

Těžiště

Vojtěch Hanák, Barbora Mikulecká, Karolína Pěčková

Těžiště je jedním ze základních pojmů mechaniky. Těžiště tělesa je místo, do kterého fyzici zakreslují tíhovou sílu, a také místo které je určující pro stabilitu jakéhokoliv předmětu. Kdybychom měli za úkol celý předmět nahradit jediným bodem, bylo by to právě těžiště. Podívejme se, jak ho najít. A až budeme vědět, kde je, tak se podívejme, co s ním můžeme dělat dál.

Hledání těžiště

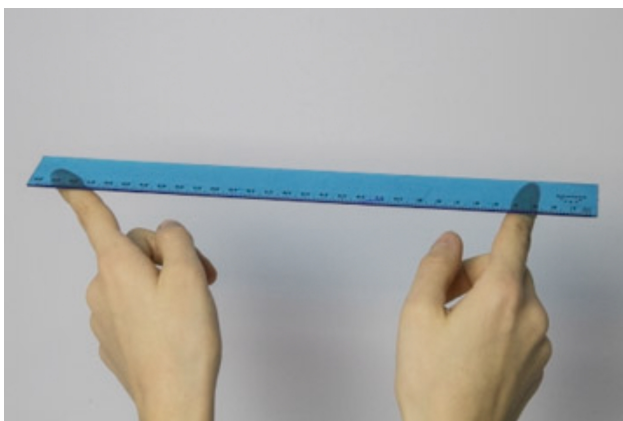
Pravítka a vařečky

Hledání těžiště u věci tvaru pravítka nebo vařečky je prosté. Stačí položit věc na natažené ukazováčky a pomalu přibližovat ruce k sobě. Můžete u toho mít i zavřené oči nebo tento úkol svěřit některému žákovi.

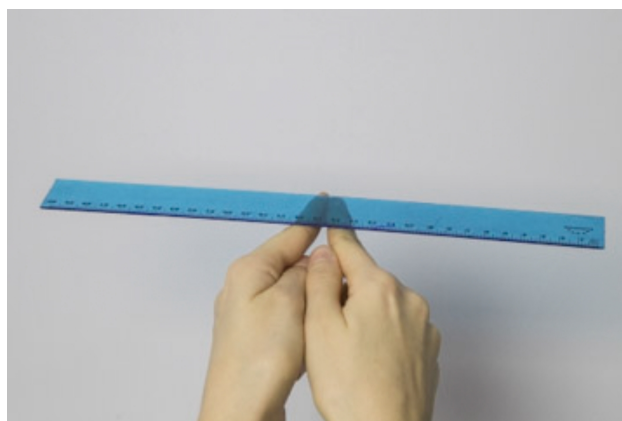
V případě pravítka čekáme těžiště uprostřed, ale i pokud použijeme předmět, který je na jednom konci těžší (vařečka, smeták...), stejně naše prsty skončí neomylně pod těžištěm.

Pokud pokus provedeme znovu a velmi pomalu, všimneme si, že nám pod vařečkou podkluzuje vždy jen jeden prst. Chvilí pod vařečkou podkluzuje, pak se zastaví a klouzat začne ten druhý. Vařečka se hýbe vždy jen nad tím prstem, který nese menší část její váhy. Ve chvíli, kdy se zátěž vyrovná, začne klouzat druhý prst. Pokud dostaneme prsty k sobě, musíme skončit právě pod těžištěm, tedy místem, kam můžeme soustředit veškerou hmotnost vařečky.

Dokonce je možné použít i placatý předmět a k tomu tři prsty. I ty se postupně sejdou jen v jediném bodě, jen se celý pokus dělá obtížněji. Ideální je hledat takto těžiště táčku, talíře apod.



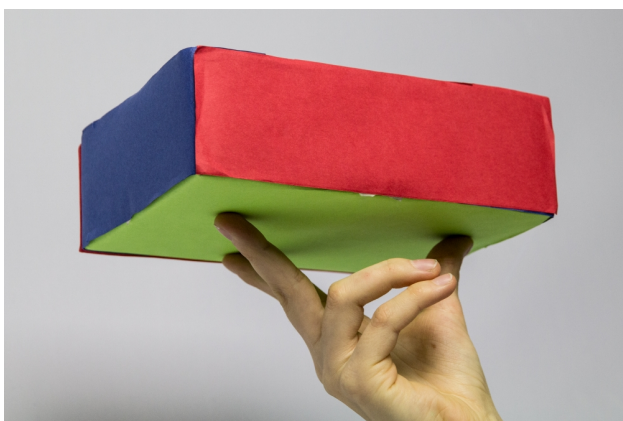
Obr. 1: Prsty podpírající dlouhý předmět na začátku pokusu.



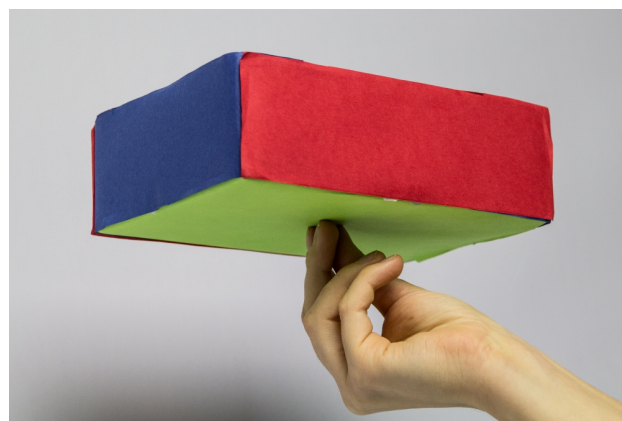
Obr. 2: Prsty podpírající dlouhý předmět pod těžištěm.

