

# T É M A : POKUSY Z MECHANIKY S JEDNODUCHÝMI POMŮCKAMI

## ZÁKLADNÍ INFORMACE:

Během dvouhodinového fyzikálního kroužku předvedeme několik pokusů pro žáky 1. ročníku osmiletého gymnázia. Ti se s fyzikou ve vyučování setkávají první rok, ale spoustu znalostí si přinesli s sebou ze základní školy. Půjde o experimenty z mechaniky, které si mohou později ověřit nebo znovu vyzkoušet i doma.

**PŘINESTE SI S SEBOU:** Padesátihaléřová mince, talíř, sklenička, brčko, nůžky, pingpongový míček, zápalky, korková zátka, 2 vidličky, láhev se širším hrdlem, dvoukorunová mince, syrová vajíčka, špulku niti, lepidlo, lepicí pásku, kousek mýdla

## POKUS Č. 1: AERODYNAMICKÝ PARADOX – 1. VARIANTA: MINCE A TALÍŘ

*Časová náročnost: 15 min*

### Výklad:

**Aerodynamický paradox** je fyzikální jev, který můžeme názorně demonstrovat například fouknutím mezi dva listy papíru. Kvůli proudění vzduchu vznikne v prostoru mezi listy **podtlak**. V rychleji proudícím vzduchu je tedy nižší tlak než ve vzduchu, který proudí menší rychlostí nebo neproudí vůbec. To způsobí, že se listy k sobě přiblíží.

**Pomůcky:** padesátihaléřová mince, talíř

### Postup:

1. Na lavici položíme talíř (hluboký nebo mělký).
2. Před talíř položíme padesátihaléřovou minci.
3. Vymyslete způsob, jak dostat minci do talíře. Mince se nesmíte dotknout a nemůžete použít žádné další pomůcky.





### **Pozorování:**

1. Některý ze žáků pravděpodobně navrhne, že je potřeba na minci fouknout.
2. Protože budou mít všichni žáci potřebné pomůcky, mohou začít s foukáním.
3. Položíme si otázku, jaké podmínky bychom měli splnit, aby opravdu mince sama skočila do talíře: a) Jak dlouhé má být fouknutí?  
b) Jak silné má být fouknutí?  
c) Jaký talíř je vhodnější? Jak vysoko by měl být jeho okraj nad deskou stolu?  
d) Jak daleko od talíře umístíme minci?  
e) Z jaké výšky foukneme na minci?
4. Vyfouknutý vzduch proudí nad mincí velkou rychlostí. Je zde nižší tlak než v okolním vzduchu, který neproudí. Tlak vzduchu pod mincí je tedy větší než nad ní. Proto dojde k vyskočení mince směrem vzhůru. Proudícím vzduchem je navíc unášena vpřed. Za určitých podmínek mince skočí právě do talířku.
5. Pokus se žákům nepodaří napoprvé. Postupnou změnou vzdáleností talíře od okraje stolu a mince od talíře žáci sami zjistí, kdy se pokus dobře daří.

### **Závěr:**

Pod pojmem aerodynamický paradox v podstatě chápeme skutečnost, že v proudícím vzduchu klesá tlak s rostoucí rychlostí proudění. Během experimentu žáci zjistí, že:

- a) Fouknutí do mince by mělo být poměrně krátké. Při dlouhém fouknutí se nedaří dostat minci na požadované místo.
- b) Fouknutí do mince by mělo být poměrně silné (aby v proudícím vzduchu dostatečně klesl tlak a tím mince získala potřebnou kinetickou energii)
- c) Pokus se dobře daří s hlubokým i mělkým talířkem. Jeho okraj by měl být 2 až 3 cm nad deskou stolu.
- d) Minci umístíme ve vzdálenosti 8 až 10 cm od talíře.
- e) Foukneme přibližně podél povrchu stolu.

## POKUS Č. 2: AERODYNAMICKÝ PARADOX – 2. VARIANTA: MODEL ROZPRAŠOVAČE

**Časová náročnost:** 15 min

### **Výklad:**

Už víme, co znamená aerodynamický paradox. Vyrobit si jednoduché zařízení, které využívá rozdíl tlaků v proudícím a neproudícím vzduchu. Půjde o model rozprašovače vody.

