

TRENIE, TRECIA SILA NA VYUČOVANÍ

Mária Bystrianska, Monika Cvičelová, Martin Štubňa

KF UKF v Nitre

Abstrakt: *S trením sa stretávame všade okolo nás. Tému trenie, sa v škole často venuje málo hodín, pričom sa nekladie dôraz na prepojenie s ostatným učivom. Pri rôznych úlohách sa kvôli náročnosti výpočtov trenie zanedbáva, a tak žiaci získavajú názor, že trecia sila je niečo zanedbateľné, čo netreba poznať. Cieľom nášho príspevku je ukázať, niekoľko nápadov, ktoré možno využiť pri vyučovaní trenia - zavedenie pojmu trenie; ozrejmienie významu trenia v bežnom živote, poukázanie na výhody a nevýhody trenia, ako aj demonštráciu jednoduchého zariadenia, ktoré odmeria treciu silu; ukázať niekoľko príkladov, v ktorých zanedbávame treciu silu.*

Kľúčové slová: trenie, trecia sila, meranie trenia

Úvod

Trenie je súčasťou každého nášho pohybu. Názory naň sa však postupne vyvíjali. Od Aristotela, ktorý tvrdil, že na pohyb je nutná sila, ktorá umožňuje aby sa niečo pohybovalo. Cez Galilea, ktorý tvrdil, že pohyb sám o sebe je nekonečne trvajúci, ak sa ho nič nesnaží zastaviť. Až do súčasnosti, kedy si názory na trenie vytvárajú naši žiaci z toho, ako ich to naučíme v škole. Tému trenie sa pritom venuje málo hodín, pričom sa nekladie dôraz na prepojenie s ostatným učivom.

Keďže v príkladoch sa kvôli náročnosti, alebo zjednodušeniu trenie často zanedbáva žiaci môžu získať nesprávny pohľad, že trenie je téma vytrhnutá z kontextu. Téma ktorá nie je podstatná. Druhý pohľad môže byť taký, že trenie je niečo nechcené, čo len komplikuje život.

Naším cieľom preto bolo vytvoriť jednu modelovú hodinu, pre žiakov ZŠ kde sme zaviedli pojem trenie a ukázali ako trenie vplýva na pohyb. Vysvetlili sme žiakom, že trenie nie je len niečo nechcené, ale často aj veľmi potrebné. Modelovú hodinu sme zrealizovali v rámci fyzikálneho krúžku so žiakmi 7. a 8. ročníka ZŠ.

Zavedenie pojmu trenie, trecia sila

Podľa prvého Newtonovho zákona platí: Teleso, na ktoré nepôsobí sila je v pokoji, alebo sa pohybuje rovnomerne priamočiara. Preto sme žiakom ukázali jednoduchý experiment:

Sklenenú guľôčku uvediem rukou do pohybu. Guľôčka sa pohybuje až kým ju znova rukou nezastavím. Ak však zoberiem drevený kváder, a uvediem ho do pohybu, jeho pohyb po chvíli ustane, bez toho že by som ho musel rukou zastavovať.

Ruka v tomto prípade predstavuje pôsobiacu silu. So žiakmi sme rozviedli diskusiu, o tom čo nám tento experiment ukazuje. Spolu so žiakmi sme prišli na to, že na teleso v pohybe musí pôsobiť určitá sila. Tú sme nazvali trecia.

Po zavedení trecej sily sme sa vrátili späť k experimentu s guľôčkou. Vysvetlili sme žiakom, že v skutočnosti pôsobí trecia sila aj na guľôčku, ale keďže pohyb guľôčky je rotačný, pôsobí na ňu menšia trecia sila [1]. A na tak krátkej dráhe, na akej sme experiment realizovali sa jej pôsobenie viditeľne neprejaví. Na rozdiel od kvádra, ktorý konal posuvný pohyb.