Nepravidelné tvary

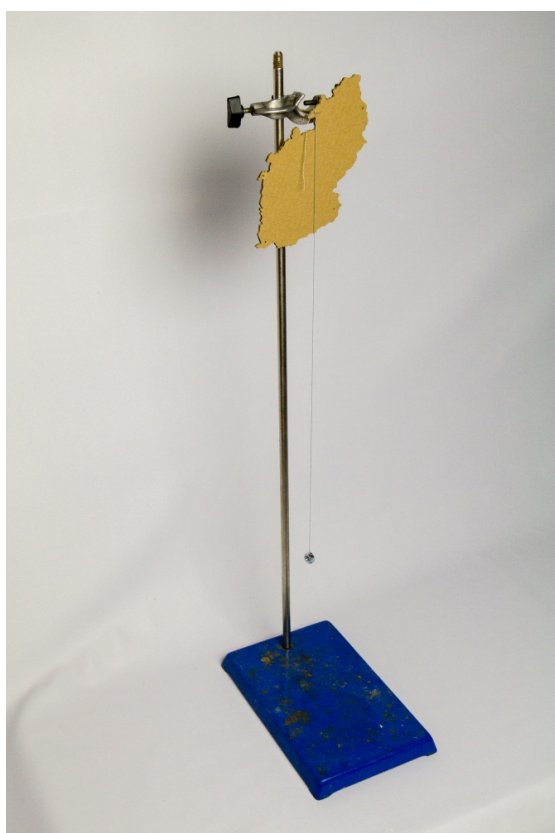
U předmětů nepravidelného tvaru (v semináři používáme kartonovou mapu České republiky) můžeme použít k určení těžiště olovnici. V matematice se učí o těžišti trojúhelníku jako o průsečíku těžnic. To zde platí také. Stačí tedy do kartonové mapy zapíchnout párátka nebo kousek drátu, na



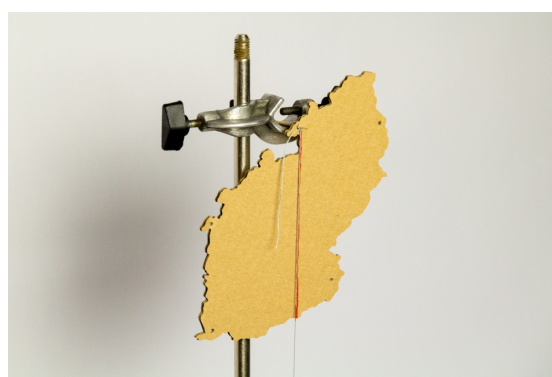
Obr. 3: Tři prsty a placatý předmět na začátku pokusu.



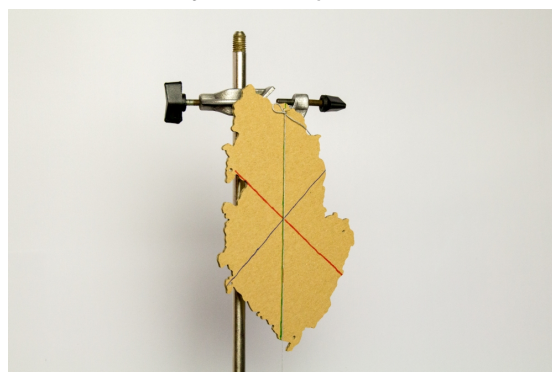
Obr. 4: Tři prsty a placatý předmět pod těžištěm.



Obr. 5: Zavěšení olovnice k mapě.



Obr. 6: Vyznačení první těžnice.



Obr. 7: Tři vyznačené těžnice.

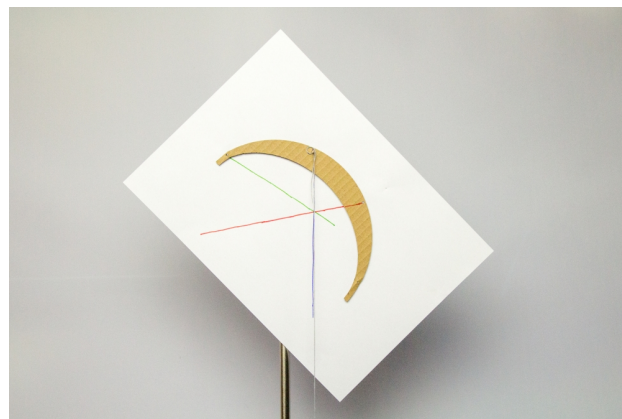
kterém se bude kus kartonu volně houpát. Párátko je vhodné zapíchnout k okraji mapy. Důležité také je, aby mapa na párátku snadno prokluzovala a výsledek vám nekazilo tření.

K párátku přivážeme malou olovnici. Stačí vzít třeba nit a zavěsit na ni matičku nebo cokoliv rozumně těžkého. Po ustálení ji přitiskneme k papíru. Nit olovnice můžeme obtáhnout fixem. Někde na takto vyznačené čáře leží těžiště.

