když se přidá nějaká, třeba i nepatrná, drobnost navíc, která není pro správnou činnost vyrobeného modelu naprosto nezbytná, ale která zlepšuje celkový dojem a vyznění modelu. V práci jsem tedy splnil to, co jsem chtěl.

Věřím, že vyrobené modely budou využity k výuce fyziky či k jejímu oživení. Bylo by dobré ukazovat fyziku na podobných modelech, které si mohou případně i sami žáci vyrobit doma a se kterými si mohou pohrát. Modely jsou záměrně vyrobené z běžně dostupných materiálů a součástek a výrobu případně dalších variant nebo doplňků ke stávajícím modelům lze proto zvládnout jednoduše a levně. Touto metodou se každý fyziku jistě naučí lépe, než počítáním mnohdy ne zcela záživných úloh ze sbírek.

Použité zdroje

[1] kolektiv autorů: *Fyzika pro gymnázia*, nakladatelství Prometheus, Praha, 2006

[2] [http:// www.fyzikalnisuplik.websnadno.cz/](http://www.fyzikalnisuplik.websnadno.cz/) [citováno 31. 3. 2013]

Ukážka práce