

# Fyzika do kapsy

Autor:

Soňa Husáková

Vedoucí práce:

Lydia Ceháková

Soustředění mladých fyziků a matematiků

Cholín 2019

## **Anotace**

V rámci projektu vznikla kompaktní sada experimentů demonstrující fyzikální jevy z mechaniky, vlastností plynů a kapalin, optiky, kmitání a vlnění, přeměny energií, neinerciálních vztažných soustav, magnetismu a odporu prostředí. Většina pomůcek má několik různých využití, ostatní jsou vyrobeny ze “zbytkového” materiálu. Materiál pro výrobu sady je levný a běžně dostupný, není třeba pořizovat speciální pomůcky.

## Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>5</b>
<b>Sada pomůcek „Fyzika do kapsy“</b> .....	<b>4</b>
Vozíčky .....	4
Točna.....	5
Pístový karteziánek .....	7
Neodymové kreslívko .....	8
Jednoduchý setrvačník .....	9
Sklenice na mnoho způsobů.....	10
<b>Závěrečné shrnutí</b> .....	<b>12</b>
<b>Příloha -- Návody k experimentům</b> .....	<b>14</b>

## Úvod

Cílem projektu je vytvoření sady pro demonstraci vybraných fyzikálních jevů napříč obory, která by byla dobře skladná a kompaktní. Většinu příložených materiálů tedy lze využít hned pro několik experimentů a stejně tak lze s pomocí vybavení pro jeden experiment s drobnou úpravou provést jiný a demonstrovat tak ještě více zajímavých fyzikálních jevů. Druhým neméně důležitým cílem je různorodost experimentů a možnost pro jejich provedení využít běžně dostupných pomůcek. V neposlední řadě by po sestavení sady mělo zůstat minimum odpadu (ideálně žádný, avšak to je téměř nemožné). Heslem projektu se tedy stalo “Použij, co můžeš!”

# Sada pomůcek „Fyzika do kapsy“

## Seznam pomůcek a experimentů:

- Vozičky (srážky, odpor prostředí)
- Točna (odstředivá síla, Coriolisova síla, skládání barev)
- Pístový karteziánek (nestlačitelnost kapaliny, Pascalův zákon, zákony hydrostatiky)
- Neodymové kreslívko (magnetismus)
- Jednoduchý setrvačnick (zákon zachování mechanické energie)
- Sklenice na mnoho způsobů (změny objemu plynů, pružnost a kmitání, zvuk, optika)

## Vozičky

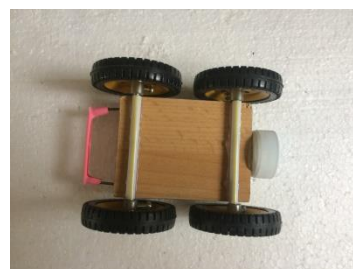
Tato pomůcka je velmi jednoduchá na sestavení, nenáročná na materiál a multifunkční. Vozičky budeme potřebovat dva, avšak je možné jich do sady sestavit i více.

### Pomůcky

Osm stejných koleček (v této verzi byla použita kola ze stavebnice Merkur), čtyři osy pro kola (bývají součástí stavebnice, nebo je lze suplovat špejlí, či jinou tyčkou), brčka, dřevěnou laťku (ideálně homogenní).

### Výroba

Změříme průměr jednoho kolečka a přičteme drobnou rezervu (v této verzi tři centimetry). Rezerva by měla zahrnovat jak mezeru mezi kolečky, aby nedrhlá o sebe, tak kousek pro pohodlné přichycení koleček tak, aby nedržela na okraji “karoserie” a pohodlněji se lepila. Výsledek bude délkou vozičku, takto dlouhý kus laťky tedy uřízneme. Přibližně centimetr od obou konců přilepíme kus brčka o šířce laťky. Brčky prostrčíme osy kola na konce každé z os připevníme kola. Základ vozičku je hotov.