Pokud takto na karton vyneseme další těžnici, objevíme těžiště v průsečíku těžnic. Je dobré poté vynést ještě alespoň jednu další těžnici a ukázat, že všechny procházejí jediným společným bodem - těžištěm. Že jsme opravdu našli těžiště, můžeme ukázat tak, že mapu pod tímto bodem



Obr. 8: Vyznačení druhé těžiště.



Obr. 9: Vyznačení třetí těžiště.

podepřeme třeba o tyčku chemického stojanu.

Poté je velmi dobré ukázat totéž s tělesem, které má těžiště mimo svůj objem. Můžeme vzít opět kus kartonu, tentokrát třeba s velkým otvorem uprostřed, srpek měsíce nebo něco podobného. Pro žáky je důležité vidět, že těžiště může být mimo objekt tělesa.

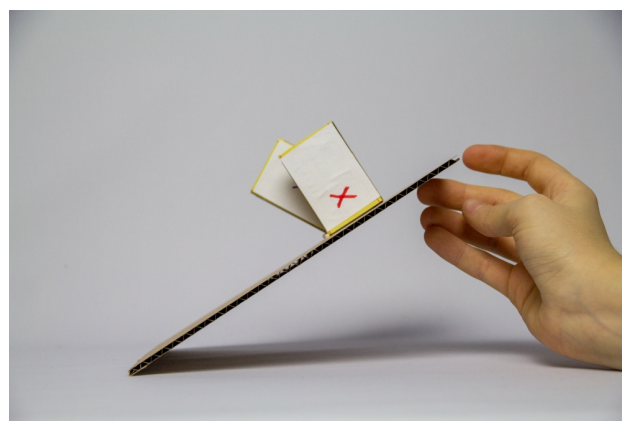
U takových těles je dobré je nejprve nalepit na tenký papír, abychom měli na co kreslit nebo kam lepit nitě. Můžeme se se žáky bavit i o tom, jak nám nalepený papír ovlivní polohu těžiště a jak jeho vliv co nejvíce omezit.

Rovnováha

Dokud je těžiště tělesa nad podložkou (nad něčím, na čem leží nebo co ho podpírá), je těleso ve stabilní poloze. Jakmile se těžiště ocitne mimo podložku, těleso přepadne. To můžeme snadno ukázat s krabičkami zápalek. Jednu vezmeme prázdnou, do druhé vlepíme k jednomu okraji kovovou matku. Poté najdeme a označíme jejich těžiště. Krabičky můžeme nejprve pokládat na hranu stolu a zkoumat moment, kdy přepadnou. Je to vždy ten moment, kdy se naše vyznačené těžiště dostane mimo stůl.

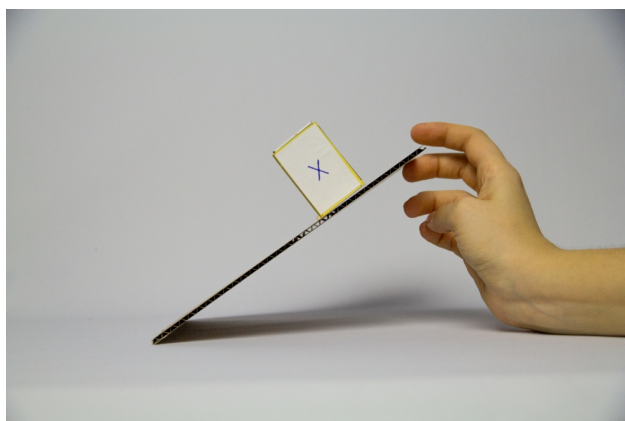


Obr. 10: Pomůcky potřebné k pokusu.

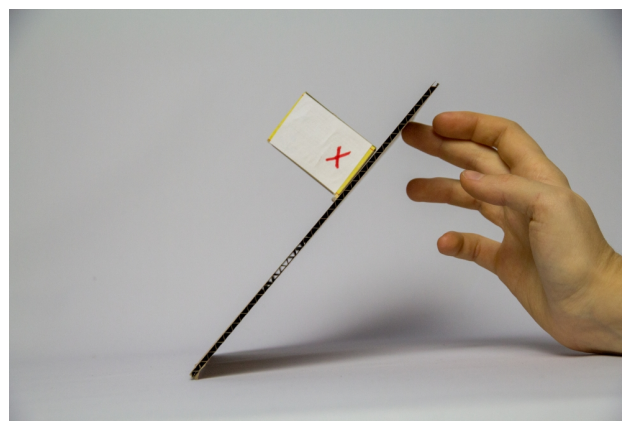


Obr. 11: Krabička s těžištěm výš přepadává dřív.

Stabilitu je ale zajímavé ukázat nejen při pokládání na jejich největší stranu. Zkuste překlápění krabiček na jejich nejmenší straně. Krabičky položíme na rovnou podložku, ke které přilepíme malou zářezku (postačí zápalka nebo špejle), aby krabičky po desce nesjížděly. Desku nakláníme a ukazujeme, při jakém úhlu se krabičky překlopí podle toho, kde je jejich těžiště.



Obr. 12: Maximální naklonění krabičky s těžištěm uprostřed.



Obr. 13: Maximální naklonění krabičky s těžištěm níže.

