



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### **Projekt: Přispějme k ještě kvalitnější a modernější výuce na ZŠ Chotěboř Buttulova**

Registrační číslo projektu CZ.01.07/1.1.01/01.0004

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

<b>Název projektu</b>	<b>Pracovní listy pro domácí fyzikální experimenty</b>
<b>Autorský kolektiv</b>	<b>Mgr. Petr Pátek, PaedDr. Iva Ledvinková, Mgr. Karel Stollin</b>

### **Anotace**

Projekt se zabývá problematikou zařazení domácích experimentů do výuky fyziky na 2. stupni ZŠ. Naším cílem bylo podpořit aktivní přístup žáků k výuce fyziky, zvýšit názornost výuky fyziky a vytvořit správné myšlenkové postupy při zpracování výsledků experimentu. Žáci mohou při experimentech pracovat s předměty, které jsou běžně k dispozici v každé domácnosti.

## **Výstup**

### **Metodika**

Vytvořili jsme soubor 9 pracovních listů pro domácí experimentální činnost žáků, které jsou doplněny 2 motivačními pracovními listy (viz přílohy). Po výběru vhodného pracovního listu doporučujeme následující postup:

- žáci zrealizují experiment v domácím prostředí a doplní pracovní list,
- výsledky své činnosti konzultují s učitelem,
- provedou sebehodnocení pomocí kontrolního listu,
- prezentují svoji práci před svými spolužáky (možnost využití vizualizéru).

### **Poznámka**

Důležité je, do jaké části vyučovacího procesu bude učitel chtít domácí experiment zařadit. Část našich úloh je motivačních (č. 1, 3, 6, 8), některé slouží k procvičení a upevnění učiva (č. 2), další pak k praktickému ověření předem známých vztahů (č. 5, 7, 9). Úlohy se nevyhýbají ani rozšiřujícímu učivu (č. 4). Pokud bude učitel chtít, aby pracovní list splňoval jiný účel, je nutné provést jisté úpravy.

## **Materiální a organizační zabezpečení**

Postačí pouze kopie pracovních listů uvedených v příloze, protože pomůcky pro realizaci experimentů lze běžně najít v každé domácnosti.

Změny v rozvrhu hodin nejsou třeba, prezentace před spolužáky může proběhnout v rámci hodiny fyziky.

## **Průběh realizace**

### **Časový harmonogram**

1. Rozbor charakteru a podmínek výuky fyziky – únor 2009.
2. Vymezení problému, volba formy a organizace jeho řešení – březen 2009.
3. Zpracování dotazníku pro průzkum mezi žáky – duben 2009.
4. Zpracování pracovních listů pro domácí pokusy – květen, červen, září 2009.
5. Zařazení experimentů do výuky – říjen, listopad, prosinec 2009.
6. Zhodnocení projektu, konečné úpravy – leden, únor 2010.
7. Příprava prezentace pro pedagogickou konferenci – březen 2010.
8. Příprava materiálů pro zařazení do sborníku – duben, květen, červen 2010.

### **Věcný průběh**

1. Na základě rozboru podmínek výuky fyziky byla stanovena tato východiska pro naši další práci:
  - a) Experiment je velice důležitou součástí nejen fyziky, ale i dalších vědních disciplín.
  - b) V hodinách fyziky není dostatek času, aby si žák samostatně vyzkoušel jednotlivé pokusy.
  - c) Převažují frontální experimenty, při kterých chybí bezprostřední kontakt žáka s pomůckou.
2. Vymezili jsme si, v čem je pro žáky důležitý kontakt s pomůckou:
  - a) Je východiskem pro další práci žáka se sledovaným jevem, pro lepší pochopení daného jevu, pro vyvození vlastních závěrů, hledání souvislostí, nastolování.
  - b) Je výrazným motivačním prvkem, který přispívá k vytvoření kladného vztahu žáka k předmětu.
  - c) Podporuje samostatné myšlení žáka, rozvoj jeho tvůrčích schopností.
3. Abychom si naše hypotézy ověřili, připravili jsme pro žáky 7. ročníků dotazník (průzkumu se zúčastnilo celkem 49 žáků). Především nás zajímalo, jaký vztah mají žáci k fyzikálním pokusům, zda by měli zájem o domácí experimenty, co by jim pomohlo při zpracování výsledků pokusů, jaký přínos by pro ně experimenty měly, čeho by se naopak obávali.

Výsledky dotazníkového šetření potvrdily nezbytnost správně provedeného experimentu ve výuce fyziky a také to, že pokud chceme žáky aktivně zapojit, musíme jim v jejich tvůrčí práci podat pomocnou ruku. Zvolili jsme proto formu pracovního listu.

4. Pracovní listy mají tuto strukturu:
  - a) stanovení východisek experimentu, sumarizace dosavadních znalostí, formulace hypotézy,
  - b) sestavení nebo doplnění pracovního postupu,
  - c) provedení pokusu a zápis pozorování,
  - d) formulace vlastních závěrů,
  - e) zhodnocení správnosti východisek a jejich případná korekce.

Pracovní listy jsme připravili ve dvou verzích:

- a) verze pro žáky s prázdnými místy pro doplnění hypotézy, pracovního postupu, pozorování, vysvětlení jednotlivých jevů, měření či stanovení závěru,
  - b) verze kontrolní, kterou může využít jak učitel pro rychlou opravu, tak žák pro sebehodnocení.
5. Pracovní listy byly zadány v rámci opakování žákům 8. ročníku, kteří projeví o danou problematiku zájem. Byla jim doporučena práce ve dvojicích.
  6. Ověření pracovních listů v praxi pro nás bylo důležité v několika směrech:
    - a) Zjistili jsme drobné nedostatky ve formulacích, které znesnadňovaly žákům pochopení pomocného textu. Přepřacovali jsme proto některé texty tak, aby lépe navazovaly. Přesto je třeba říci, že pokud někdo další bude chtít našich pracovních listů využít, nemusí být tato upravená verze pro něj verzí definitivní. Pracovní list si může dotvářet učitel na základě osobních zkušeností se žáky a s jejich reakcí na pracovní list.
    - b) Při diskuzi se žáky o podmínkách a výsledcích experimentu jsme viděli, že v některých případech je třeba dát jim k prezentaci před spolužáky určitý návod, aby si byli schopni utřídit svá zjištění a o předváděném pokusu srozumitelně hovořit. Metodické návody k pracovnímu listu č. 1 a č. 2 jsou součástí příloh.
    - c) V přílohách lze nalézt také ilustrační obrázky. Ukázalo se totiž, že počítačová úprava pořízené fotodokumentace je pro žáky velice zajímavá a doplnění doprovodných popisek napomůže důkladnějšímu pochopení sledovaných jevů.
  7. Do prezentace pro pedagogickou konferenci byly kromě ukázek již zmíněných materiálů zařazeny též fotografie a videozáznamy pořízené při žakovských prezentacích pokusů před spolužáky.

### **Poznámky**

- a) Při práci s kontrolními pracovními listy je třeba žáky upozornit na to, že jejich formulace nemusí přesně odpovídat formulaci z kontrolního listu. Důležité je, aby jádro odpovědi bylo totožné. V případě nejasností je nutná konzultace učitele.
- b) Jako variantu práce s našimi listy bychom chtěli uvést postup, kdy učitel zadá frontálně část pracovního listu k domácímu zpracování (část vycházející z experimentu a pozorování) a teprve následující vyučovací hodinu žáci s pomocí učitele doplní zbývající části pracovního listu.

# Závěr

## Přínos pro realizátory projektu

Při realizaci domácích experimentů bylo zřetelně vidět, jak žáci umí být aktivní při řešení problémů, jak umí diskutovat, jaké tvůrčí zaujetí dokážou vyvinout, pokud je jim k tomu dána příležitost. Budeme se snažit žáky i nadále motivovat, podporovat jejich samostatnost a přispívat k tomu, aby si uvědomili fyzikální podstatu reality, která nás obklopuje.

## Přínos pro žáky

Projekt přispěl k rozvoji těchto klíčových kompetencí:

- a) **Kompetence k učení:** žáci samostatně prováděli jednoduché pokusy, přijímali podporu, kritiku, tvořili plán, vytvářeli si optimální podmínky pro učení.
- b) **Kompetence k řešení problémů:** žáci navrhovali postupy provedení jednoduchých pokusů, ověřovali správnost poznatků prakticky.
- c) **Kompetence komunikativní:** žáci písemně zaznamenávali své myšlenky, zeptali se, když nerozuměli.
- d) **Kompetence sociální a personální:** žáci neodmítali cizí nápady, plnili úkoly s návodem, vyhledávali pomoc u spolužáků, učili se rozdělit si role ve skupině.
- e) **Kompetence pracovní:** žáci používali jednoduché nástroje, zaznamenávali postup podle předloh.

Žáci nejen experimentovali, argumentovali, vyvozovali, sumarizovali, stanovovali závěry, ale především bylo vidět, jak je práce baví, jak v ní chtějí pokračovat a jak se jejich schopnost předvést výsledky své činnosti ostatním zlepšuje.

Kontrolní listy pak výraznou měrou přispěly k vlastnímu sebehodnocení žáků, k tomu, aby žáci odhalovali své nedostatky a hledali cestu k jejich nápravě.

## Přílohy

- 1) Pracovní list č. 1 – setrvačnost
- 2) Pracovní list č. 2 – setrvačnost
- 3) Pracovní list č. 3 – zákon odrazu světelných paprsků
- 4) Pracovní list č. 4 – proudění vzduchu
- 5) Pracovní list č. 5 – moment síly
- 6) Motivační list A – fyzika v domácnosti
- 7) Motivační list B – dotazník
- 8) Pracovní list č. 6 – vztlková síla
- 9) Pracovní list č. 7 – vztlková síla
- 10) Pracovní list č. 8 – vztlková síla
- 11) Pracovní list č. 9 – plování těles, Pascalův zákon
- 12) Metodický návod k pracovnímu listu č. 1
- 13) Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 1
- 14) Metodický návod k pracovnímu listu č. 1

- 15) Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 2
- 16) Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 8

## Pracovní list č. 1

**Datum:**

**Téma:** Setrvačnost

**Zpracovali:**

**Pomůcky:** Kulička, krabička od zápalek, list papíru, talíř.

### Zadání:

- Na list papíru polož kuličku a papírem prudce trhni.
- Na list papíru postav krabičku od zápalek a papírem prudce trhni.
- Do talíře nalij vodu (zhruba 1cm pod okraj). Udělej 5 rychlých kroků a prudce zastav u dřezu či umývadla.

Popiš a vysvětli pozorované jevy.

### Východiska:

- Předměty se samovolně neuvedou z klidu do pohybu. Aby bylo nějaké těleso uvedeno do pohybu, .....
- Pokud je těleso v klidu a nepůsobí na něj jiné těleso, pak .....
- Pokud je těleso v pohybu rovnoměrném přímočarém a nepůsobí na něj jiná tělesa (odpor prostředí zanedbáme), pak .....  
.....  
.....

### Pracovní postup:

#### A) Pokus s kuličkou

Pozorování: .....

Vysvětlení: Papír byl .....

kulička .....vůči .....

Uved' obdobný příklad z běžného života (např. autobus, cestující):

.....  
.....

B) Pokus s krabičkou od zápalek

Pozorování: .....

Vysvětlení: Papír byl .....

Dolní část krabičky se díky tření .....,

horní část krabičky ..... vůči.....

Proto se krabička .....

C) Pokus s talířem

Pozorování: .....

Vysvětlení: Talíř byl ..... vůči .....

voda .....,

protože je – není \* s talířem pevně spojena.

Uveď obdobný příklad z běžného života (např. autobus, cestující):

.....

.....

Poznámka:

*Pokud pokus ukázal, že některá tvoje východiska nebyla správná, zeleně je škrtni a zapiš na volné linky svoje nová zjištění.*

---

\* Nehodící se škrtni.

## Pracovní list č. 1

Datum:

Téma: Setrvačnost

Zpracovali:

**Pomůcky:** Kulička, krabička od zápalek, list papíru, talíř.

### Zadání:

- Na list papíru polož kuličku a papírem prudce trhni.
- Na list papíru postav krabičku od zápalek a papírem prudce trhni.
- Do talíře nalij vodu (zhruba 1cm pod okraj). Udělej 5 rychlých kroků a prudce zastav u dřezu či umývadla.