### **Pomůcky:**

Sklenička, brčko, nůžky, voda

### **Postup:**

1. Připravte si skleničku a brčko.
2. Odstříhnete část brčka, jejíž délka odpovídá přibližně hloubce vaší skleničky.
3. Do skleničky nalijte vodu.
4. Hladina vody by měla dosahovat 1 cm pod okraj skleničky.
5. Do skleničky ponořte brčko. Nechte je vyčnívat nad hladinu asi 2 cm.
6. Jednou rukou si brčko přidržujte. Druhým kusem brčka foukejte nad jeho horním okrajem.
7. Popište, co pozorujete.

### **Pozorování:**

1. Položíme otázku, jak se bude chovat voda v kontaktu s brčkem. Bude nás zajímat, zda voda nateče nebo nenateče do brčka. Pokud voda do brčka nateče, všimneme si, jak vysoko.
2. Budeme zkoumat, jak dlouhé a intenzivní musí být fouknutí, abychom mohli pozorovat činnost jednoduchého rozprašovače.

### **Závěr:**

Pokus se velmi dobře daří. Žáci sami zjistí, že voda začne stoupat ponořeným brčkem vzhůru. Pokud fouknou po dostatečně dlouhou dobu a přiměřeně silně, bude voda rozstříkována do okolí. Nad hladinou je vyšší tlak než v proudícím vzduchu. Voda je tedy vytlačována brčkem vzhůru. Rozstříkávání do okolí vysvětlíme proudícím vzduchem (jako unášení mince vpřed při předešlém pokusu).

## POKUS Č. 3: AERODYNAMICKÝ PARADOX – 3. VARIANTA: MÍČEK V PROUDU VZDUCHU

**Časová náročnost:** 15 min

### **Výklad:**

Využijeme poznatku, že rychlé proudění vzduchu vyvolává v daném prostoru podtlak. Opět potvrdíme skutečnost, že čím větší je rychlost proudění vzduchu, tím menší statický tlak vzduchu do stran působí.

### **Pomůcky:**

Pingpongový míček, vysoušeč vlasů

### **Postup:**

1. Snažte se udržet pingpongový míček v proudu vzduchu.
2. Použijte k tomu vysoušeč vlasů a pokuste se udržet míček v proudu vzduchu. Postupně měňte směr proudění.

### Pozorování:

1. Pokus se velmi dobře daří při svislém proudění vzduchu. Míček udržíme v proudu vzduchu snadno. Vysvětlíme si to tak, že proudící vzduch kolem míčku má menší tlak než je atmosférický tlak vzduchu, který proudí pomaleji nebo neproudí vůbec.
2. Možná bude pro žáky překvapivé, že míček zůstane v proudu vzduchu i při určitém naklonění.
3. Síla  $F_1$  je výslednice atmosférické tlakové síly a síly, kterou vyvolává podtlak způsobený prouděním vzduchu. Složením sil  $F_1$  a  $F_2$  dostaneme výslednou sílu  $F$ . Pokud je tato výslednice stejně velká a opačně orientovaná vzhledem k tíhové síle  $F_g$ , kterou působí Země na míček, nastává rovnovážný stav. Míček bude v proudu vzduchu v klidu.

### Závěr:

Tento krátký experiment byl dalším důsledkem aerodynamického paradoxu. Cílem těchto tří pokusů je, aby žáci porozuměli danému jevu, aniž by znali Bernoulliovu rovnici, která vyjadřuje zákon zachování energie při proudění tekutin.

Tuto část dvouhodinového kroužku můžeme ukončit zadáním jednoduchých domácích experimentů, které navazují na předešlá cvičení:

1. Na malý stojánek zavěste dva pingpongové míčky. Jejich vzájemnou vzdálenost zvolte několik centimetrů. Do prostoru mezi nimi foukejte nebo pouštějte proudící vzduch z vysoušeče vlasů. Vysvětlete, co pozorujete, když budete postupně měnit vzdálenost mezi míčky a rychlost proudění vzduchu.
2. Do nálevky vložte pingpongový míček a stopkou nálevky foukejte. Vysvětlete, co pozorujete. Foukejte nejdříve slaběji, potom silně.
3. Do nálevky vložte papírový kužel stejné velikosti jako dutina nálevky. Stopkou nálevky foukejte. Vysvětlete, co pozorujete a opět můžete měnit sílu proudícího vzduchu.