Treciu silu sme teda rozdelili podľa typu pohybu, ktorý teleso vykonáva na

1. šmykové trenie
2. valivý odpor

Experiment s guľôčkou sme zopakovali ešte raz, na naklonenej rovine. Guľôčka sa začala pohybovať, ale kváder zostal stáť. Pohyb guľôčky bol spôsobený tým, že na ňu pôsobila

gravitačná sila a trecia sila pôsobiaca proti pohybu bola malá. Na kváder tiež pôsobila gravitačná sila, ale pôsobila naň aj trecia sila. Obe tieto sily pôsobili proti sebe a tak ich výslednica bola nulová a kváder zostal v pokoji.

Podľa toho sme mohli rozdeliť treciu silu na:

1. statickú (keď sa teleso nepohybuje)
2. dynamickú (keď sa teleso pohybuje)

Keďže v školách sa spolu s trecou silou preberá aj odporová, diskutovali sme so žiakmi o tom, že okrem trecej sily, pôsobí proti pohybu aj odporová sila.

Veľkosť trecej sily

Pri zisťovaní veľkosti trecej sily sme najskôr postupovali možno trochu netradične. Na začiatku bol krátky brainstorming. Snažili sme sa, aby žiaci sami prišli na spôsob, akým odmerajú veľkosť trecej sily. Žiakov sme rozdelili na dve skupiny.

Jedna skupina merala *dynamickú treciu silu pri posuvnom pohybe kvádra*.

Druhá skupina merala *statickú treciu silu, pôsobiacu na kváder*.

1. skupina: Pri brainstormingu prispeli nápadi:

- Zavesiť za pohybujúci predmet silomer a rukou ťahať predmet po podložke.
- Silomer by ukázal veľkosť trecej sily.
- Zostrojiť prístroj, ktorý by zabezpečil aby bol pohyb kvádra rovnomerný.

Takýto prístroj sme mali z časového hľadiska zostrojený. Ak by bolo viac času, zaujímavým spštením by bolo, aby žiaci sami navrhli a zostrojili takýto prístroj.

Keďže v školách sa zvykne preberať trecia sila súčasne s odporovou, na záver merania sme so žiakmi diskutovali o tom, že pri pohybe kvádra naň nepôsobí len trecia sila, ale aj odporová a teda v skutočnosti sme silomerom namerali súčet oboch síl. V pripravenom tabuľkovom procesore - excel (Obr.1) sme žiakom ukázali, ako sa počíta odporová sila a aká veľká vychádza pre náš pohybujúci sa kváder. Žiaci videli, že odporová sila je skutočne malá a nameranú silu môžeme považovať za treciu.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		$C_x = 1,12$							
2		$\rho = 1,204$	kg.m^{-3}						
3		$S = 0,0016$	m^2		$F = \frac{1}{2} C_x S \rho v^2$			$F = 0,0003$	N
4		$v = 0,5$	m.s^{-1}						

Obr. 1: Výpočet odporovej sily.

2. skupina: Pri brainstormingu žiaci prispeli nápadi:

- Zavesiť, za kváder silomer, a merať silu, potrebnú k tomu, aby sme uviedli kváder do pohybu.
- Položiť teleso na naklonenú rovinu (tento nápad nevedeli dopracovať tak, aby zistili veľkosť trecej sily).

S našou pomocou realizovali najprv nápad s naklonenou rovinou. Vysvetlili sme im, že od veľkosti uhla, ktorý zvierá naklonená rovina (podložka) s vodorovnou rovinou, závisí to aká veľká sila pôsobí na teleso. Žiaci sa teda snažili určiť najväčší uhol, pri ktorom sa ešte kváder po podložke nešmýka. Uhol zistili zmeraním výšky, do akej podložka siaha a vzdialenosti od päty podložky k jej koncu. Na váhach odvážili hmotnosť kvádra. Tieto údaje vložili do pripraveného tabuľkového procesora - excel a ten vypočítal veľkosť trecej sily (Obr.2).