Popiš a vysvětli pozorované jevy.

### Východiska:

- 1) Předměty se samovolně neuvedou z klidu do pohybu. Aby bylo nějaké těleso uvedeno do pohybu, **musí na něj jiná tělesa působit silou.**
- 2) Pokud je těleso v klidu a nepůsobí na něj jiné těleso, pak **setrvává v klidu.**
- 3) Pokud je těleso v pohybu rovnoměrném přímočarém a nepůsobí na něj jiná tělesa (odpor prostředí zanedbáme), pak **setrvává v pohybu rovnoměrném přímočarém.**

.....

.....

.....

### Pracovní postup:

#### A) Pokus s kuličkou

Pozorování: **Kulička se pohybovala na opačnou stranu než papír.**

Vysvětlení: Papír byl **uveden do pohybu,**  
kulička **setrvávala v klidu** vůči **stolu.**

Uveď obdobný příklad z běžného života (např. autobus, cestující):

**Když se autobus prudce rozjede, trhne s sebou cestující směrem dozadu (setrvává v klidu vůči vozovce).**



B) Pokus s krabičkou od zápalek

Pozorování: Krabička se převrátila.

Vysvětlení: Papír byl uveden do pohybu.

Dolní část krabičky se díky tření pohybovala s papírem,  
horní část krabičky setrvala v klidu vůči stolu.

Proto se krabička převrátila.

C) Pokus s talířem

Pozorování: Voda se vylila.

Vysvětlení: Talíř byl uveden do klidu vůči podlaze, voda setrvala v pohybu,  
protože je – není\* s talířem pevně spojena.

Uveď obdobný příklad z běžného života (např. autobus, cestující):

Když autobus prudce zastaví, stojící cestující se začne pohybovat po směru jízdy  
(setravá v pohybu).

Poznámka:

*Pokud pokus ukázal, že některá tvoje východiska nebyla správná, zeleně je škrtni  
a zapiš na volné linky svoje nová zjištění.*

---

\* Nehodící se škrtni.

## Pracovní list č. 2

Datum:

Téma: Setrvačnost

Zpracovali:

**Pomůcky:** 2 syrová a 2 natvrdo uvařená vejíčka.

Zadání: Na stůl polož syrové vejíčko a roztoč ho. Potom vejíčko na okamžik zastav prstem a hned zase prst odtáhni. Stejný pokus proved' s vejíčkem uvařeným natvrdo. Vysvětli pozorované jevy.

Východiska:

1) Zákon setrvačnosti:

.....  
.....  
.....

2) Rozdíl mezi obsahem syrového a uvařeného vejíčka z hlediska setrvačnosti (tekutý obsah ✕ tuhý obsah):

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Pracovní postup:

A) Pokus se syrovým vejíčkem

Pozorování: .....

Vysvětlení (jak se projevila setrvačnost):

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

B) Pokus s uvařeným vajíčkem

Pozorování: .....

Vysvětlení:

.....  
.....  
.....

C) 2 syrová a 2 natvrdo uvařená vajíčka dej na jeden talíř. Popros kamaráda, aby změnil jejich polohu. Na základě předchozího pokusu rozříd vajíčka na syrová a uvařená. Jak ses přesvědčil o správnosti svého třídění?

.....

Byl jsi úspěšný? .....

Poznámka:

*Pokud pokus ukázal, že některá tvoje východiska nebyla správná, zeleně je škrtni a zapiš na volné linky svoje nová zjištění.*

## Pracovní list č. 2

Datum:

Téma: Setrvačnost

Zpracovali:

**Pomůcky:** 2 syrová a 2 natvrdo uvařená vejíčka.

**Zadání:** Na stůl polož syrové vejíčko a roztoč ho. Potom vejíčko na okamžik zastav prstem a hned zase prst odtáhni. Stejný pokus proved' s vejíčkem uvařeným natvrdo. Vysvětli pozorované jevy.

**Východiska:**

- 1) Zákon setrvačnosti: **Těleso setrvává v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém, pokud není nuceno tento stav změnit působením jiných těles.**
- 2) Rozdíl mezi obsahem syrového a uvařeného vejíčka z hlediska setrvačnosti (tekutý obsah, tuhý obsah): **Tekutý obsah syrového vejíčka není pevně spojen se skořápkou, může setrvávat v pohybu, i když vejíčko zastavíme.**

.....  
.....  
.....

**Pracovní postup:**

A) **Pokus se syrovým vejíčkem**

**Pozorování:** Vejíčko se po odtažení prstu začalo znova otáčet.

**Vysvětlení** (jak se projevila setrvačnost): Roztočením syrového vejíčka se uvedl do pohybu i jeho tekutý obsah – žloutek a bílek. Při zastavení vejíčka se vlastně zastavila jen skořápka, žloutek i bílek setrvávaly v pohybu, protože na ně nepůsobila síla (skořápka a tekutý obsah nejsou pevně spojeny). Po odtažení prstu otáčející se obsah roztočil znova celé vejíčko.

B) **Pokus s uvařeným vejíčkem**

**Pozorování:** Vejíčko se po odtažení prstu znova neroztočilo.

**Vysvětlení:** Ve vejíčku uvařeném natvrdo tuhý obsah při zastavení nesetrvával v pohybu, protože je pevně spojen se skořápkou a síla tedy působila i na něj.

C) 2 syrová a 2 natvrdo uvařená vejíčka dej na jeden talíř. Popros kamaráda, aby změnil jejich polohu. Na základě předchozího pokusu rozříd' vejíčka na syrová a uvařená. Jak ses přesvědčil o správnosti svého třídění? **Oloupal jsem uvařená vejce.**  
Byl jsi úspěšný? **Ano.**

Poznámka:

*Pokud pokus ukázal, že některá tvoje východiska nebyla správná, zeleně je škrtni a zapiš na volné linky svoje nová zjištění.*

### Pracovní list č. 3

Datum:

**Téma:** Zákon odrazu světelných paprsků

Zpracovali:

**Pomůcky:** 2 špejle, větší zrcátko, bílý papír A4, úhломěr.

Zadání: Na stůl postav kolmo zrcátko. Před zrcátko polož list bílého papíru (hrana zrcátka a delší strana papíru se budou krýt) a dále špejli tak, aby se jedním koncem dotýkala zrcátka. Tato špejle představuje paprsek dopadající na zrcátko. Pomocí druhé špejle demonstruj paprsek odražený. Změř příslušné úhly. Pokus zrealizuj celkem 5×, údaje zaznamenej do tabulky. Zformuluj závěr.

#### Východiska:

1) Kolmice dopadu je

.....

2) Úhel dopadu je

.....

3) Úhel odrazu je

.....

4) Další pojmy, které se ti vybaví v souvislosti s danou problematikou:

.....

.....

.....

Ujasni si, co o nich víš.

#### Pracovní postup:

A) Zrcátko je vlastně ..... zrcadlem. Protože budeš měřit .....  
....., je nezbytné narýsovat ..... Zvol si bod dotyku  
špejle se zrcadlem a sestroj v něm kolmici k rovině zrcadla, tedy k delší straně papíru.

B) Pokus uspořádej podle pokynu v zadání.

Jak nastavíš druhou špejli, aby představovala paprsek odražený?

.....

.....

Načrtni schéma pokusu (zrcadlo, paprsek dopadající, paprsek odražený). Vyznač také příslušné úhly.

C) Požádej o pomoc kamaráda. Jeden z vás přidrží špejle, druhý odsune zrcátko a provede měření úhlů dopadu a odrazu. Údaje zaznamenej do tabulky.

Číslo měření	1	2	3	4	5
Úhel dopadu					
Úhel odrazu					

B) Postupně měň polohu první špejle a pokus opakuj. Dopln celou tabulku v části C.

C) Zformuluj závěr:

.....

## Pracovní list č. 3

Datum:

**Téma:** Zákon odrazu světelných paprsků

Zpracovali:

**Pomůcky:** 2 špejle, větší zrcátko, bílý papír A4, úhломěr.

**Zadání:** Na stůl postav kolmo zrcátko. Před zrcátko polož list bílého papíru (hrana zrcátka a delší strana papíru se budou krýt) a dále špejli tak, aby se jedním koncem dotýkala zrcátka. Tato špejle představuje paprsek dopadající na zrcátko. Pomocí druhé špejle demonstruj paprsek odražený. Změř příslušné úhly. Pokus zrealizuj celkem 5×, údaje zaznamenej do tabulky. Zformuluj závěr.

### Východiska:

- 1) Kolmice dopadu je **kolmice sestrojena v bodě dopadu světelného paprsku na rovinu zrcadla.**
- 2) Úhel dopadu je **úhel, který svírá dopadající paprsek s kolmicí dopadu.**
- 3) Úhel odrazu je **úhel, který svírá odražený paprsek s kolmicí dopadu.**
- 4) Další pojmy, které se ti vybaví v souvislosti s danou problematikou: **světelný paprsek, přímočaré šíření světla, rychlost šíření světla, rovinné zrcadlo, kulové zrcadlo, rovina dopadu.**

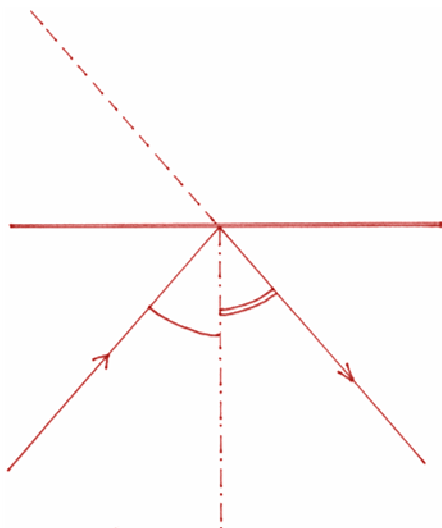
Ujasni si, co o nich víš.

### Pracovní postup:

- A) Zrcátko je vlastně **rovinným** zrcadlem. Protože budeš měřit **úhly dopadu a odrazu**, je nezbytné narýsovat **kolmici dopadu**. Zvol si bod dotyku špejle se zrcadlem a sestroj v něm kolmici k rovině zrcadla, tedy k delší straně papíru.
- B) Pokus uspořádej podle pokynu v zadání.  
Jak nastavíš druhou špejli, aby představovala paprsek odražený? **Druhou špejli musím vidět v přímém pokračování obrazu první špejle.**



Načrtni schéma pokusu (zrcadlo, paprsek dopadající, paprsek odražený). Vyznač také příslušné úhly.



C) Požádej o pomoc kamaráda. Jeden z vás přidrží špejle, druhý odsune zrcátko a provede měření úhlů dopadu a odrazu. Údaje zaznamenej do tabulky.

Číslo měření	1	2	3	4	5
Úhel dopadu	$41^\circ$	$52^\circ$	$36^\circ$	$28^\circ$	$15^\circ$
Úhel odrazu	$41^\circ$	$52^\circ$	$36^\circ$	$28^\circ$	$15^\circ$

D) Postupně měň polohu první špejle a pokus opakuji. Doplni celou tabulku v části C.

E) Zformuluj závěr: **Velikost úhlu odrazu se rovná velikosti úhlu dopadu.**

## Pracovní list č. 4

Datum:

Téma: Proudění vzduchu

Zpracovali:

Pomůcky: Nálevka, svíčka, zápalky.

Zadání: Zapal svíčku, do úst si dej tenčí konec nálevky a foukej na svíčku. Zjisti, za jakých podmínek ji lze sfouknout. Vysvětli pozorované jevy.

Východiska:

- 1) Příčinou proudění vzduchu v atmosféře je .....
- 2) Vzduch proudí z míst vyššího – nižšího \* tlaku vzduchu do míst vyššího – nižšího \* tlaku vzduchu.
- 3) Když foukneš do nálevky, tlak vzduchu ve středu rozšířené části nálevky se zvýší – sníží \*.

.....