## POKUS Č. 4: ROVNOVÁŽNÁ POLOHA

**Časová náročnost:** 15 min

### Výklad:

Rozeznáváme několik typů rovnovážných poloh. Těleso, které se po vychýlení vrátí zpět do rovnovážné polohy, má tzv. **stálou (stabilní) rovnovážnou polohu**. Tak se chová například kulička v nejnižším bodě kulové misky. V této rovnovážné poloze je těžiště v nejnižší možné výšce.

Pokud se u tělesa po vychýlení z rovnovážné polohy jeho výchylka zvětšuje a těleso se samo zpět do rovnovážné polohy už nevrací, mluvíme o tzv. **vrátké (labilní) rovnovážné poloze**. Tak se chová kulička, tentokrát v nejvyšším bodě obrácené kulové misky. V této rovnovážné poloze je těžiště tělesa v nejvyšší možné výšce.

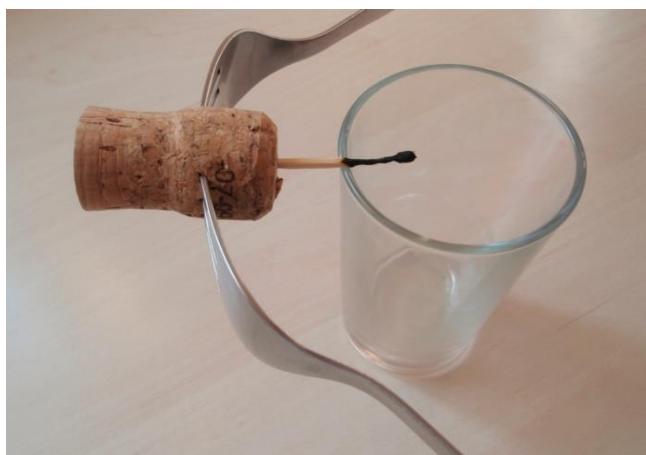
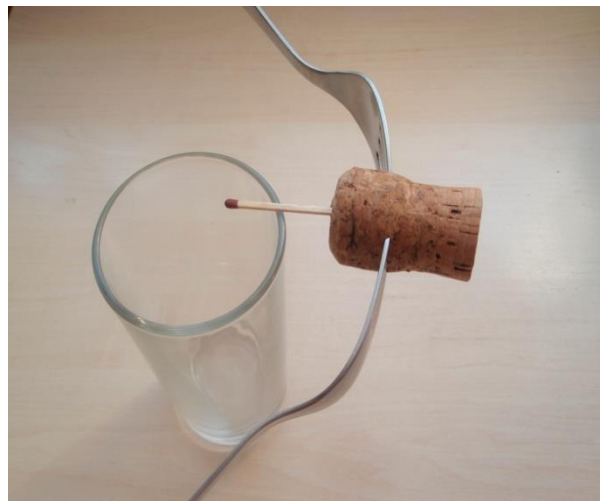
Pokud se u tělesa po vychýlení z rovnovážné polohy jeho výchylka nezvětšuje ani nezmenšuje a těleso se nachází znovu v rovnovážné poloze, jde o **rovnovážnou polohu volnou (indiferentní)**. Příkladem může být opět kulička, tentokrát umístěná na vodorovné podložce. Při vychýlení tělesa z volné rovnovážné polohy se výška těžiště nemění.