Obrázek 1 - Spodní strana autíčka

### Experimenty

Pro demonstraci dokonale pružné srážky zatlučeme na konec obou voziček dva hřebíky. Na prvním blízko k sobě, na druhém výrazně dál. Mezi tyto dva hřebíky natáhneme balonek. Po srážce upravenými konci si díky pružnosti balonku vozičky předají hybnost a pokračují od sebe každý předchozí rychlostí druhého vozičku. Nejlépe je tento jev pozorovatelný, když jeden voziček před srážkou stojí.



Obrázek 2- Strana vozítek pro dokonale pružnou srážku

Pro demonstraci srážky dokonale nepružné připevníme na opačný konec vozíčků víčko od PET lahve, které naplníme plastelínou a do jednoho z nich upevníme špendlík. Po srážce těmito konci se vozítka spojí jedno těleso o hmotnosti součtu hmotností obou vozíčků. Protože funguje zákon zachování hybnosti, vozík s vyšší hmotností se bude pohybovat pomaleji, než původní vozíčky před srážkou.



Obrázek 3- Strana vozítek pro dokonale nepružnou srážku

Pomocí vozíčků lze také demonstrovat vliv tvaru předmětu na velikost odporu prostředí. Z kancelářského papíru vyrobíme “kornout”, který připevníme k jednomu z vozíčků. Nafoukneme balonek a necháme jej vyfukovat tak, aby vzduch proudil na kornout vozíčku. Pokud takto foukáme na špičku, vozíček se téměř nehne, protože proudící vzduch jej obtéká. Pokud však foukáme do kornoutu z druhé strany, vozíček je vzduchem roztačen a začne se pohybovat.



Obrázek 4-Vozítka s "kornoutem"

### Nerealizované návrhy na experimenty

Podarí-li se připevnit k jednomu z vozíčků plachtu a ke druhému balonek/větráček tak, aby foukal a tlak vzduchu tlačil do plachty prvního vozíčku, můžeme demonstrovat 3. Newtonův zákon. Pokud vozíčky spojíme částí určenou pro demonstraci dokonale nepružné srážky, neměly by se při foukání balonku na plachtu pohybovat. Při dostatečném tlaku vzduchu z balonku by se však mohly postupně oddělit. Odděleně se začnou pohybovat směrem od sebe. Stejně tak, jsou-li vozíčky spojené a mezi plachtu a proudící vzduch vložíme nataženou dlaň, vozíček se rozjede, neboť narušíme vnějším vlivem uzavřenost systému vozíčků.

### Postřehy a doporučení

Vozíčky lze vyrobit také tak, že “karoserie” přesahuje před a za kola. Takto je možné využít pro dosažení požadovaného efektu srážek menších předmětů.

Je vhodné, aby oba vozíčky měly stejnou hmotnost. Umožní to závažím upravovat poměr hmotností vozíčků a zkoumat ovlivnění chování při srážkách.

## Točna

Pro spoustu experimentů se hodí mít k dispozici model neinerciální vztažné soustavy. Ideální pomůckou je točna. Kombinuje setrvačnost, Coriolisovu sílu, optické klamy a mnoho dalších jevů. V neposlední řadě se vždy hodí mít po ruce “něco, co se točí”.

### Pomůcky

Tenká deska, hadička (použita jako zarážka kolem okraje), mechanismus pro otáčení (v této verzi dvě kolečka ze stavebnice Merkur a jedna osa z těžké stavebnice; lze využít ložiska a jiné)

## Výroba

Z tenké desky vyřízneme kruh. Sestavíme mechanismus pro otáčení. Do merkurového kola připevníme osu, na desku připevníme druhé merkurové kolo a nasadíme na osu. Deska se nyní může otáčet a zbývá jen kolem jejího okraje upevnit zarážku v podobě hadičky.



Obrázek 5- Mechanismus pro otáčení

## Experimenty

Pokud na točnu připevníme papírové kolo, které vhodně pokreslíme, můžeme po roztočení pozorovat skládání barev. Lze experimentovat s různými barvami a tvary vybarvených ploch. Zároveň tento optický klam nebude fungovat v částech papíru blízko u středu točny, protože zde je rychlost pohybujícího se papíru příliš nízká. Můžeme také testovat, jak rychle se musí daný obrázek otáčet, aby se barvy spojily.