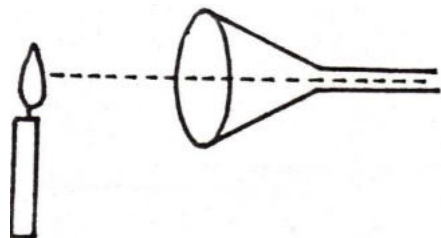
.....

.....

Pracovní postup:

*Experiment prováděj nejlépe s kamarádem. Jeden z vás se bude snažit o sfouknutí svíčky, druhý pak ohlídá vzdálenost svíčky a nálevky i jejich vzájemnou polohu a bude provádět pozorování.*

- A) Foukej na svíčku tak, aby střed otvoru nálevky směřoval k jejímu plameni (viz obrázek).



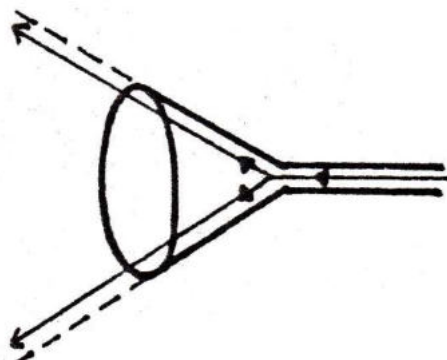
Pokus se svíčku sfouknout nejprve ze vzdálenosti 40 cm od nejširšího okraje nálevky, pak postupně ze vzdálenosti 35, 30, 25 a 20 cm.

Ve kterém případě se ti to podařilo?

.....

B) Pokus zopakuj bez nálevky. Najdi a zapiš největší vzdálenost, ze které se ti podařilo svíčku sfouknout. ....

C) Vysvětli na základě následujícího obrázku:



.....  
.....

D) Nálevku hodně přiblíž ke svíčce a foukej tak, aby střed otvoru nálevky směřoval k horní části plamene svíčky. Co pozoruješ?

.....  
.....

E) Doplň a zdůvodni:

Tlak vzduchu je podél stěn vyšší – nižší \* než ve středu rozšířené části nálevky.  
Okolní vzduch proudí .....

.....  
.....

F) Jak dosáhneš toho, abys proudem vzduchu z nálevky sfoukl svíčku?

.....

Zakresli.

Poznámka:

*Pokud pokus ukázal, že některá tvoje východiska nebyla správná, zeleně je škrtni a zapiš na volné linky svoje nová zjištění.*

---

\* Nehodící se škrtni.

## Pracovní list č. 4

Datum:

Téma: Proudění vzduchu

Zpracovali:

Pomůcky: Nálevka, svíčka, zápalky.

Zadání: Zapal svíčku, do úst si dej tenčí konec nálevky a foukej na svíčku. Zjisti, za jakých podmínek ji lze sfouknout. Vysvětli pozorované jevy.

Východiska:

- 1) Příčinou proudění vzduchu v atmosféře je **rozdíl tlaků**.
- 2) Vzduch proudí z míst **vyššího – nižšího** \* tlaku vzduchu do míst **vyššího – nižšího** \* tlaku vzduchu.
- 3) Když foukneš do nálevky, tlak vzduchu ve středu rozšířené části nálevky se **zvýší – sníží** \*.

.....

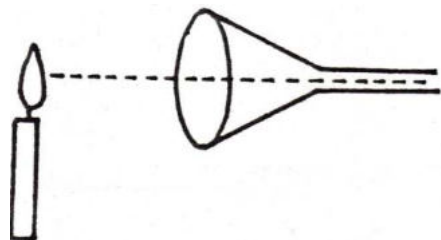
.....

.....

Pracovní postup:

*Experiment prováděj nejlépe s kamarádem. Jeden z vás se bude snažit o sfouknutí svíčky, druhý zajistí změnu vzdálenosti svíčky a nálevky i dodržení jejich vzájemné polohy a bude provádět pozorování.*

- A) Foukej na svíčku tak, aby střed otvoru nálevky směřoval k jejímu plameni (viz obrázek).

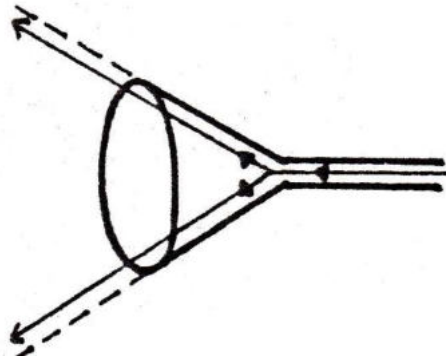


Pokus se svíčku sfouknout nejprve ze vzdálenosti 40 cm od nejširšího okraje nálevky, pak postupně ze vzdálenosti 35, 30, 25 a 20 cm.

Ve kterém případě se ti to podařilo? **Ani v jednom případě nebyl pokus úspěšný.**

B) Pokus zopakuj bez nálevky. Najdi a zapiš největší vzdálenost, ze které se ti podařilo svíčku sfouknout. **40 cm.**

C) Vysvětli na základě následujícího obrázku:



**Vzduch se z úzké části nálevky dostává do širší a tam proudí kolem stěn.**

D) Nálevku hodně přiblíž ke svíčce a foukej tak, aby střed otvoru nálevky směřoval k horní části plamene svíčky. Co pozoruješ? **Plamen se nakloní směrem k nálevce, jako by jí byl přitahován.**

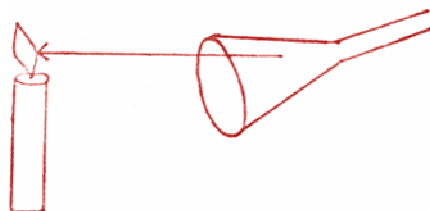
E) Doplň a zdůvodni:

Tlak vzduchu je podél stěn **vyšší – nižší** \* než ve středu rozšířené části nálevky. Okolní vzduch proudí **z míst vyššího tlaku vzduchu do míst nižšího tlaku vzduchu. Proto se plamen svíčky ohýbá směrem ke středu nálevky.**

F) Jak dosáhneš toho, abys proudem vzduchu z nálevky sfoukl svíčku?

**Stačí naklonit nálevku nahoru, dolů či do strany.**

Zakresli.



Poznámka:

*Pokud pokus ukázal, že některá tvoje východiska nebyla správná, zeleně je škrtni a zapiš na volné linky svoje nová zjištění.*

---

\* Nehodící se škrtni.

## Pracovní list č. 5

Datum:

Téma: Otáčivý účinek síly

Zpracovali:

**Pomůcky:** Pravítko dlouhé 30 cm, 5 knížek s tvrdými deskami,  
5 pětikorunových mincí, izolepa, nit.

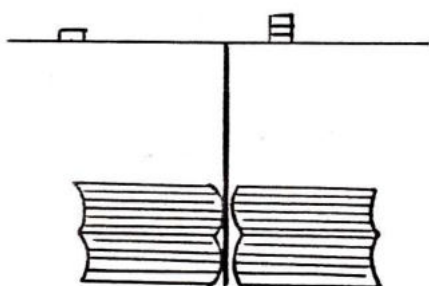
Zadání: Ověř prakticky vztahy, které platí pro rovnovážnou polohu.

Východiska:

- 1) Rameno síly je .....
  - 2) Moment síly je definován jako .....  
Vzorec (rameno síly označ  $x$ ): .....
  - 3) Jednotka momentu síly (slovně, značka): .....
  - 4) Soustava je v rovnovážné poloze, jestliže .....
  - 5) Další pojmy, které se ti vybaví v souvislosti s danou problematikou: .....
- Ujasni si, co o nich víš.

Pracovní postup:

- A) Vezmi pravítko, otevři knížku s tvrdými deskami a podepři ji dalšími knížkami.



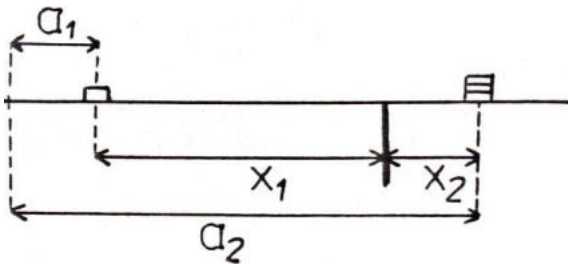


Polož pravítko na hranu desky tak, že bude v rovnovážné poloze. Zjisti, při jaké hodnotě na stupnici je pravítko v rovnovážné poloze.



**a** = .....

B) Vezmi pětikorunovou a tři pětikorunové mince ve sloupku a polož je na pravítko tak, aby pravítko zůstalo i nadále v rovnovážné poloze. Zjisti údaj na stupnici pravítka, který odpovídá středu mince (mincí) a urči vzdálenosti  $x_1$ ,  $x_2$  od osy otáčení.



**a<sub>1</sub>** = ..... **cm** → **x<sub>1</sub>** = ..... **cm** = ..... **m**

**a<sub>2</sub>** = ..... **cm** → **x<sub>2</sub>** = ..... **cm** = ..... **m**

Označ:  $F_{G1}$  – tíhová síla působící na 1 minci

$F_{G2}$  – tíhová síla působící na 3 mince

$M_1$  – moment tíhové síly  $F_{G1}$

$M_2$  – .....

Platí:  **$F_{G2} = \dots \cdot F_{G1}$**

Zapiš vzorce pro momenty sil:

**$M_1 = \dots$**

**$M_2 = \dots$**

Dosaď za  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $F_{G2}$  a uprav tak, aby na prvním místě bylo číslo.

**$M_1 = \dots \text{ m} = \dots \text{ m}$**

**$M_2 = \dots \text{ m} = \dots \text{ m}$**

Znaménkem rovnosti či nerovnosti zapiš vztah mezi  $M_1$ ,  $M_2$ :

.....

Pravítko je v ..... poloze, protože .....

.....

.....

C) Nyní použij pětikorunovou a dvě pětikorunové mince ve sloupku. Přelep minci (mince) izolepou a zavěš na nit. Druhý konec niti zakonči smyčkou, kterou navlékneš na pravítko. Rovnovážné polohy docil různými způsoby. Údaje zaznamenej do následující tabulky.

číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8
$x_1$ (m)								
$x_2$ (m)								

Zformuluj závěr:

Aby velikosti momentů obou tíhových sil ....., rameno tíhové síly působící na 1 minci musí být .....

.....

## Pracovní list č. 5

Datum:

Téma: Otáčivý účinek síly

Zpracovali:

**Pomůcky:** Pravítko dlouhé 30 cm, 5 knížek s tvrdými deskami,  
5 pětikorunových mincí, izolepa, nit.

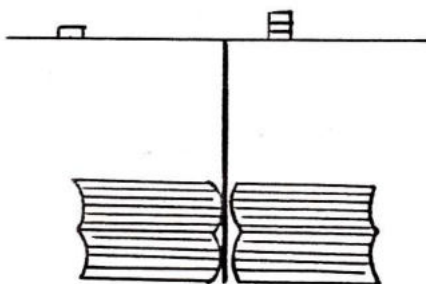
**Zadání:** Ověř prakticky vztahy, které platí pro rovnovážnou polohu.

**Východiska:**

- 1) Rameno síly je **vzdálenost přímky, na které znázorňujeme sílu, od osy otáčení.**
- 2) Moment síly je definován jako **součin síly a ramena síly.**  
Vzorec (rameno síly označ  $x$ ):  $M = F \cdot x$
- 3) Jednotka momentu síly (slovně, značka): **newtonmetr, N . m**
- 4) Soustava je v rovnovážné poloze, jestliže **moment síly, který ji otáčí v kladném smyslu, je stejně velký jako moment síly, který ji otáčí v záporném smyslu.**
- 5) Další pojmy, které se ti vybaví v souvislosti s danou problematikou: **gravitační síla, tíhová síla, těžiště, skládání sil, páka, rovnováha.**  
Ujasni si, co o nich víš.

**Pracovní postup:**

- A) Vezmi pravítko, otevři knížku s tvrdými deskami a podepři ji dalšími knížkami.