Je-li těžiště blízko podložky, můžeme desku naklonit hodně. Pokud je ale těžiště vysoko nad podložkou, k překlopení krabičky stačí i malý náklon. To můžeme pozorovat například když neseme velký a těžký batoh (zajímavý případ jsou tatranští nosiči). Obdobný problém bychom našli u nákladních aut a přívěsných vozíků nebo u terénních aut. Tam, kde je těžiště vysoko nad podložkou, dojde snáze k převrácení. (Děti možná znají značku překlopeného kamionu v prudkých zatáčkách.) Hezkým protikladem můžou být závodní auta, která mají kvůli stabilitě podvozek, a tím i těžiště, co nejnižší.

Balancování

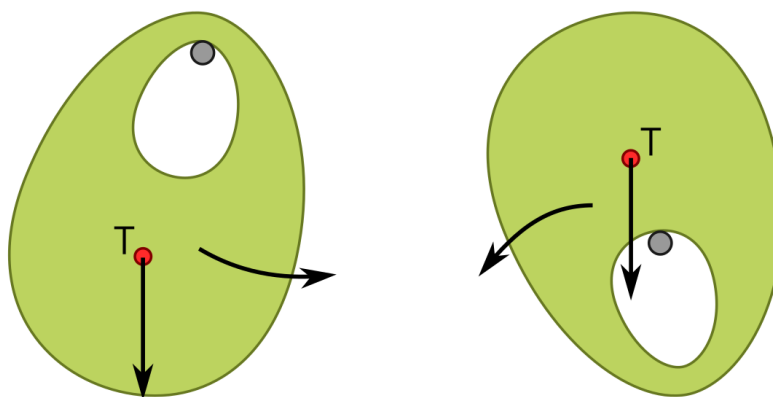
Udělejme další pokus; na dřevěnou tyčku napíchneme jablko. Nyní s ním zkusíme balancovat na prstu. Půjde nám to lépe, pokud bude jablko nahoře, nebo dole u naší dlaně? Podle předchozího textu, bychom měli dojít k tomu, že jablko nahoře bude mít těžiště výše a bude tedy méně stabilní. Nicméně pokud to zkusíme, zjistíme, že se nám s ním balancuje snáze.

Onou podložkou, nad kterou zde musí těžiště zůstat, je malá ploška, na které se tyčka dotýká našeho prstu. Pokud je jablko nahoře, může se naklonit více a dále, než se těžiště ocitne za touto plochou. My tím pádem máme více času pohybem ruky naklonění tyčky vyrovnat. Pokud je jablko dole, ocitne se těžiště mimo podložku mnohem dříve a naše vyrovnání náhodných pohybů tyčky musí být mnohem přesnější.

Těžiště pod podložkou

Ještě existuje možnost, že by těžiště objektu leželo až pod místem, ve kterém je objekt podepřený. Typickým příkladem je hrneček zavěšený za ouško. Tato poloha je velmi stabilní. Je-li těžiště nad podložkou, jeho vychýlení převrací předmět mimo podložku. Pokud je ale těžiště pod podložkou, drobné vychýlení naopak způsobuje navrácení předmětu zpět do rovnovážné polohy.

Tohoto principu využívají například provazochodci. Dlouhá tyč, kterou se vyvažují je prohnutá tak, že může jejich těžiště dostat až pod lano, po kterém jdou. Potom je každé vychýlení vrací zpět do rovnováhy. Na stejném principu stojí také všechny těžišťové hračky uvedené dále. Vždy chceme dostat těžiště co nejnižší a nejlépe mimo těleso a to pak podepřít pod nebo zavěsit nad těžištěm.



Obr. 14: Stabilita s těžištěm nad a pod podložkou

Těžiště člověka

Už jsme prozkoumali těžiště všech možných předmětů. Kde ale máme těžiště my sami? Zavěšovat člověka a snažit se zkonstruovat jeho těžnice by bylo, mírně řečeno, nepraktické. Logicky tušíme, že naše těžiště bude někde v okolí břicha. O něco přesněji můžeme jeho polohu určit díky následujícímu cvičení. Klekněte si, kolena nechte u sebe. Položte celá předloktí na zem tak, aby se vaše lokty dotýkaly kolen. Ke svým prstům umístěte drobný předmět. Ruce pak složte za záda a zkuste se předmětu dotknout nosem, aniž byste si jakkoli pomohli polohou nohou. Podařilo se vám to? Pak máte těžiště spíše níže, někde v oblasti pod pupkem. Bez pádu se to neobešlo? Pak je vaše těžiště výše, nad pupkem. Při naklánění se dostalo za základnu tvořenou vašimi nohama a vy jste se tak překlopili. Ideální proto je cvičení ukázat na dvou dobrovolnících, jednom s širšími boky a jednom s širšími rameny.



Obr. 15: Základní poloha.



Obr. 16: Nos se dotýká krabičky.

To, že poloha těžiště odpovídá umístění žaludku a střev, z fyzikálního pohledu dává velký smysl. Představte si, že by tomu tak nebylo. V takovém případě by vás například pořádný nedělní oběd mohl doslova vyvést z rovnováhy. Své těžiště ale často měníme celou řadou jiných způsobů. Těžká taška na jednom boku naše těžiště posune do strany a my pak svým nesymetrickým postojem tuhle změnu vyvažujeme, abychom opět byli stabilní. O posun dozadu či dopředu se postará například těžký batoh či těhotenské/pivní břicho. Vaši studenti si jistě dokáží představit a předvést, jak se v takové situaci změní postoj těla a chůze. A můžou také přemýšlet nad zdravotními obtížemi, které takový postoj může způsobit.