Obrázek 6- Pomůcky pro experimenty

Sestavíme-li ze špejlí “kolejnicí” o šířce skleněné kuličky, kterou připevníme ve směru od středu točny k okraji, můžeme demonstrovat odstředivou sílu v neinerciální vztažné soustavě. Díky setrvačnosti se kulička umístěná v kolejnici při středu točny rozkutálí zrychleným pohybem k okraji. Díky kolejnicím nemůže upravovat svou trajektorii. Po nárazu do zarážky na konci točny na ni působí dostředivá síla, avšak pro pozorovatele na točně je nyní kulička v klidu a výslednice sil na ni působících je nulová. Z pohledu tohoto pozorovatele se dostředivá a odstředivá síla odečteny. K tomuto experimentu je vhodné vyrobiť ještě vyšší zarážku navíc, aby rychle jedoucí kulička nepřeskočila hadičku na okraji a neodkutálela se neznámo kam.

Když roztočíme desku a ke středu položíme kuličku, tentokrát bez kolejnice, můžeme pozorovat nejen pohyb kuličky k okraji, ale také Coriolisovu sílu, která způsobí, že kulička bude cestou k okraji zatáčet, zpomalí a nakonec se rozkutálí opačným směrem a dorazí k okraji. V první fázi (bezprostředně po roztočení točny) se kulička začne pohybovat díky Eulerově síle vznikající v neinerciální vztažné soustavě tak, že točna pod kuličkou jednoduše podjede. Kulička se tedy rozjede směrem k okraji proti směru otáčení točny. Následně začne působit Coriolisova síla, která vzniká tak, že se kulička ze svého pohledu pohybuje přímočaře, avšak točna se pod ní podtácí a unáší ji stranou. Kulička postupně zpomaluje, resp. mění směr pohybu natolik, že po chvíli míří kolmo k okraji a poté je stočena do směru opačného, než ve kterém se kutálela původně. Chceme-li vyznačit trajektorii pohybu předmětu v těchto podmínkách, využijeme vodu. Ke středu desky umístíme větší kapku vody a desku roztočíme. Kapka chvíli vypadá, že nic nedělá, následně se však začne pohybovat k okraji tak rychle, že vypadá, jako by zmizela. Po zastavení točny si můžeme všimnout, že kapka za sebou nechala mokrou stopu malinkých kapiček. Tato stopa (trajektorie kapky) je zakřivená.

## **Nerealizované návrhy na experimenty**

Odstředivou sílu v neinerciální vztažné soustavě by mělo být možné demonstrovat také umístěním krabičky/drobné sklenice s vodou do středu točny. Po roztočení by měla vodní hladina vytvořit tvar paraboloidu.

## **Postřehy a doporučení**

Pokud se nepodaří vyříznout z desky přesný kruh, je vhodné připevnit točnu tak, aby ve středu otáčení bylo její těžiště.

Pokud se samotný otáčecí mechanismus přestává točit příliš brzy, nebývá to problém. Točna dosáhne mnohem většího momentu setrvačnosti. V případě, že i po zhotovení se točna zastaví příliš rychle, mohlo by pomoci hadičku na okraji naplnit něčím těžkým, například pískem. Zvýší se tak množství hmoty ve větší vzdálenosti od středu točny, čímž vzroste její moment setrvačnosti a vydrží se točit déle.

Točnu můžeme obarvit na bílo, a kapku vody zvýraznit potravinářským barvivem. Máme-li točnu tmavou, lze použít například mléko.

## **Pístový karteziánek**

Karteziánek je překrásnou “hračkou” demonstrující stlačování plynu a změnu jeho hustoty při zvýšení tlaku. Stříkačkové písty již také viděl kde kdo. Spojením těchto dvou experimentů však lze demonstrovat mnohem více.

## **Pomůcky**

Dvě stříkačky (alespoň jedna široká), hadička, nit, případně plastelína, voda.

## **Výroba**

Odstříháme kousek hadičky, přehneme jej v polovině a svážeme nití. Karteziánek je hotov.

Širokou stříkačku shora otevřeme (vyjmeme píst) a umístíme karteziánka dovnitř ohybem k pístu. Píst zasuneme zpět a tak, abychom jím nepoškodili karteziánka, naplníme celou stříkačku vodou.