	A	B	C	D
1	Hmotnosť	Dĺžka	Výška	Trecia sila
2	(kg)	(m)	(m)	(N)
3	0,15	0,23	0,19	0,96

Obr. 2: Výpočet statickej trecej sily

Cieľom tejto časti bolo vytvoriť u žiakov predstavu, aká je veľkosť trecej sily. Ako ju možno jednoducho zmerať, bez toho, aby sme museli robiť zložité výpočty, či odvádzať vzťah pre veľkosť trecej sily.

Užitočnosť, neužitočnosť trenia

V tejto časti sme sa snažili spolu so žiakmi prísť na to či je trenie a trecia sila pre náš každodenný život potrebná alebo nie a tiež aj to, ako sa trenie a trecia sila využívajú v praxi.

Žiaci mali rôzne názory a nápady ale zhodli sa na tom, že s trením sa stretávajú každý deň. Ako pozitívne príklady trenia uvádzali: chôdza, make-up, písanie, brzdenie. Naopak trenie, s ktorým sa stretávame v motore, pri vznášadle, tobogane, korčuľovaní, šmýkaní, ale i pri rýchlovlakoch označili za negatívne. Pri tejto diskusii sa objavili aj príklady, pri ktorých žiaci nevedeli rozhodnúť, do ktorej kategórie dané príklady majú zaradiť a preto sa nakoniec zhodli na tom, že v danom prípade ide aj o užitočné a aj o neužitočné trenie. Do tejto skupiny zaradili vznik tepla trením, alebo trenie pri lyžovaní.

Po diskusii sme so žiakmi prešli k experimentom, ktorými sme chceli demonštrovať a tiež vysvetliť vplyv trenia na nás a na veci okolo nás.

Prvý experiment sme nazvali *vrtiaca sa plechovka*, ktorá slúžila na demonštrovanie chceného trenia a čo by sa stalo keby trenie nebolo. Išlo o pokus typu „čierna skrinka“. Čierna skrinka v sebe ukrývala gumičku, na ktorej bolo závažie. Zatočením plechovky sa závažie namotalo na gumičku. Po položení plechovky na vodorovnú podložku z hladkým povrchom, sa závažie začalo odtáčať a plechovka sa roztočila. Keďže trenie medzi plechovkou a podložkou bolo malé, plechovka rotovala na jednom mieste.

Ďalším experimentom bol *vznášadlo*, ktorým sme demonštrovali nechcené trenie a spôsob ako sa dá trenie minimalizovať. Išlo o CD- nosič, na ktorom bol prilepený balón naplnený vzduchom. Keď sa vzduch z balóna uvoľňoval vznikala medzi CD- nosičom a podložkou vzduchový vankúš, vďaka ktorému sa vznášadlo pohybovalo po podložke s minimálnym trením.

Posledným experimentom bol model *ložiska*, ktorý sme zhotovili z plechovky, sklenených guľôčok a vrchnáčka od zaváraninového pohára. Experimentom sme chceli demonštrovať ako sa znižuje trenie pomocou zmenšenia styčných plôch.

Nakoniec sme žiakom dali úlohu, v ktorej mali využiť získané poznatky o trení. Úlohou žiakov bolo premiestniť náklad po určenej dráhe s čo možno najmenším trením. Žiaci prišli k nasledovným riešeniam:

- Náklad položili na vozíky .
- Náklad presúvali po dráhe, ktorú vytvorili z guľôčok.
- Náklad presúvali pomocou slamiek, ktorými ho podkladali.

V tejto časti sme chceli žiakom ukázať, že trenie je pre náš život dôležité a stretávame sa s ním každý deň, a že nie je len nechceným javom ale aj javom potrebným pre náš život a prácu.