Práce s vlastním těžištěm je důležitá především pro sportovce - od gymnastů, přes vzpěrače, po skokany a mnohé další. Každý z nás ale se svým těžištěm umí pracovat přirozeně – zeptejte se třeba svých žáků, jak se houpají na houpačce. V hodině si můžete vyzkoušet ještě několik dalších drobných cvičení. Nápad na ně přebíráme z <https://www.scienceworld.ca/resource/betcha-cant-balancing-challenges/>.

Stoupněte si tak, abyste před i za sebou měli dostatečný prostor. Chytněte se prsty špiček nohou. Kolena můžete mírně pokrčit, měla by ale zůstat u sebe. Zkuste takto udělat pár skoků dozadu a pár skoků vpřed. První úkol by měl být celkem jednoduchý, kdežto druhý téměř nemožný. Můžete nechat studenty přemýšlet proč. Zásadní je, že při skoku nejprve přesuneme těžiště směrem, kterým chceme skočit. A pak už jen pod sebe přesuneme svou základu, nohy. Při skoku zpět přeneseme bez problémů váhu na paty. Při skoku vpřed nám ale brání naše vlastní ruce a cvik tak není možný.

Sedněte si na židli s rovným opěradlem, nohy dejte kolmo na podlahu. Zkuste se ze židle zvednout, aniž byste vychýlili trup či nohy ze svislého směru. Nepůjde to, budete na židli přilepení. Opět bude třeba dostat naše těžiště za místo, kde se opíráme o zem. Buď musíme trup naklonit až nad nohy, nebo chodidla podsunout pod trup. Běžně uděláme přirozeně obojí a vstává se nám lehce.



Obr. 17: Skok dopředu není možný.



Obr. 18: Sezení na židli.



Obr. 19: Vstávání s ohnutím těla.



Obr. 20: Vstávání s ohnutím kolen.

Drobné pokusy s těžištěm

Balancování plechovky

Zkuste dětem zadat úkol, postavit prázdnou plechovku na hranu. S předchozími pokusy by na to měly samy přijít.

Plechovce stačí posunout těžiště dolů. Je tedy potřeba ji zatížit zespoda. Můžete do ní nasypat písek nebo jednoduše nalít vodu. Vody ani písku ale nesmí být příliš, abyste těžiště nezvedli příliš vysoko. Správné množství vody chvíli zkoušejte, určitě na něj sami přijdete.

Svíčková houpáčka

Na pokus s houpající se svíčkou potřebujete delší svíčku, párátko, podložku na odkapávající vosk, zapalovač a dva stejné vysoké hrnečky nebo skleničky.

Svíčku z jedné strany seřízněte opatrně nožem tak, abyste si vytvořili knot i na druhé straně svíčky. Pak svíčku opatrně propíchněte párátkem zhruba v těžišti. Položte párátko se svíčkou na hrnečky a vše dejte na podložku, které nevadí odkapávající vosk. Pak už jen svíčku zapalte a pozorujte.

Svíčka bude nahnutá na tu stranu, která má větší hmotnost. Tam bude plamen zahřívat svíčku více a tam také svíčka bude více odkapávat. Hmotnosti na obou stranách se tak postupně vyváží

a v tu chvíli se svíčka začne pomalinku drobně houpat až se rozhoupe pravidelným odkapáváním pořádně.



Obr. 21: Plechovka na hraně.



Obr. 22: Svíčková houpačka.

Balancování vidliček

Tento pokus vás na první pohled určitě překvapí. Potřebujete na něj dvě vidličky, korek, párátko nebo špejli a hrneček. V prvním kroku zapíchněte vidličky do korku tak, aby tvořily písmeno V i při pohledu zepředu. Vidličky nemají být v korku proti sobě, ale obě mají směřovat mírně směrem dolů. Pak zasuňte do korku párátko podle obrázku a pokuste se párátko postavit na hranu hrnečku. Nejčastější chyba u tohoto pokusu bývá, že jsou vidličky málo vyosené a je třeba je zapíchnout více směrem dolů.

Až se vám celá operace zdárně povede, vezměte zapalovač a párátko zevnitř hrnečku zapalte. A nechte se překvapit, jak moc jsou vidličky na párátku stabilní.



Obr. 23: Vidličky na špejli.



Obr. 24: Zapálená špejle.

Těžišťové hračky

Všechny hračky popsané níže fungují na principu posunu těžiště níž pod bod, na kterém je držíme. Pokud takto těžiště posuneme, bude hračka stabilní. Výroba hraček je vhodná pro malé děti i pro žáky druhého stupně ZŠ.