Na druhou stříkačku připevníme hadičku a naplníme ji celou vodou. Vzduch, který se do stříkačky dostal z hadičky vystříkneme ven a zůstane nám prázdná stříkačka (se stlačeným pístem) a hadička plná vody. Na druhý konec hadičky připevníme stříkačku s karteziánkem.

Pokud chceme, aby karteziánek v klidové poloze ležel na dně, zatížíme jej plastelínou. (Dále jako “reverzní karteziánek”).

## **Experimenty**

Stlačováním obou pístů lze demonstrovat nestlačitelnost kapaliny. Zároveň karteziánek v širší stříkačce klesne ke dnu, čímž dokážeme, že tlak v kapalině opravdu vzrostl.

Pokud stlačíme pouze píst, ve kterém je kapaliny více (pravděpodobně také ten, ve kterém je karteziánek), druhý píst se začne zvedat a zároveň karteziánek klesne. V kapalině se tedy zvýšil tlak a díky své nestlačitelnosti vytlačila druhý píst. Opačně pokud zatáhneme za píst prázdné stříkačky, tlak poklesne a vlivem tlaku atmosférického začne klesat druhý píst. I pokles tlaku umí karteziánek ukázat, pokud se nám podařilo jej udělat tak, že se v klidovém



stavu ve stříkačce volně vznáší. Při zatažení za píst vyplave nahoru. Pokud je karteziánek v klidové poloze nahoře u pístu stříkačky, pro tento experiment vyrobíme inverzního karteziánka.

Při snížení či zvýšení tlaku pomocí pístů vzduch v karteziánku změní svůj objem a tím i hustotu a karteziánek buďto vyplave, nebo klesne ke dnu.



Obrázek 7- Kateziánek klesající ke dnu

### Postřehy a doporučení

Karteziánka samotného není nutné zatěžovat plastelínou (pokud přímo nevyrobíme inverzní verzi), ve stříkačkách lze vytvořit dostatečný tlak na to, aby hadička samotná klesla ke dnu.

Při prvním snižování tlaku karteziánka opustí trocha vzduchu. Jeho funkci by to nemělo ovlivnit, proto opakováním plnicího postupu vzduch ze stříkačky odstraníme. Pokud by však funkce karteziánka selhávala, můžeme v jedné ze stříkaček trochu vzduchu nechat a využít jeho roztažnosti k upravování výsledného tlaku uvnitř. Tento “podvod” je těžko zpozorovatelný a hlavní princip chování pomůcky příliš neovlivní.

## Neodymové kreslítko

Neodymové magnety velmi dobře reagují na okolní magnetické pole, čehož lze využít nejen ke stavbě kompasu, ale i ke znázornění magnetických indukčních čar v okolí magnetů.

### Pomůcky

Neodymový magnet, tuha, papír, nit, materiál na stojan (špejle a víčko od šumivých vitaminů; drát a plastová podložka...)

### Postup

Nalezneme a označíme si severní pól magnetu například pomocí buzoly. (Pokud víme, kam od nás směřují světové strany, můžeme sever magnetu určit i bez buzoly, protože citlivě reaguje i na magnetické pole Země.) Obalíme magnet papírem, na který nakreslíme ze všech stran šipky směřující k severu magnetu. Na severním a jižním pólu lze využít značení “letícího šípku”. Na stranu magnetu, která není pólová, připevníme nit, za kterou magnet zavěsíme na stojan. Ten lze vyrobit například ze špejlí a víčka z tuby od šumivých vitaminů, z drátu a plastové podložky, či čehokoliv jiného, co zajistí pevné dno. Do dna stojanu uděláme díru, do níž připevníme tuhu, kterou podle potřeby zkrátíme.

### Experiment

Neodymové kreslítko položíme na papír vedle zkoumaného magnetu a pohybujeme jím po podložce ve směru šipky na něm. Neodymový magnet v kreslítku se v reakci na změny magnetického pole otáčí, tedy se mění i směr pohybu kreslítka. Takto postupně nakreslíme magnetické indukční čáry v okolí magnetu. Stejnou metodou lze znázornit magnetické indukční čáry i v okolí dvou magnetů, které se odpuzují, či přitahují.