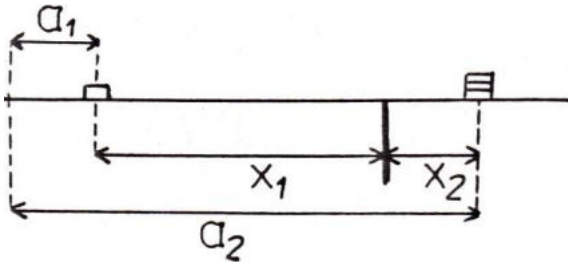


Polož pravítko na hranu desky tak, že bude v rovnovážné poloze. Zjisti, při jaké hodnotě na stupnici je pravítko v rovnovážné poloze.



$$a = 14,7 \text{ cm}$$

B) Vezmi pětikorunovou a tři pětikorunové mince ve sloupku a polož je na pravítko tak, aby pravítko zůstalo i nadále v rovnovážné poloze. Zjisti údaj na stupnici pravítka, který odpovídá středu mince (mincí) a urči vzdálenosti  $x_1$ ,  $x_2$  od osy otáčení.



$$a_1 = 1,8 \text{ cm} \rightarrow x_1 = 12,9 \text{ cm} = 0,129 \text{ m}$$

$$a_2 = 19 \text{ cm} \rightarrow x_2 = 4,3 \text{ cm} = 0,043 \text{ m}$$

Označ:  $F_{G1}$  – tíhová síla působící na 1 minci

$F_{G2}$  – tíhová síla působící na 3 mince

$M_1$  – moment tíhové síly  $F_{G1}$

$M_2$  – moment tíhové síly  $F_{G2}$

Platí:  $F_{G2} = 3 \cdot F_{G1}$

Zapiš vzorce pro momenty sil:

$$M_1 = F_{G1} \cdot x_1$$

$$M_2 = F_{G2} \cdot x_2$$

Dosaď za  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $F_{G2}$  a uprav tak, aby na prvním místě bylo číslo.

$$M_1 = F_{G1} \cdot 0,129 \text{ m} = 0,129 F_{G1} \text{ m}$$

$$M_2 = 3 \cdot F_{G1} \cdot 0,043 \text{ m} = 0,129 F_{G1} \text{ m}$$

Znaménkem rovnosti či nerovnosti zapiš vztah mezi  $M_1$ ,  $M_2$ :

$$M_1 = M_2$$

Pravítko je v **rovnovážné** poloze, protože **moment síly, která ho otáčí ve smyslu kladném, je stejně velký jako moment síly, která ho otáčí ve smyslu záporném.**

C) Nyní použij pětikorunovou a dvě pětikorunové mince ve sloupku. Přelep minci (mince) izolepou a zavěš na nit. Druhý konec niti zakonči smyčkou, kterou navlékneš na pravítko. Rovnovážné polohy docil různými způsoby. Údaje zaznamenej do následující tabulky.

číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8
$x_1$ (m)	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,068	0,09	0,110
$x_2$ (m)	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,034	0,045	0,055

Zformuluj závěr:

Aby velikosti momentů obou tíhových sil **byly stejné**, rameno tíhové síly působící na 1 minci musí být **dvakrát větší než rameno tíhové síly působící na 2 mince.**

## Motivační list A (pro soubor pracovních listů k tématu Archimédův zákon)

V hodinách fyziky se provádějí pokusy pomocí přístrojů a pomůcek, které nejsou běžně dostupné. V každé domácnosti, a zejména v kuchyni, lze však najít předměty, nástroje, nářadí i přístroje, které k provedení některých jednoduchých pokusů velice dobře poslouží. V kuchyni můžeme připravit i látky (např. led), které se pro použití ve škole příliš nehodí. A navíc, při domácím experimentování nejsme omezeni časem.

V tématu Archimédův zákon se řeší vzájemné silové působení pevných a kapalných (resp. plyných) těles. Bude tedy nutné obstarat nástroje-přístroje k měření hmotnosti, síly a objemu.

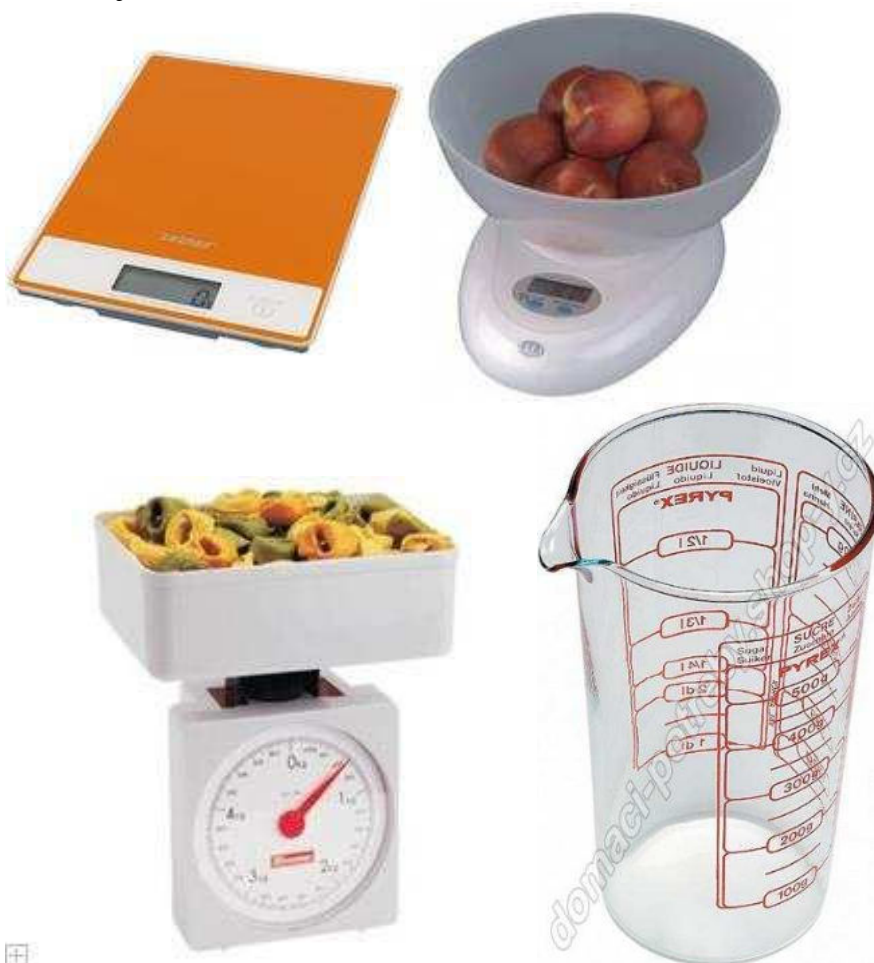
Před samotným pokusem je dobré zhodnotit své znalosti, které jsou pro práci nezbytné, a seznámit se i s vybavením a možnostmi své domácí laboratoře.

Zkusme tedy nejprve odpovědět na některé otázky.

### Výběr pomůcek:

*1) Rozhodni a poznamenej, které předměty na obrázcích jsou vhodné ke změření:*

- a) hmotnosti, m
- b) síly, F
- c) objemu, V







*II) Zapiš jiné pomůcky, které můžeš použít.*



**Motivační list B (pro soubor pracovních listů k tématu Archimédův zákon)**

**Doplň tak, aby tvrzení byla pravdivá:**

- 1) Síla je fyzikální veličina, která .....
- 2) Na každé těleso v gravitačním poli působí .....
- 3) Směr gravitační síly se nazývá..... směr.
- 4) Směr hladiny kapaliny se nazývá.....směr.
- 5) Svislý a vodorovný směr jsou vzájemně.....
- 6) Graficky lze sílu znázornit .....
- 7) Síla má tyto vlastnosti: a).....b).....c).....d).....
- 8) Každé dvě síly, které působí na těleso, lze nahradit.....
- 9) Výslednice je síla, kterou lze.....
- 10) Výslednice sil téže orientace, které leží na stejné přímce, je rovna.....
- 11) Výslednice sil opačné orientace, které leží na stejné směrové přímce, je rovna.....
- 12) Síly téhož směru, velikosti, ale opačné orientace se nazývají .....
- 13) Výslednice opačných sil je .....
- 14) Velikost gravitační síly závisí na.....
- 15) Gravitační konstanta vyjadřuje .....
- 16) Hustota je fyzikální veličina, která vyjadřuje .....
- 17) Hustotu pevných látek lze určit.....
- 18) Hustotu kapalin lze určit.....nebo.....
- 19) Gravitační konstantu značíme písmenem.....
- 20) Velikost gravitační konstanty je přibližně.....
- 21) Výslednice opačně orientovaných sil má orientaci stejnou jako.....
- 22) Při vzájemném působení dvou těles vznikají dvě síly, které se nazývají .....
- 23) Dvě síly jsou v rovnováze, jestliže .....
- 24) Velikost gravitační síly určíme.....nebo.....

**Motivační list B (pro soubor pracovních listů k tématu Archimédův zákon)**  
**Doplň tak, aby tvrzení byla pravdivá:**

- 1) Síla je fyzikální veličina, která vyjadřuje velikost vzájemného působení těles.
- 2) Na každé těleso v gravitačním poli působí gravitační síla.
- 3) Směr gravitační síly se nazývá svislý směr.
- 4) Směr hladiny kapaliny se nazývá vodorovný směr.
- 5) Svislý a vodorovný směr jsou vzájemně kolmé.
- 6) Graficky lze sílu znázornit orientovanou úsečkou.
- 7) Síla má tyto vlastnosti: a) velikost b) působiště c) orientaci d) směr
- 8) Každé dvě síly, které působí na těleso, lze nahradit jedinou výslednicí.
- 9) Výslednice je síla, kterou lze nahradit všechny síly působící na těleso.
- 10) Výslednice sil téže orientace, které leží na stejné přímce, je rovna jejich součtu.
- 11) Výslednice sil opačné orientace, které leží na stejné směrové přímce, je rovna jejich rozdílu.
- 12) Síly téhož směru, velikosti, ale opačné orientace se nazývají opačné síly.
- 13) Výslednice opačných sil je rovna nule.
- 14) Velikost gravitační síly závisí na hmotnosti tělesa.
- 15) Gravitační konstanta vyjadřuje velikost síly působící na 1kg v gravitačním poli Země.
- 16) Hustota je fyzikální veličina, která vyjadřuje hmotnost tělesa o objemu  $1\text{m}^3$ .
- 17) Hustotu pevných látek lze určit výpočtem.
- 18) Hustotu kapalin lze určit výpočtem nebo měřením-hustoměrem.
- 19) Gravitační konstantu značíme písmenem  $g$ .
- 20) Velikost gravitační konstanty je přibližně  $10\text{ N/kg}$ .
- 21) Výslednice opačně orientovaných sil má orientaci stejnou jako větší síla.
- 22) Při vzájemném působení dvou těles vznikají dvě síly, které se nazývají akce a reakce.
- 23) Dvě síly jsou v rovnováze, jestliže jejich výslednice je nulová (jsou opačné).
- 24) Velikost gravitační síly určíme měřením (siloměrem) nebo výpočtem.

Téma: Vztlková síla

Zpracovali:

**Pomůcky:** Kuchyňské váhy, PET láhev o objemu 0,3 l, plastová miska, odměrka na vodu.

**Zadání:** Zjisti, jaké je působení sil na těleso ponořené do kapaliny.

- a) Plastovou misku naplň vodou – může být až po okraj-a polož ji na misku vah.
- b) Prázdnou a uzavřenou PET láhev polož na hladinu.
- c) Opatrně - tak, aby se nedotkla stěn ani dna-vtlač celou láhev do vody. Pozor, voda může z misky přetéct!
- d) Sleduj pohyb ukazatele na stupnici vah.
- e) Vypracuj záznam pozorování, doplň jej fotodokumentací.

**Hypotéza:**

- a) Zkus odhadnout průběh pokusu, vyslov domněnku o výsledku, zapiš ji:

.....  
.....  
  
.....  
.....  
  
.....  
.....

- b) Pokud si nevíš rady, zkus k odhadu výsledku pokusu využít nápovědu:

K ponoření láhve do vody je třeba vynaložit určitou.....

Směr a orientace silového působení ruky je .....jako směr a orientace gravitační síly.

Ponoření tělesa do kapaliny vyvolá vznik nové síly, která má směr ..... a orientaci.....než síla gravitační.