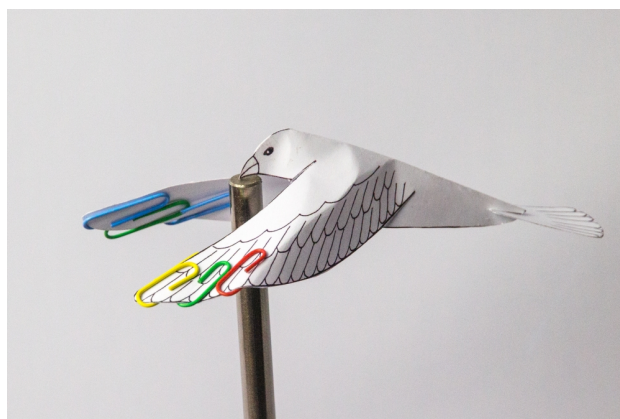
Ptáček 1

První ze šablon ptáčků je ptáček, který je pověšený za ocásek. Kromě šablony natištěné ideálně na tvrdší papír budete tedy potřebovat ještě nit. Šablona má dva díly, oba vystříhněte. Tělo ptáčka slepte do jehlanu, tedy obě krajní části k sobě. Tělo pak nalepte na vyznačené místo křídel tak, aby zkosená hlavička končila u křídel. Ocásek pověste na nitku a ptáčka si zavěste třeba na lustr v pokoji, aby vám dělal radost vždycky, když půjdete kolem.

Šablona je převzatá ze stránek Věry Pejčochové <http://fyzikanasbavi.zsnovolisenska.cz/hracky-vlastnimahracky-z-papiru>.



Obr. 25: Ptáček 1.



Obr. 26: Ptáček 2.

Ptáček 2

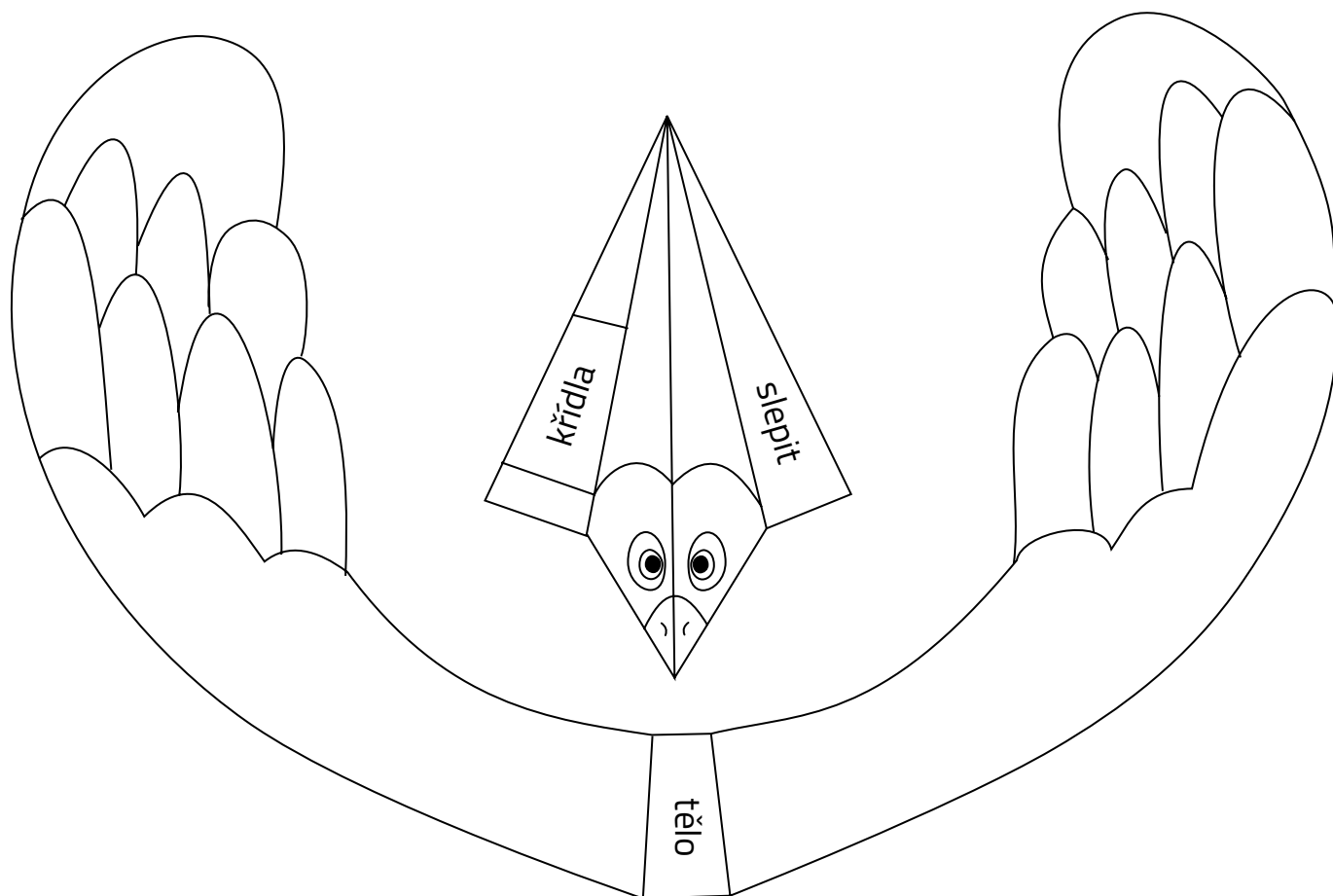
Druhého ptáčka je opět dobré natisknout na tvrdší papír. Kromě toho budete ještě potřebovat ideálně šest kancelářských sponek. Obě části ptáčka, tělo a ocásek, vystříhněte. Křídla nastříh- něte kolem hlavy i u ocasu hlouběji, kam až jsou nakreslené čáry. I čáky na zadečku nastříh- něte, budete tam vkládat ocásek.