Obrázek 8 - Neodymové kreslítko

Tyto magnety je však potřeba mít daleko od sebe. Neodymový magnet na jejich magnetická

pole reaguje velmi dobře i na celkem velkou vzdálenost, kde se již může zdát, že se vzájemně neovlivňují.

Nemusíme však nutně využívat pouze kreslítka siločar, neodymový magnet lze využít také jako kompas, protože citlivě reaguje i na magnetické pole Země. Tento experiment představil ve své přednášce Doc. RNDr. Leoš Dvořák CSc.

### **Postřehy a doporučení**

Při kreslení musíme dát pozor, aby se neodymový magnet kreslítka a zkoumaný magnet nepřitáhly. Pomůže také zkoumaný magnet k papíru přilepit např. tavným lepidlem.

V první verzi experimentu byl magnet v polystyrenu umístěn v misce s vodou. Aby však plaval, musel být polystyren velmi velký, což snížilo přesnost natolik, že zaznamenané kousky siločar byly krátké a křížily se. Metoda “vodního kompasu” se tedy neosvědčila.

L. Dvořák ve své přednášce také doporučil stabilizovat magnet tím, že pod něj umístíme hliníkovou destičku

## **Jednoduchý setrvačnick**

Z experimentu Neodymové kreslítka zbyla celá krabička od šumivých vitamínů. Naskytla se tedy otázka, k čemu krabičku bez víčka využít. Jednou z možností je demonstrace toho, jak rozložení hmoty ovlivní pohyb válce po nakloněné rovině.

### **Pomůcky**

Krabička od šumivých vitamínů, brčka, plastelína.

### **Výroba**

Krabičce odstraníme dno i rozšířenou horní část a rozřízneme ji příčně napůl (dostaneme tak menší válcové plochy). Odstrihneme si osm brček o délce poloviny krabičky a naplníme je plastelínou. Čtyři brčka připevníme rovnoměrně po obvodu jednoho z válečků (z vnitřní strany), čtyři slepíme a pomocí niti/brčka připevníme do středu druhého válečku.

### **Experiment**

Najdeme dostatečně dlouhou nakloněnou rovinu. Lze opřít desku o židli, podepřít dvě nohy stolu apod. Oba válce položíme na horní okraj a pustíme. Válec s brčky uprostřed sjede dolů první. Díky malé vzdálenosti od osy otáčení má menší moment setrvačnosti a nabyde vyšší rychlosti. Pokud máme možnost nechat válce pokračovat v kutálení např. po podlaze, válec, který se skutálel jako první, se také první zastaví, protože jeho moment setrvačnosti je díky větší vzdálenosti plastelíny od středu vyšší, tedy si uchová energii po delší dobu.

### **Postřehy a doporučení**

Je třeba věnovat zvýšenou pozornost rovnoměrnému rozmístění brček s plastelínou po obvodu válce, abychom neovlivnili jeho další chování. Ze stejného důvodu bychom se také měli snažit naplnit všechna brčka stejnou hmotností plastelíny.

## Sklenice na mnoho způsobů

Zavařovací sklenice jsou celkem odolné vůči změnám teplot a tlaků. Zároveň mají průhledné stěny. Tyto vlastnosti využijeme pro další sérii experimentů.

### Pomůcky

Zavařovací sklenice, balonek

### Výroba

Balonek rozstříhneme napůl a část bez nafukovacího otvoru napneme na hrdlo sklenice.

### Experimenty

Zvuk se šíří v podobě vlnění jako vibrace vzduchu či jiných látek, předmětů, materiálů. Pokud tedy klepneme na blánu, uslyšíme zvuk. Zároveň takto rozkmitáme stěny sklenice i vzduch uvnitř, tedy slabý zvuk uslyšíme i chvíli po úderu na blánu, když si celou sklenici přiblížíme k uchu. Zároveň takováto sklenice slouží jako jednoduchý megafon. Pokud mluvíme do blány, rozkmitá se, sklenice poslouží jako rezonanční dutina a zvuk zesílí.