**Záznam pracovního postupu:**

- 1) Zjistí hmotnost nádoby s vodou s přesností na desetiny kg: .....
- 2) Vypočti gravitační sílu působící na nádobu s vodou: .....
- 3) Vlož do vody prázdnou uzavřenou PET lahev:
  - f) Zapiš hmotnost nádoby s vodou a lahve: .....
  - g) Vypočti sílu, kterou působí všechna tělesa na miskú vah: .....
  - h) Porovnej síly působící na miskú vah před a po vložení lahve do vody: .....  
.....
  - i) Jakou silou působí láhev na kapalné těleso: .....  
.....
  - j) Jakou velkou silou působí kapalina na láhev? .....  
.....
- 4) Vtlač celou láhev do vody, aniž by se dotkla stěn a dna.
  - a) Zapiš hodnotu na stupnici vah: .....  
.....
  - b) Vypočti sílu, která působí na miskú vah: .....
  - c) Co způsobilo přírůstek síly působící na miskú vah? .....
  - d) Jakou silou působí voda na láhev? .....
  - e) Jakou má tato síla orientaci? .....
- 5) Zkus vyslovit závěr provedeného pokusu:  
.....  
.....  
.....  
.....

**Poznámka: Síla, která působí na každé těleso ponořené do kapaliny, se nazývá VZTLAKOVÁ SÍLA. Tuto sílu označujeme  $F_{vz}$ .**

Téma: Vztlková síla

Zpracovali:

**Pomůcky:** Kuchyňské váhy, PET láhev objemu 0,3 l, plastová miska, odměrka na vodu.

**Zadání:** Zjisti, jaké je působení sil na těleso ponořené do kapaliny.

- Plastovou misku naplň vodou – může být až po okraj - a polož ji na misku vah.
- Prázdnou a uzavřenou PET láhev polož na hladinu.
- Opatrně-tak, aby se nedotkla stěn ani dna-vtlač celou láhev do vody.Pozor, voda může z misky přetéct!
- Sleduj pohyb ukazatele na stupnici vah.
- Vypracuj záznam pozorování, doplň jej fotodokumentací.

**Hypotéza:**

- Zkus odhadnout průběh pokusu, vyslov domněnku o výsledku, zapiš ji:

Ponoření tělesa do kapaliny vyvolá vznik nové síly, která na těleso působí.

Tato síla má svislý směr, ale opačnou orientaci než síla gravitační

- Pokud si nevíš rady, zkus k odhadu výsledku pokusu využít nápovědu:

K ponoření láhve do vody je třeba vynaložit určitou sílu.

Směr a orientace silového působení ruky je stejná jako směr a orientace gravitační síly.

Ponoření tělesa do kapaliny vyvolá vznik nové síly, která má směr stejný orientaci opačnou než síla gravitační.

### Záznam pracovního postupu:

- 1) Zjisti hmotnost nádoby s vodou s přesností na desetiny kg:  $m = 1,8 \text{ kg}$
- 2) Vypočti gravitační sílu působící na nádobu s vodou:  $F_g = m \cdot g = 1,8 \cdot 10 = 18 \text{ N}$
- 3) Vlož do vody prázdnou uzavřenou PET láhev.
  - a) Zapiš hmotnost nádoby s vodou a lahví:  $m' = 1,840 \text{ kg} = 1,8 \text{ kg}$ .
  - b) Vypočti sílu, kterou působí všechna tělesa na miskou vah:  $F_g' = m' \cdot g = 1,8 \cdot 10 = 18 \text{ N}$ .
  - c) Porovnej síly působící na miskou vah před a po vložení lahve do vody: Jsou přibližně stejné.
  - d) Jakou silou působí láhev na kapalně těleso? Velikost síly nelze změřit, je tedy téměř nulová.
  - e) Jakou velkou silou působí kapalina na láhev? Stejně velkou jako láhev na kapalinu, ale opačně orientovanou. Její velikost je rovna nule N.
- 4) Vtlač celou láhev do vody, aniž by se dotkla stěn a dna.
  - a) Zapiš hodnotu na stupnici vah:  $M = 2,1 \text{ kg}$ .
  - b) Vypočti sílu, která působí na miskou vah:  $F_v = M \cdot g = 2,1 \cdot 10 = 21 \text{ N}$ .
  - c) Co způsobilo přírůstek síly působící na miskou vah? Síla ruky nutná ke vtlačení lahve do vody.
  - d) Jakou silou působí voda na láhev? Tato síla je stejně velká jako síla ruky.
  - e) Jakou má tato síla orientaci? Opačnou než síla působící ruky.
- 5) Zkus vyslovit závěr provedeného pokusu:

Na těleso ponořené do kapaliny působí síla, která má svislý směr a je orientovaná opačně než gravitační síla.

*Poznámka:* Síla, která působí na každé těleso ponořené do kapaliny, se nazývá **VZTLAKOVÁ SÍLA**. Tuto sílu označujeme  $F_{vz}$ .

**Pracovní list č. 7**

**Datum:**

**Téma:** Vztlková síla

**Zpracovali:**

**Pomůcky:** Kuchyňské váhy, PET láhev objemu 0,3 l, plastová miska, odměrka na vodu.

**Zadání:** Zjisti, jak velká síla působí na těleso ponořené do kapaliny.

- a) Plastovou misku naplň vodou – může být až po okraj-a polož ji na misku vah.
- b) Prázdnou a uzavřenou PET láhev polož na hladinu.
- c) Opatrně-tak, aby se nedotkla stěn ani dna-vtlač celou láhev do vody.  
Pozor, voda může z misky přetéct!
- d) Sleduj pohyb ukazatele na stupnici vah.
- e) Vypracuj záznam pozorování, doplň jej fotodokumentací.

**Hypotéza:**

- a) Zkus odhadnout průběh pokusu, vyslov domněnku o výsledku, zapiš ji:

.....  
.....  
  
.....  
.....  
  
.....  
.....

- b) Pokud si nevíš rady, zkus k odhadu výsledku pokusu využít nápovědu:

K ponoření láhve do vody je třeba vynaložit určitou.....

Směr a orientace silového působení ruky je .....jako směr a orientace gravitační síly.

Ponoření tělesa do kapaliny vyvolá vznik nové síly, která působí na láhev. Má směr ..... a orientaci ..... než síla gravitační.

Velikost této síly je ....., jako síla ruky působící na láhev.

**Záznam pracovního postupu:**

- 1) Zjistí hmotnost nádoby s vodou s přesností na desetiny kg: .....
- 2) Vypočti gravitační sílu působící na nádobu s vodou .....
- 3) Vlož do vody prázdnou uzavřenou PET láhev.
  - a) Zapiš hmotnost nádoby s vodou a lahvi:.....
  - b) Vypočti sílu, kterou působí všechna tělesa na misku vah: .....
  - c) Porovnej síly působící na misku vah před a po vložení lahve do vody:.....
  - d) Jakou silou působí láhev na kapalné těleso.....
  - e) Jakou velkou silou působí kapalina na láhev?.....
- 4) Vtlač celou láhev do vody, aniž by se dotkla stěn a dna.
  - a) Zapiš hodnotu na stupnici vah:.....
  - b) Vypočti sílu, která působí na misku vah: .....
  - c) Vypočti přírůstek síly působící na misku vah: .....
  - d) Jakou velikost má síla, kterou působí voda na láhev? .....
- 5) Naplň láhev vodou a zjisti, jaká gravitační síla na ni působí:
  - a) vážením .....
  - b) výpočtem.....
- 6) Zkus vyslovit závěr provedeného pokusu:  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Poznámka: Uvedené tvrzení je označováno jako Archimédův zákon.**



Téma: Vztlková síla

Zpracovali:

**Pomůcky:** Kuchyňské váhy; PET láhev objemu 0,3 l; plastová miska; odměrka na vodu.

**Zadání:** Zjisti, jak velká síla působí na těleso ponořené do kapaliny.

- Plastovou misku naplň vodou – může být až po okraj-a polož ji na misku vah.
- Prázdnou a uzavřenou PET láhev polož na hladinu.
- Opatrně-tak, aby se nedotkla stěn ani dna-vtlač celou láhev do vody.  
Pozor, voda může z misky přetéct!
- Sleduj pohyb ukazatele na stupnici vah.
- Vypracuj záznam pozorování, doplň jej fotodokumentací.

**Hypotéza:**

- Zkus odhadnout průběh pokusu, vyslov domněnku o výsledku, zapiš ji:

Na těleso ponořené do kapaliny působí vztlková síla.

Velikost této síly bude stejná jako velikost síly, kterou vtlačíme láhev do kapaliny.

.....  
.....

- Pokud si nevíš rady, zkus k odhadu výsledku pokusu využít nápovědu:

K ponoření láhve do vody je třeba vynaložit určitou sílu.

Směr a orientace silového působení ruky je stejná jako směr a orientace gravitační síly.

Ponoření tělesa do kapaliny vyvolá vznik nové síly, která působí na láhev. Má směr stejný a orientaci opačnou než síla gravitační. Velikost této síly je stejná, jako síla ruky působící na láhev.

### Záznam pracovního postupu:

- 1) Zjisti hmotnost nádoby s vodou s přesností na desetiny kg:  $m \doteq 1,8 \text{ kg}$
- 2) Vypočti gravitační sílu působící na nádobu s vodou:  $F_g = m \cdot g \doteq 1,8 \cdot 10 = 18 \text{ N}$
- 3) Vlož do vody prázdnou uzavřenou PET láhev.
  - a) Zapiš hmotnost nádoby s vodou a lahví:  $m' = 1,840 \text{ kg} \doteq 1,8 \text{ kg}$
  - b) Vypočti sílu, kterou působí všechna tělesa na misku vah:  $F_g' = m' \cdot g \doteq 1,8 \cdot 10 = 18 \text{ N}$
  - c) Porovnej síly působící na misku vah před a po vložení lahve do vody:  $F_g \doteq F_g'$
  - d) Jakou silou působí láhev na kapalně těleso?  $F_L \doteq 0 \text{ N}$
  - e) Jakou velkou silou působí kapalina na láhev?  $F_L' \doteq 0 \text{ N}$  je opač k  $F_L$
- 4) Vtlač celou láhev do vody, aniž by se dotkla stěn a dna.
  - a) Zapiš hodnotu na stupnici vah  $M \doteq 2,1 \text{ kg}$
  - b) Vypočti sílu, která působí na misku vah:  $F_V = M \cdot g \doteq 2,1 \cdot 10 = 21 \text{ N}$
  - c) Vypočti přírůstek síly působící na misku vah:  $F_R = F_V - F_G = 21 - 18 = 3 \text{ N}$
  - d) Jakou velikost má síla, kterou působí voda na láhev?  $F_{VZ} = F_R = 3 \text{ N}$
- 5) Naplň láhev vodou a zjisti, jaká gravitační síla na ni působí:
  - a) vážením.  $m_{LAH} = 0,3 \text{ kg} \Rightarrow F_{gLAH} \doteq 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ N}$
  - b) výpočtem  $m_{LAH} = V \cdot \rho = 0,000300 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 0,3 \text{ kg} \Rightarrow F_{gLAH} = 3 \text{ N}$
- 6) Zkus vyslovit závěr provedeného pokusu:

Na každé těleso ponořené do kapaliny působí vztlaková síla, která má stejný směr, ale opačnou orientaci, než síla gravitační. Velikost vztlakové síly je stejná jako gravitační síla působící na kapalně těleso stejného objemu jako je ponořená část tělesa.

*Poznámka:* Uvedené tvrzení je označováno jako Archimédův zákon.

Téma: Vztlková síla

Zpracovali:

**Pomůcky:** Kuchyňské váhy, PET box 0,25 l, plastová miska, odměrka na vodu.

**Zadání:** Zjisti, jak velká síla působí na těleso ponořené do kapaliny.

- a) Plastovou misku naplň vodou – nemusí být až po okraj-a polož ji na misku vah.
- b) Uzavřenou, vodou naplněnou PET krabičku vlož do vody v misce.
- c) Opatrně-tak, aby se nedotkla stěn ani dna, vtlač celou PET krabičku do vody.  
Pozor, voda může z misky přetéct!
- d) Sleduj pohyb ukazatele na stupnici vah.
- e) Vypracuj záznam pozorování, doplň jej fotodokumentací.