Vystřižené tělo ptáčka v polovině přehněte a slepte k sobě lepidlem zobáček. Vložte ocas do nastřižených částí zadečku. Na konce křídel dejte jako zátěž kancelářské sponky a máte hotovo.

Šablona je převzatá ze stránek Ellena J. Mchenryho <http://ellenjmchenry.com/cut-and-assemble-balancing-bird>.

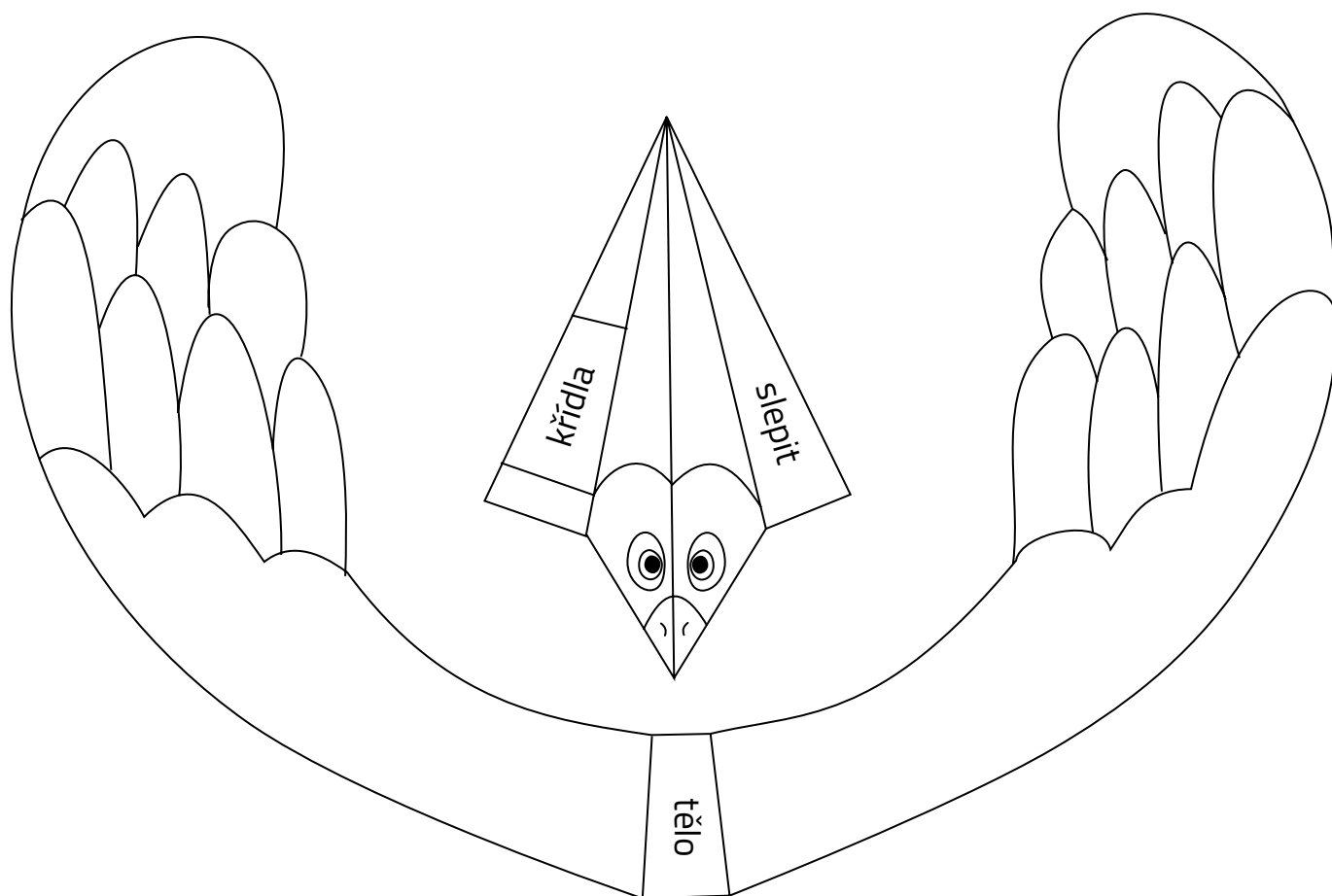
Po vystřížení slepte s nápisem slepit a křídla
pak přilepte na tělo. Ptáčka zavěste za
jehoocásek na nitku.