### Pomůcky:

Sklenička, zápalky, korková zátka a 2 vidličky

### Postup:

1. Do korkové zátky zabodneme zápalku tak, aby její hlavička směřovala ven.
2. Pokud se nám to nebude dařit, můžeme předem do zátky vyvrtat dírkou.
3. Do zátky zapícháme obě vidličky. Na začátku experimentu necháme žáky zabodnout vidličky jakkoliv. Sklon vidliček odhalí později žáci sami.
4. Vytvořili jsme těleso složené ze zátky, zápalky a dvou vidliček.
5. V dalším kroku toto těleso položíme na okraj skleničky tak, že zápalka v zátce bude podepřena okrajem sklenice.
6. Většině žáků vidličky spadnou. Položíme otázku: Jak jinak byste vidličky mohli do zátky zabodnout, aby vzniklé těleso bylo stabilní?





### **Pozorování:**

1. Zjistíme, že pokus se daří, jen když zvolíme speciální sklon vidliček. Je nutné odhadnout polohu těžiště tělesa. Aby byly vidličky stabilní a abychom je mohli i rozkývat, musí být těžiště tělesa pod zápalkou nebo dokonce až pod její hlavičkou.
2. Těžiště se dostane pod bod podepření a spojnice bodu podepření a těžiště bude mít svislý směr. Vlivem správného sklonu vidliček je zápalka mírně skloněná a soustava je stabilní.
3. Zapálíme zápalku v zátce. Uhasíme ji, až téměř shoří. Budeme pozorovat, zda i nyní zůstane soustava stabilní. Sklon zbytku zápalky zůstal stále takový, aby vidličky nespadly. Soustava je tedy i nadále stabilní.

### **Závěr:**

Pomocí tohoto experimentu se snažíme vysvětlit žákům, jaký význam má pro těleso jeho těžiště a jak souvisí jeho poloha s nalezením rovnovážné polohy. Žáci budou překvapeni stabilitou tělesa, u kterého by to nečekali. Rozkývají-li vidličky, neměly by spadnout. Skleničku mohou vzít i do ruky, mohou s ní chodit po místnosti a vidličky zůstanou stále ve stabilní poloze. Pokus se nemusí zdařit hned, je důležité najít vhodnou polohu pro vidličky a jejich správný sklon.

## **POKUS Č. 5: STAVBA DŘEVA**

**Časová náročnost:** 15 min

### **Výklad:**

Při tomto experimentu budeme zkoumat, jak se chová kousek dřeva v kontaktu s vodou. Bude nás zajímat, zda buňky suchého dřeva mohou nasát vodu.

### **Pomůcky:**

Láhev se širším hrdlem, dvoukorunová mince, voda, zápalka

### **Postup:**

1. Vezměte zápalku a uprostřed ji nalomte. Důležité je, abyste ji nepřelomili na dvě části, ale aby po nalomení zápalky tvořily obě části jeden celek.
2. Nalomenou zápalku položte na otevřenou prázdnou láhev. Zvolte takovou láhev a zápalku, aby konce zápalky mírně vyčnívaly z hrdla láhve a aby zápalka do láhve nespadla.
3. Na rozevřenou zápalku položte minci. Plocha mince musí být menší než plocha hrdla a mince nesmí ze zápalky do láhve spadnout.
4. Položme žákům otázku: Jak dostaneme minci do láhve? Zápalky, mince ani láhve se už nesmíme dotknout.



#### **Pozorování:**

1. Vyvoláme diskuzi a počkáme chvíli, zda si někdo z žáků uvědomí, že nalomená a navlhčená zápalka se bude snažit narovnat.
2. Rourovité buňky suchého dřeva nasají vodu a budou ji vést dále. Tím se konce zápalky napřímí a začnou se po chvíli otvírat a vzdalovat od sebe.
3. Necháme opatrně kápnout z prstu kapku vody na místo přelomení zápalky. Vyčkáme, než se začne zápalka pomalu rozevírat. Zanedlouho bude zápalka rozevřená natolik, že mince spadne do láhve.

#### **Závěr:**

Tento pokus je poměrně přesvědčivý a pro menší žáky určitě i zábavný. Bude sloužit ke zpestření kroužku. Můžeme jej zadat jako problémovou úlohu, aby žáci sami navrhli možné postupy a pokus provedli sami nebo ve dvojicích.