**Hypotéza:**

- a) Zkus odhadnout průběh pokusu, vyslov domněnku o výsledku, zapiš ji:

.....  
.....  
  
.....  
.....  
  
.....  
.....

- b) Pokud si nevíš rady, zkus k odhadu výsledku pokusu využít nápovědu:

Plave krabička na hladině? .....

Je PET krabička položená na dně? .....

Je třeba k ponoření krabičky do vody vynaložit určitou sílu? .....

V jakém vztahu je gravitační a vztlková síla? .....

Závisí tento vztah na poloze krabičky v kapalině? .....

**Záznam pracovního postupu:**

- 1) Zjisti hmotnost nádoby s vodou s přesností na desetiny kg: .....
- 2) Vypočti gravitační sílu působící na nádobu s vodou:.....
- 3) Vlož do vody naplněnou a uzavřenou PET krabičku.
  - a) Zapiš hmotnost nádoby s vodou a PET krab. :.....
  - b) Vypočti sílu, kterou působí všechna tělesa na miskú vah: .....
  - c) Porovnej síly působící na miskú vah před a po vložení lahve do vody:.....
  - d) Jakou silou působí láhev na kapalnú těleso?.....
  - e) Jakou velkou silou působí kapalina na PET krab.?.....
- 4) Vtlač opatrně celou PET krabičku do vody, aniž by se dotkla stěn a dna.
  - a) Zapiš hodnotu na stupnici vah:.....
  - b) Vypočti sílu, která působí na miskú vah:.....
  - c) Vypočti přírůstek síly působící na miskú vah:.....
- 5) Naplň láhev vodou a zjisti, jaká gravitační síla na ni působí:
  - a) vážením.....
  - b) výpočtem.....
  - c) Jak se na gravitační síle projeví hmotnost PET krabičky? .....

.....
- 6) Zkus vyslovit závěr provedeného pokusu-porovnej hustoty tělesa a kapaliny:

.....

.....

.....

.....

**Poznámka: Má-li těleso stejnou hustotu jako kapalina, potom se v kapalině vznáší.**

Téma: Vztlková síla

Zpracovali:

**Pomůcky:** Kuchyňské váhy, PET box 0,25 l, plastová miska, odměrka na vodu.

**Zadání:** Zjisti, jak velká síla působí na těleso ponořené do kapaliny.

- a) Plastovou misku naplň vodou – nemusí být až po okraj-a polož ji na misku vah.
- b) Uzavřenou, vodou naplněnou PET krabičku vlož do vody v misce.
- c) Opatrně-tak, aby se nedotkla stěn ani dna, vtlač celou PET krabičku do vody.  
Pozor, voda může z misky přetéct!
- d) Sleduj pohyb ukazatele na stupnici vah.
- e) Vypracuj záznam pozorování, doplň jej fotodokumentací.

**Hypotéza:**

- a) Zkus odhadnout průběh pokusu, vyslov domněnku o výsledku, zapiš ji:

PET box může plavat, může klesnout ke dnu. Pokud bude plavat, potom působení ruky se musí projevit zvýšením hodnoty na stupnici vah. Pokud se silové působení na stupnici neprojeví, potom krabička je ve stavu, kdy v každé její poloze jsou gravitační a vztlková síla v rovnováze.

- b) Pokud si nevíš rady, zkus k odhadu výsledku pokusu využít nápovědu:

Plave krabička na hladině? **Ne.**

Je PET krabička položená na dně? **Ne.**

Je třeba k ponoření krabičky do vody vynaložit určitou sílu? **Ne.**

V jakém vztahu je gravitační a vztlková síla?. **Jsou v rovnováze.**

Závisí tento vztah na poloze krabičky v kapalině?. **Nezávisí.**

**Záznam pracovního postupu:**

- 1) Zjisti hmotnost nádoby s vodou s přesností na desetiny kg:  $\square 2 \text{ kg}$
- 2) Vypočti gravitační sílu působící na nádobu s vodou:  $\hat{=} 2 \cdot 10 = 20 \text{ N}$
  
- 3) Vlož do vody naplněnou a uzavřenou PET krabičku.  $\square 2,25 \text{ kg}$ 
  - a) Zapiš hmotnost nádoby s vodou a PET krab. :  $\square 2,25 \cdot 10 = 22,5 \text{ N}$
  - b) Vypočti sílu, kterou působí všechna tělesa na miskú vah:  $22,5 - 20 = 2,5$
  
  - c) Porovnej síly působící na miskú vah před a po vložení lahve do vody:  $2,5 \text{ N}$
  
- d) Jakou silou působí láhev na kapalné těleso?.....  
 $2,5 \text{ N}$
  
- e) Jakou velkou silou působí kapalina na PET krabičku?.....
  
- 4) Vtlač opatrně celou PET krabičku do vody, aniž by se dotkla stěn a dna.  
 $\square 2,25 \text{ kg}$ 
  - a) Zapiš hodnotu na stupnici vah:.....  
.....  
 $\square 2,25 \cdot 10 = 22,5 \text{ N}$
  
  - b) Vypočti sílu, která působí na miskú vah:.....  
 $22,5 - 22,5 = 0 \text{ N}$
  
  - c) Vypočti přírůstek síly působící na miskú vah:.....
  
- 5) Naplň láhev vodou a zjisti, jaká gravitační síla na ni působí:  
 $m = 0,25 \text{ kg} \Rightarrow F_g = m \cdot g \square 0,25 \cdot 10 = 2,5 \text{ N}$ 
  - a) vážením.....  
.....  
 $V = 250 \text{ ml} = 0,000 250 \text{ m}^3 \Rightarrow F_g = V \cdot \rho \cdot g \square 0,000 250 \cdot 1000 \cdot 10 = 2,5 \text{ N}$
  
  - b) výpočtem.....  
.....  
**Vlastní hmotnost PET krabičky**
  
  - c) Jak se na gravitační síle projeví hmotnost PET krabičky?.....  
nelze vážením zjistit. Její vliv na gravitační sílu působící na plnou krabičku je zanedbatelný.  
.....  
.....
  
- 6) Zkus vyslovit závěr provedeného pokusu - porovnej hustoty tělesa a kapaliny: Těleso se chová jako kapalina v kapalině. Výslednice vztlakové a gravitační síly je v každé poloze tělesa nulová. Hustoty jsou stejné. Těleso je v rovnovážné poloze.  
.....  
.....

*Poznámka:* **Má-li těleso stejnou hustotu jako kapalina, potom se v kapalině vznáší.**







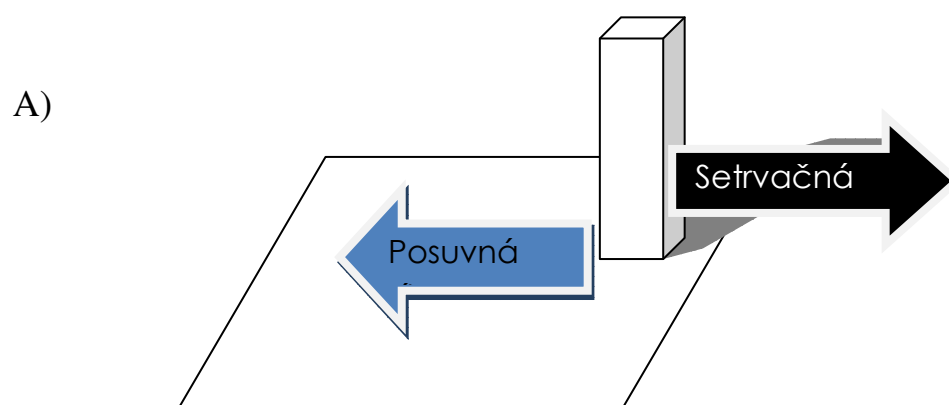
## Metodický návod k pracovnímu listu č. 1 – 1

Připravili jsme si pro vás několik jednoduchých pokusů, jimiž chceme ověřit zákon setrvačnosti, který objevil a vyslovil pan Newton. **Zákon setrvačnosti říká, že každé těleso setrvává v klidu, nebo pohybu rovnoměrném přímočarém, dokud jej vnější síla nepřinutí tento stav změnit.**

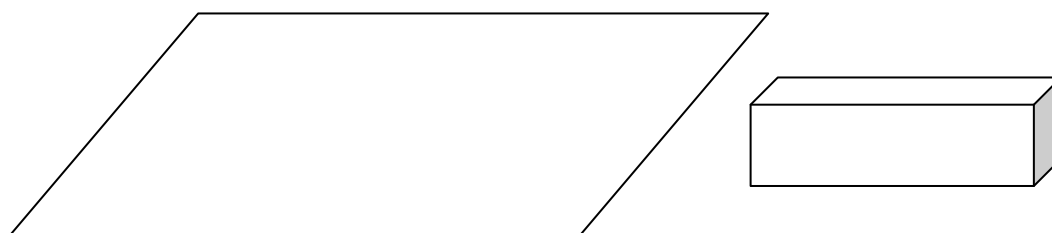
K provedení pokusu nám postačí jednoduché pomůcky:

- 1) list papíru a krabička zápalek
- 2) list papíru a míček
- 3) talířek naplněný vodou.

1. Na list papíru položíme krabičku zápalek tou stěnou, která má nejmenší plochu. Chceme – li papír s krabičkou posunout, krabička se kácí. Je to proto, že na spodní plochu krabičky působí třecí síla ve směru pohybu papíru a v těžišti **setrvačná síla**, která má **opačný směr** a na krabičku působí obě síly **otáčivým účinkem**.



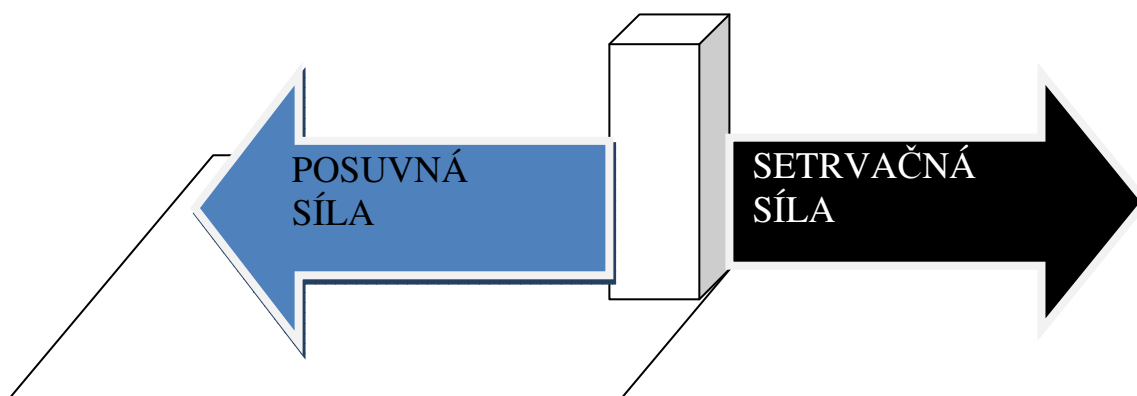
B) Výsledek pokusu:



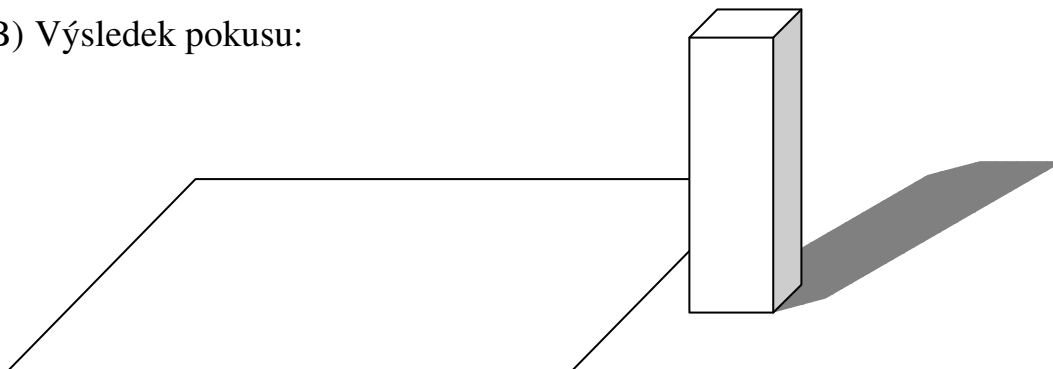
## Metodický návod k pracovnímu listu č. 1 – 2

Je-li posuvná síla značně velká (prudké trhnutí listem papíru), je velká i setrvačná síla. Překoná třecí sílu mezi papírem a krabičkou a na krabičku nezapůsobí otáčivým účinkem. Papír se posune, ale krabička zůstane v původní poloze.