Príklady, kde nezanedbávame treciu silu

Žiaci sa v škole stretávajú väčšinou s príkladmi, v ktorých sa pre zjednodušenie trenie zanedbáva. My sme preto zozbierali niekoľko príkladov, v ktorých trecia sila zohráva jednu

z hlavných úloh a upravili sme ich pre naše potreby. Z dôvodu matematickej náročnosti sú príklady s problematikou trecej sily vhodné hlavne pre žiakov stredných škôl, ale my tento problém obchádzame pomocou tabuľkového procesoru - excel (tzv. čierna skrinka).

Naším cieľom nie je, aby žiaci na hodine vedeli trenie a treciu silu sami numericky dopočítať, ale aby získali predstavu o tom kedy trenie môžeme zanedbať a kedy nie. Tiež aké veľkosti trecia sila v niektorých konkrétnych prípadoch dosahuje. Žiaci riešili klasické príklady, ako napríklad ťahanie sánok, ale aj netradičnejšie príklady ako je písanie kriedou na tabuľku. Pri hodnotení veľkostí trecej sily sa nám osvedčili rôzne analógie, ako napríklad 1N ~ 100 g čokolády, kde si žiaci dané veľkosti síl vedeli lepšie predstaviť.

Vzorový príklad: Pani učiteľka píše kriedou na tabuľku. Krieda má hmotnosť 5 g. Na to, aby krieda písala, treba ju pritlačiť silou 5N. ($f_{td} = 0,25$)

- a) *Vypočítajte akou silou musí pani učiteľka pôsobiť v smere písania, ak kreslí na tabuli čiaru, ktorá je vodorovná.*
- b) *Vypočítajte akou silou musí pani učiteľka pôsobiť v smere písania, ak kreslí na tabuli čiaru zvislo nahor.*
- c) *Vypočítajte akou silou musí pani učiteľka pôsobiť v smere písania, ak kreslí na tabuli čiaru zvislo nadol. [2]*

Žiaci na našej hodine analyzovali aké sily vystupujú pri písaní kriedou a potom ich pomocou tabuľkového procesoru - excel vyčíslili. Takýto príklad sa dá ešte spestriť tým, že žiaci sami odmerajú akou silou treba na kriedu pôsobiť, aby začala písať a sami si vyhládajú koeficienty trenia medzi kriedou a rôznymi materiálmi (starší žiaci si ho môžu aj namerať).

Záver

Prípravou a samotnou realizáciou tejto krúžkovej hodiny sme chceli objasniť pojem trenie, trecia sila. Žiaci si prepojili poznatky získané v škole s praktickými ukážkami a so situáciami v reálnom živote. Nešlo nám o nekompromisné zavádzanie vzorcov a pojmov spojených s touto problematikou, ale o oboznámenie žiakov s týmto pojmom a javom pričom sme sa snažili využiť také formy a postupy, aby žiakov trenie zaujalo a uvedomili si jeho vplyv pre svoj život. Na takúto hodinu by sa dalo nadviazať hodinou zameranou na experimenty objasňujúce od čoho závisí veľkosť trecej sily, pôsobiacej na teleso.

PodĎakovanie

Daný príspevok vznikol za podpory: Nitrianskej komunitnej nadácii a Mladým Nitrianskym filantropom v rámci projektu Fyzikus, Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0486-07. Tiež chceme vyjadriť poďakovanie PaedDr. Ľubomíre Valovičovej, PhD. a Mgr. Jánovi Ondruškovi za pomoc a cenné rady pri realizácii krúžkov Fyzikus.

Literatúra

- [1] NAHODIL, Josef. 2004. *Fyzika v běžném životě*. 2.vyd. Praha: Prometheus. 206 s. ISBN 80-7196-278-3
- [2] TIPPENS, Paul E. 2007. *Physics*. 7.vyd. New York: McGraw-Hill Companies. 782 s. ISBN 978-0-07-110759-4

Adresa autora

Bc. Mária Bystrianska¹, Bc. Monika Cvíčelová², Bc. Martin Štubňa³

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre
Trieda Andreja Hlinku 1,

NITRA 949 74

bystrianska.m@gmail.com, monca.cvicelova@gmail.com, stubna.martin@gmail.com