Obrázek 9 - Sklenice s blánou

Kmitání a hlavně pružnost lze demonstrovat puštěním skleněné kuličky z malé výšky na blánu. Kulička blánu prohne, blána začne na kuličku silově působit a “vyhodí” ji do vzduchu. Vlivem energetických ztrát ovšem kulička po chvíli skákat přestane. Jak se postupně zkracuje amplituda skoků kuličky, výrazně vzroste jejich frekvence, a tedy i rychlost kmitání. Zajímavý jev nastává, když se kulička přiblíží k okraji blány. Pokud nepřeskočí okraj sklenice a nevypadne mimo blánu, po odrazu bude směřovat viditelně ke středu blány. Na okraji se totiž blána neprohne přímo dolů, ale mírně šikmo od středu, tedy síla, která kuličku vystřelí působí šikmo nahoru ke středu blány.

Jelikož uvnitř sklenice je vzduch, lze touto pomůckou demonstrovat také roztažnost plynů v závislosti na teplotě a tlaku. Pokud sklenici zahřejeme, pozorujeme mírné prohnutí blány ven ze sklenice vlivem zvětšení objemu plynu. Naopak po ochlazení sklenice se blána prohne dovnitř, protože vzduch svůj objem zmenší. Obdobné chování pozorujeme při změně tlaku. Pokud v okolí nádoby tlak klesne, blána se prohne ven, naopak při zvýšení tlaku v okolí se blána prohne dovnitř. Pokud efekty prohýbání nejsou dostatečně viditelné, můžeme na okraj sklenice připevnit špejli, kterou jedním koncem přichytíme ke středu blány. Špejle bude po prohnutí blány měnit svou výchylku.

Využívat ovšem nemusíme pouze pružnost blány. Po naplnění sklenice vodou získáme válcovou čočku. Pokud za ni umístíme papír s vodorovnou šipkou, skrz sklenici ji uvidíme otočenou opačným směrem, než je nakreslená. Čočka převrací obraz podle svislé osy.

### Nerealizované návrhy na experimenty

Pokud sklenici naplníme jedlou sodou a octem, bude chemickou reakcí vznikat plyn a zvyšovat tlak ve sklenici, čímž prohne blánu ven ze sklenice.

Pokud sklenici uzavřeme blánou v prostředí s nízkou teplotou a přineseme do prostředí s teplotou vyšší, plyn uvnitř zvětší objem a vytlačí blánu. Experiment funguje i obráceně. Při přechodu do chladnějšího prostředí se blána prohne dovnitř, protože vzduch svůj objem zmenší.

### **Postřehy a doporučení**

Pokud odstříhneme příliš malou část balonku, ze sklenice sklouzne. Je také nežádoucí, aby byla blána ve středu zvlněná, čemuž zabráníme převrácením balonku na rubovou stranu.

Pro experimenty se zvukem a plynovou roztažností je nutné zajistit, aby v balonku nebyly otvory. Pro naplnění sklenice k experimentu s válcovou čočkou je samozřejmě nutné blánu ze sklenice sundat.

## **Závěrečné shrnutí**

Výsledkem projektu je kompaktní sada experimentů k demonstraci jevů napříč odvětvími fyziky, jejíž tvorba vyžaduje minimum zručnosti a materiálu. Všechny materiály jsou také celkem levné a dobře dostupné.

Seznam experimentů popsaný výše představuje pouze zlomek toho, co všechno lze vyrobit a demonstrovat. Projekt tedy nemusí být pouze jednorázový. Je možné seznam pomůcek v pokračováních rozšiřovat.

Sada byla sestavena tak, aby experimenty byly zajímavé i samy o sobě a pochopení jejich principu nebylo příliš náročné. Zároveň jsou nejen díky své nenáročnosti bezpečné a proveditelné v téměř libovolném prostředí. Stejně tak je snadné experimenty později kdekoliv replikovat, protože nevyžadují speciální vybavení.