A)



B) Výsledek pokusu:

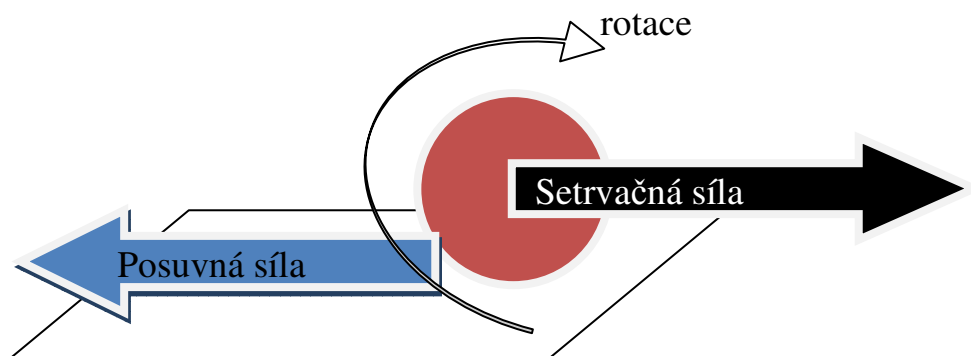


## Metodický návod k pracovnímu listu č. 1 – 3

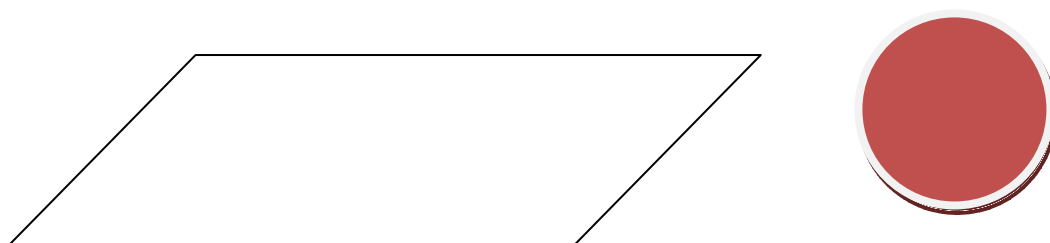
2. Obdobně provedeme pokus s míčkem.

Je-li posuvná síla malá, způsobí spolu se setrvačnou silou otočení míčku.

A)



B) Výsledek pokusu:



Je-li posuvná síla značně velká (prudké trhnutí listem papíru), je velká i setrvačná síla. Překoná třecí sílu mezi papírem a míčkem a na míček **nezapůsobí** otáčivým účinkem. Papír se posune, ale míček zůstane v původní poloze.

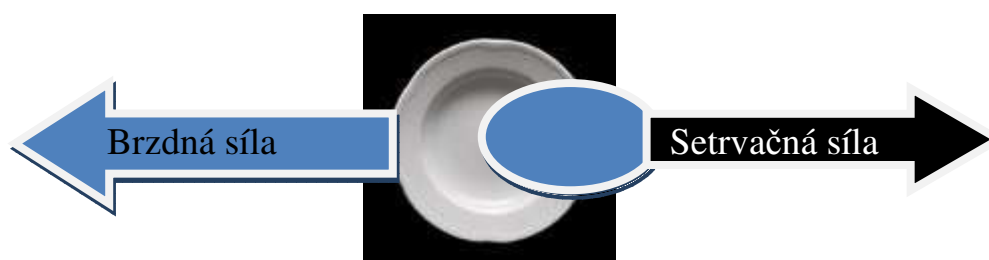
### Metodický návod k pracovnímu listu č. 1 – 4

3. Naplníme-li talíř vodou, je docela snadné vodu v talíři přenést na určitou vzdálenost. Při troše opatrnosti můžeme soustavu těles (pevné těleso je talíř, kapalné těleso je voda v něm) uvést chůzí do pohybu rovnoměrného přímočarého. Jestliže však prudce zastavíme (nejlépe u umývadla), potom talíř uvedeme do klidu, ale voda setrvává v pohybu rovnoměrném přímočarém a setrvačná síla, která na ni působí, ji z talíře vylije.

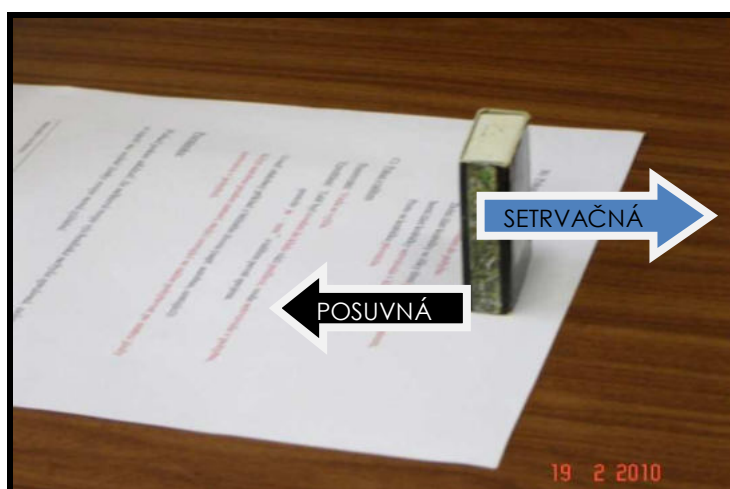
A) Rovnoměrný pohyb – rychlost obou těles je stálá, posuvná síla je nulová.



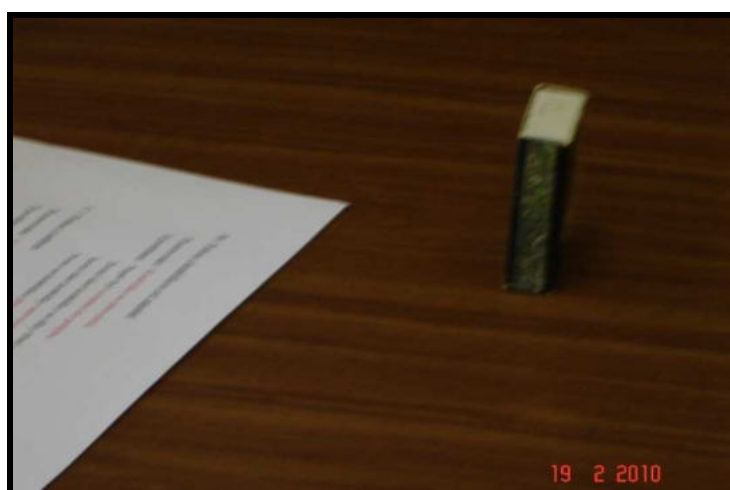
B) Při náhlém zastavení uvede brzdná síla talíř do klidu a setrvačná síla působící na vodu v talíři způsobí její vylití.



## Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 1 - 1

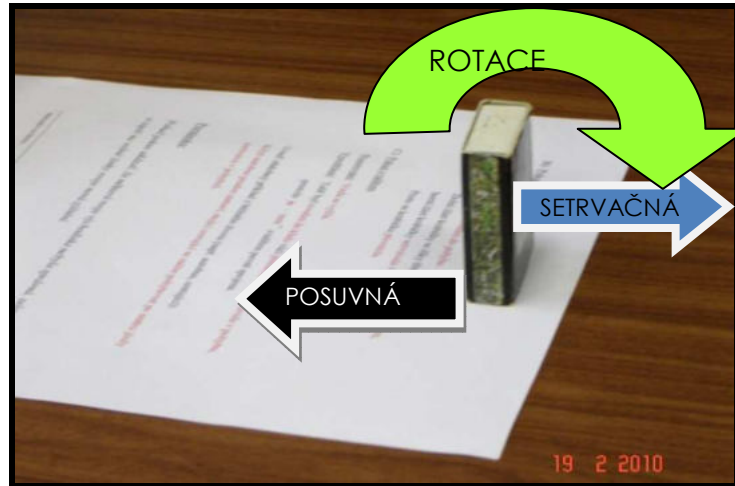


Velká posuvná síla nezapůsobí otáčivým účinkem.  
Papír se posune, ale krabička zůstane v původní poloze.



Výsledek pokusu

## Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 1 – 2

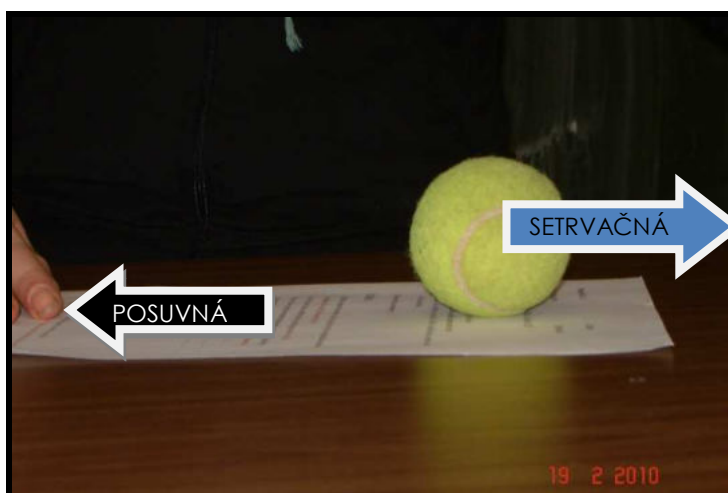


Výsledkem malé posuvné síly je setrvačná síla, která působí otáčivým účinkem na těleso.

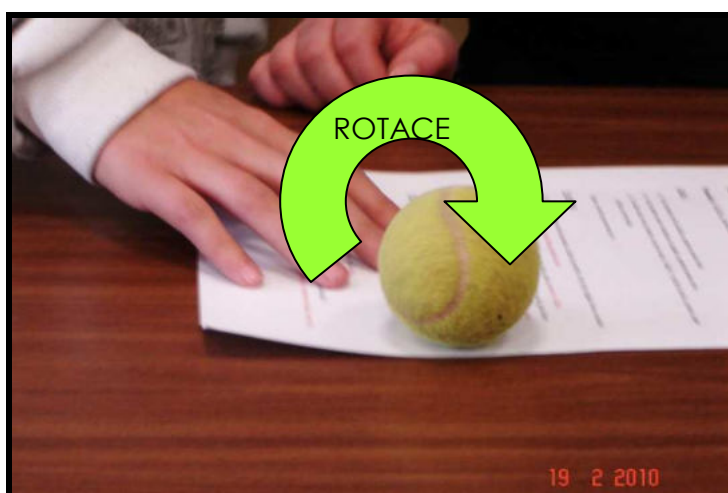


Výsledek pokusu

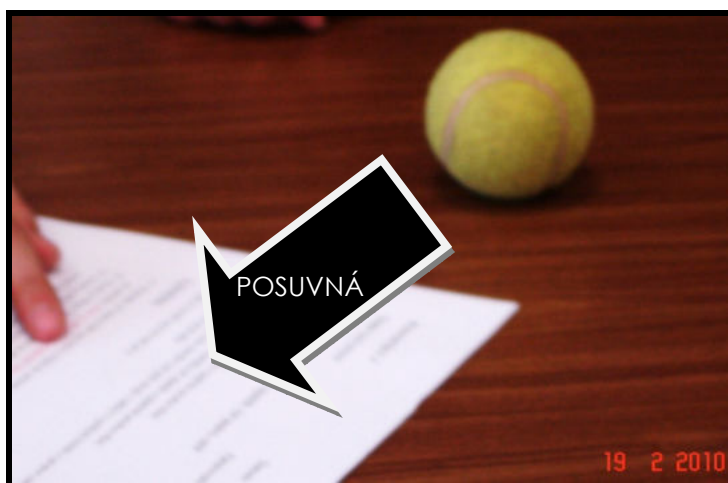
## Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 1 – 3



Je-li posuvná síla malá, způsobí spolu se setrvačnou silou otáčení míčku.