## **POKUS Č. 6: SRÁŽKA VAJÍČEK**

**Časová náročnost:** 15 min

#### **Výklad:**

Na základě zkušenosti budeme předpokládat, že vejce nemá všude stejně pevnou a silnou skořápku. Během tohoto pokusu budeme zkoumat, co se stane, když do sebe narazí dvě vajíčka. Bude nás zajímat, zda se rozbijí obě vejce nebo jen jedno nebo naopak zda se nerozbije žádné z nich.

#### **Pomůcky:**

2 stojánky, dvě syrová vejce (pro 1 provedení experimentu), nit, nůžky, lepidlo, izolepa

#### **Postup:**

1. Na jedno provedení pokusu potřebujete dvě vejce. Budete-li chtít pokus opakovat, připravte si vajíček více.
2. Z nití si vyrobte metrové kusy. Budeme je potřebovat přilepit k vajíčkům.
3. Na každém kusu niti udělejte na jednom konci několik uzlů nebo smyčku.
4. Na špičku vejce kápněte lepidlo a do této kapky položte konec niti s připravenými uzly.
5. Nit pro jistotu ještě jednou zakápněte lepidlem.
6. Po zaschnutí kapku raději ještě přelepte proužkem lepicí pásky.
7. Na stůl nebo i na podlahu rozložte noviny, abyste bez potíží uklidili zbytky rozbitých vajíček.
8. Každé vejce přivažte na jeden stojánek.

9. Stojánky s nitěmi a přilepenými vajíčky postavte těsně vedle sebe. Vejce by se měla v klidové poloze vzájemně dotýkat.
10. Obě vejce vychýlíme a položíme žákům otázku: Co se stane, když vejce pustíme a narazí do sebe? Zajímá nás odhad výsledku pokusu. Žáci mohou hlasovat, kolik vajíček se rozbije; zda jedno, obě nebo žádné.

### Pozorování:

1. Rozebereme jednotlivé názory žáků. Měli by vysvětlit, proč si myslí, že se rozbije například jen jedno vajíčko.
2. Pak provedeme pokus: Vejce pustíme proti sobě a pozorujeme, co se stane.
3. Ve většině pokusů se rozbije jen jedno vejce a druhé zůstane neporušené.

### Závěr:

Dospějeme k závěru, že pokud do sebe narazí dvě vaječné skořápky, pak s velkou pravděpodobností mají v místě vzájemného dotyku různou tloušťku a pevnost. Jedna ze skořápek je tedy pravděpodobně pevnější a vydrží náraz. Druhá, méně pevná, při nárazu praskne. Pokusy s vajíčky mohou zpestřit i běžné hodiny fyziky v nižších ročnících. Na závěr experimentu můžeme zadat žákům, aby provedli některé další pokusy s vajíčky jako domácí úkol.

1. Jak pomocí roztáčení vajíček na stole poznáte, zda je vajíčko syrové nebo vařené?
2. Po nakloněné rovině se kutálejí dvě vajíčka: jedno je syrové a druhé vařené. Jak je od sebe rozeznáte?
3. Jak pomocí průhledné nádoby s vodou zjistíte, zda je vajíčko už zkažené?
4. Jak pomocí průhledné nádoby s vodou zjistíte, které vejce je čerstvé a které je starší? Je naklonění vajíčka ovlivněno jeho stářím?
5. Totéž vejce v jedné láhvi s vodou plove a v druhé klesne ke dnu. Jak je to možné. Čím může být ovlivněno chování vajíčka ve dvou stejných nádobách s vodou?

## SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] BEDNAŘÍK, Milan; ŠIROKÁ, Miroslava. *Fyzika pro gymnázia - Mechanika*. 3. vydání. Praha : Prometheus, 2005. 288 s. ISBN 80-7196-176-0

## METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín
Autor	Mgr. Petr Zezulka
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Mechanika
Druh učebního materiálu	Přírodovědný kroužek – učitel
Cílová skupina	Žák, 11 – 15 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky přírodovědného kroužku žákům, náplň: aerodynamický paradox, těžiště tělesa, rovnovážné polohy tělesa, stavba dřeva, povrchové napětí kapaliny