## Zdroje

- *Inerciální a neinerciální soustavy* [online]. [cit. 2019-07-31]. Dostupné z: [https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/FyzikaI/FyzI\\_06\\_InercialniaNeinercialniSoustavy\\_ver\\_0.pdf](https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/FyzikaI/FyzI_06_InercialniaNeinercialniSoustavy_ver_0.pdf)
- Vodní lupa. *Sbírka fyzikálních pokusů* [online]. [cit. 2019-07-31]. Dostupné z: <http://fyzikalnipokusy.cz/1903/vodni-lupa>
- Rázy (srážky) těles. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2019-07-31]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/52-razy-srazky-teles>

# Příloha -- Návody k experimentům

## Vozíčky

Položte vozíček na rovnou podložku. Pošlete proti němu druhý vozíček tak, aby se srazily buďto konci s hřebíky, nebo konci s víčky naplněnými plastelínou.

Co se stalo? Proč je výsledek odlišný?

připevněte na jeden z vozíčků papírový kornout. Nafoukněte balonek a nechte ho vyfukovat proti špičce kornoutu. Znovu nafoukněte balonek a tentokrát ho nechte vyfukovat do kornoutu (z opačné strany).

Pohnul se vozíček? Proč?

## Točna

Připevněte na točnu plastelínou různými barvami pokreslený kus papíru a točnu roztočte. Je v tom, co je nakreslené, a v tom, co vidíte nyní, rozdíl?

Připevněte plastelínou kolejnici na točnu tak, že bude směřovat od středu k okraji (vysokou zarážkou směrem na okraj). Položte do kolejnice ke středu točny kuličku a točnu roztočte.

Kulička se rozjela k okraji. Proč?

Položte ke středu točny kuličku a točnu roztočte. Pozorujte vliv Coriolisovy síly na trajektorii kuličky.

Totéž zopakujte s kapkou vody, která vyznačuje svou trajektorii tím, že zanechává mokrou stopu.

## Pístový karteziánek

(Pozor, experimenty provádějte opatrně, spoje nejsou stavěny na vysokou zátěž.)

Pokuste se stlačit oba písty najednou. Kapalina se nestlačila, ačkoliv podle karteziánku tlak vzrostl.

Co se bude dít, pokusíte-li se oba písty najednou “vytáhnout”?

Stlačte jeden z pístů a pozorujte chování karteziánku. Proč se druhý píst zvedl?

Zopakujte experiment, ale tentokrát za jeden z pístů zatáhněte.

## Neodymové kreslítko

(Pozor, součástí kreslítka je silný magnet. Udržujte od ostatních magnetů bezpečnou vzdálenost, častým “přicvakáváním” magnetů k sobě by mohlo dojít k poškození.)

Položte kreslítko na papír v okolí permanentního magnetu a kreslete ve směru šipky na bílé krychli uvnitř kreslítka. Šipka mění směr, měňte ho také.

Výsledné křivce se říká magnetická indukční čára.

## Jednoduchý setrvačnick

Položte oba válečky na nakloněnou rovinu a současně je pusťte. Válec, který se skutálí první má nižší moment setrvačnosti a může tak dosáhnout vyšší rychlosti. Pokud je ale budete pozorovat dál, déle se bude kutálet ten druhý.

## Sklenice na mnoho způsobů

Klepněte prsty o blánu. Blána se rozkmitá jako blána na bubnu. Kmitá však déle, než slyšíte silný zvuk. Bude-li v místnosti dostatečné ticho a přiložíte sklenici blánou vedle ucha, uslyšíte, jak původní zvuk lehce doznívá.

Přidrže si sklenici blánou před ústy a promluvte do ní. Blána se rozkmitá a sklenice jako rezonanční dutina zvuk zesílí.

Na blánu sklenice pusťte kuličku. Kulička začne po bláně skákat, a pokud jste ji nepustili z příliš velké výšky, nevypadne z blány ven.

Proč se z okraje vždy vrátí do středu? Skáče celou dobu stejně, nebo se vlastnosti jejího pohybu mění?

Sklenici zahřejte, nebo ochlaďte a pozorujte, co se stane s blánou. Plyn ve sklenici reaguje na změnu teploty změnou objemu.

Obdobně se bude blána chovat, pokud v okolí sklenice zvýšíte, nebo snížíte tlak.

Souvisí spolu nějak tyto jevy?

Za sklenici naplněnou vodou umístěte papír s vodorovnou šipkou.

Míří šipka stejným směrem? Proč se zrcadlově otočila?