Míček se otočil vůči listu papíru, ale vůči podložce zůstává na stejném místě.



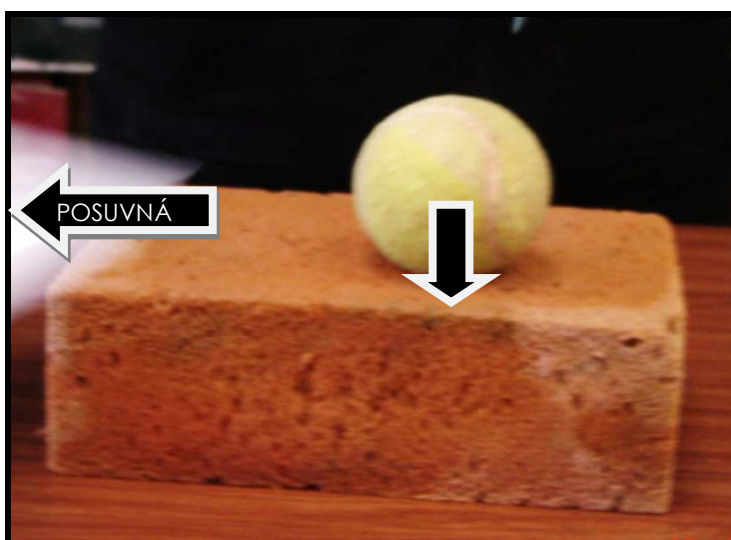
Výsledek pokusu



Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 1 – 4



Při značně velké posuvné síle je setrvačná síla tak velká, že nezpůsobí rotaci míčku, ale jeho posun vůči papíru. Vůči podložce zůstane míček v klidu



Výsledek pokusu

Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 1 – 5



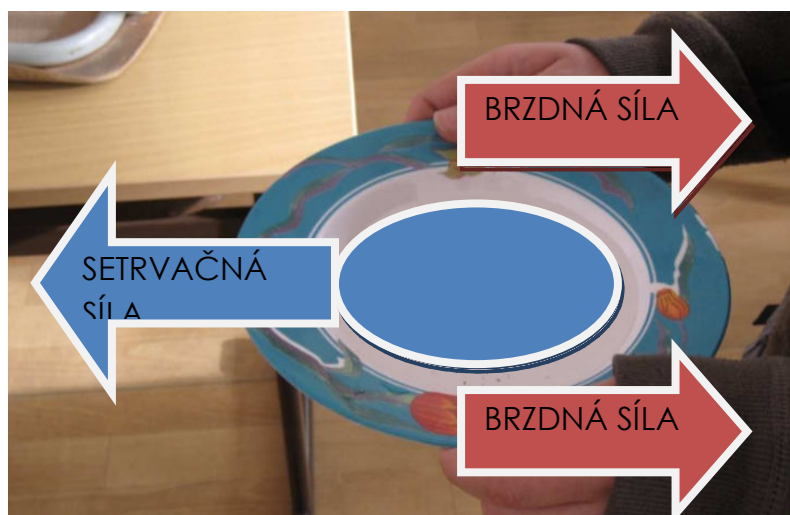
Rovnoměrný pohyb - rychlost obou těles je stálá,  
posuvná síla je nulová.



## Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 1 – 6



Při náhlém zastavení uvede brzdná síla talíř do klidu a setrvačná síla působící na vodu v talíři způsobí její vylití.



Výsledek pokusu

## Metodický návod k pracovnímu listu č. 2 -1

I tímto pokusem můžeme ověřit zákon setrvačnosti, který objevil a vyslovil pan Newton. **Zákon setrvačnosti říká, že každé těleso setrvává v klidu, nebo pohybu rovnoměrném přímočarém, dokud jej vnější síla nepřinutí tento stav změnit.**

K provedení pokusu nám postačí jednoduché pomůcky:  
**2 vařená a 2 syrová vajíčka.**

Vařená a syrová vajíčka se od sebe na první pohled ničím neliší. Určité rozdíly zjistíme, pokud se pokusíme vajíčka roztočit.

Předvedení: roztočit každé vajíčko zvlášť

Vysvětlení: Syrové vajíčko se roztáčí obtížněji. Bílek a žloutek nejsou se skořápkou pevně spojeny a mají snahu zůstat v klidu. Brzdí proto třecí silou pohyb skořáčky, kterou prsty roztáčíme. Dobře to bude vidět, pokud vajíčka roztočíme současně.

Předvedení: roztáčet obě vajíčka současně.

Pozorování: Můžeme si všimnout, že syrové vajíčko se otáčí zřetelně pomaleji.

Podobně zjistíme rozdíly, pokusíme-li se rotaci vajíčka zastavit. Pokud se vajíčka zastavují samovolně, těžko si všimneme nějakého rozdílu. Jestliže však rotaci vajíčka jen krátce přerušíme, je rozdíl v jejich chování už docela dobře vidět.

Předvedení: roztočit syrové a nechat zastavit  
roztočit vařené a nechat zastavit

Pozorování: Skutečně žádné rozdíly nejsou vidět.

## Metodický návod k pracovnímu listu č. 2 -2

Předvedení: roztočit syrové vajíčko, krátkým dotekem ruky ho zastavit a opět pustit

Pozorování: Syrové vajíčko se znovu roztočí.

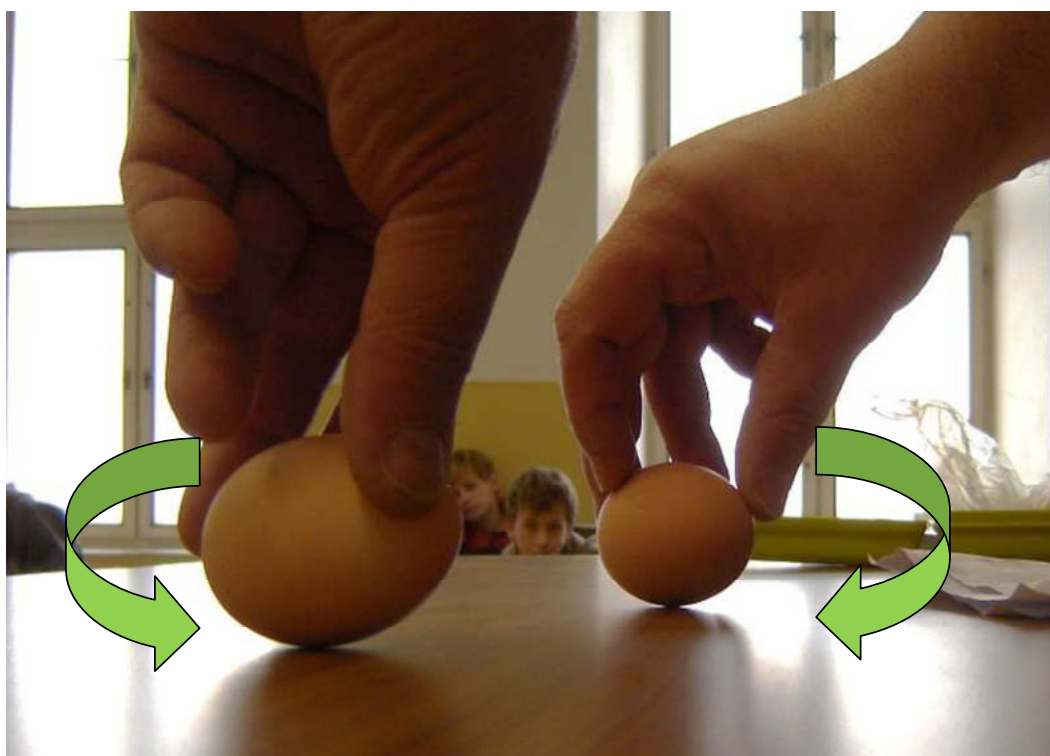
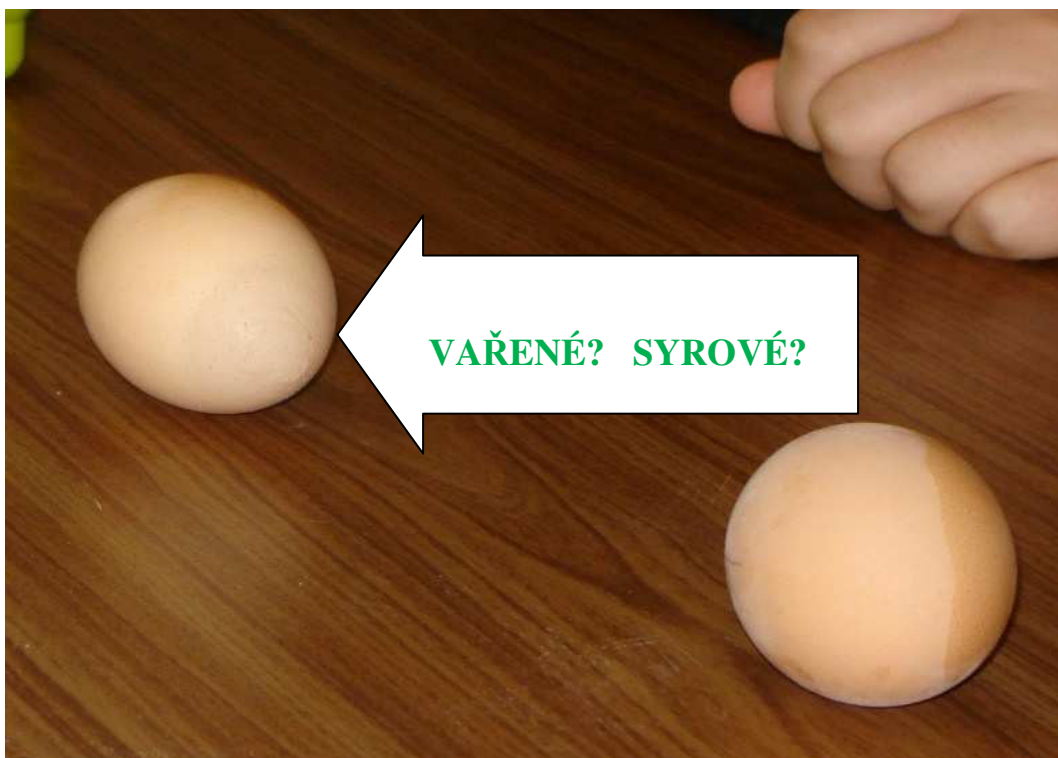
Předvedení: roztočit vařené vajíčko, krátkým dotekem ruky ho zastavit a opět pustit

Pozorování: Vařené vajíčko už zůstane v klidu.

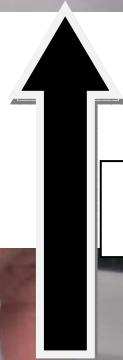
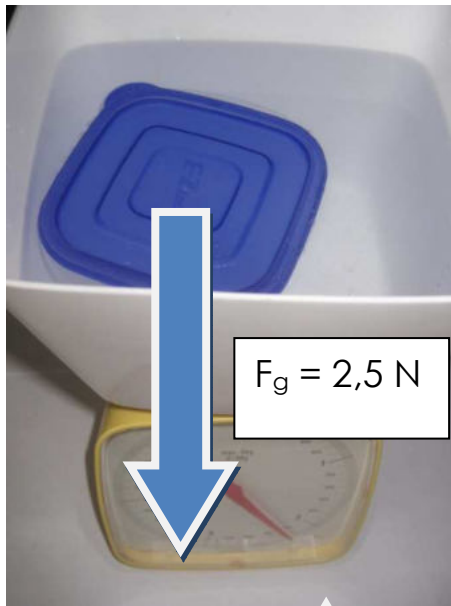
Vysvětlení: V syrovém vajíčku se pohyblivý obsah krátkým dotekem nezastaví a podle zákona setrvačnosti dále rotočí. Po uvolnění ruky se vlivem vnitřku roztočí i skořápka.

Předvedení: roztočením a zastavením vajíček po dvojicích je lze rozdělit vařená a syrová

Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 2



Ilustrační obrázky k pracovnímu listu č. 8



$F_{vz} = 2,5 \text{ N}$