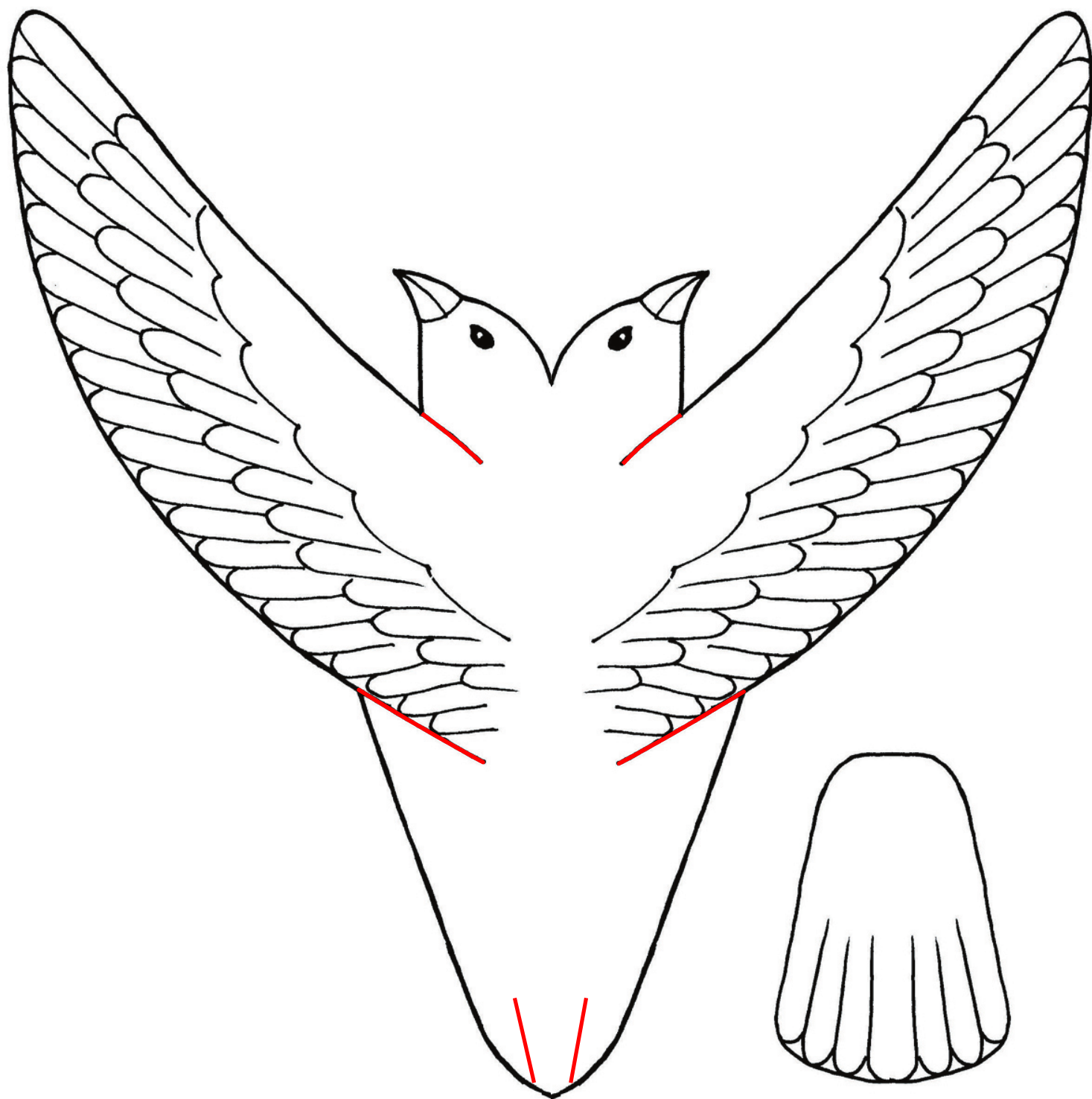
Šablona je převzata od paní Věry
Pejčochové, více jejích nápadů je na
adrese fyzikanasbavi.zsnovolisenska.cz



Po vystřížení slepte s nápisem slepit a křídla
pak přilepte na tělo. Ptáčka zavěste za
jehoocásek na nitku.

Šablona je převzata od paní Věry
Pejčochové, více jejích nápadů je na
adrese fyzikanasbavi.zsnovolisenska.cz





Panáček ze špachtlí

Na výrobu panáčka budete potřebovat několik lékařských špachtlí, 4 matičky M8, kvalitní nůžky nebo štípací kleště a lepidlo (ideálně herkules nebo lepidlo na dřevo).

Špachtle se dají stříhat kvalitními nůžkami nebo štípacími kleštěmi. V obou variantách se může stát, že se vám jedna strana špachtle rozštípne. Vytvořte si dvě kratší z jedné strany zešikmené špachtle na ruce a dvě delší zešikmené špachtle na nohy. Jednu dlouhou špachtli zastříhněte z jedné strany do špičky a nechte ji jako tělíčko. Ruce i nohy přilepte k tělu panáčka. Na spodní část nohou nalepte z obou stran matičky jako zátěž. Pak už vám bude panáček krásně stát na špičce.

Jako podstavec doporučujeme použít korek a špejli nebo párátka, které do korku zapíchněte.



Obr. 27: Panáček ze špachtlí.

Beruška od Vaška Piskače

Následující výrobek jsme převzali od našeho dlouholetého kamaráda a skvělého učitele fyziky Vaška Piskače. Na jeho podrobný návod se můžete podívat zde: <https://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/beruska.pdf>.

Na výrobu potřebujete: šablonu berušky vytištěnou klidně na běžný papír, karton, 2 matičky M8, silnější drátek délky kolem 50 cm a sirku.

Šablonu berušky vystříhnete. Vznikne vám tělo a dvě křídla. Ta obkreslete na karton, vystříhnete je z kartonu a slepte je k sobě. Papíry ke kartonu a následně křídla k tělíčku podle nákresu na šabloně.

Na vyznačených místech šablony udělejte 4 díry a těmi protáhněte drátek. Na konce drátku uchyťte matičky. Do čumáčku berušky připevněte sirkou. Položte berušku sirkou na prst a natvarujte drátky s matičkami tak, aby beruška pěkně balancovala. Nezapomeňte si berušku nakonec pěkně vybarvit.

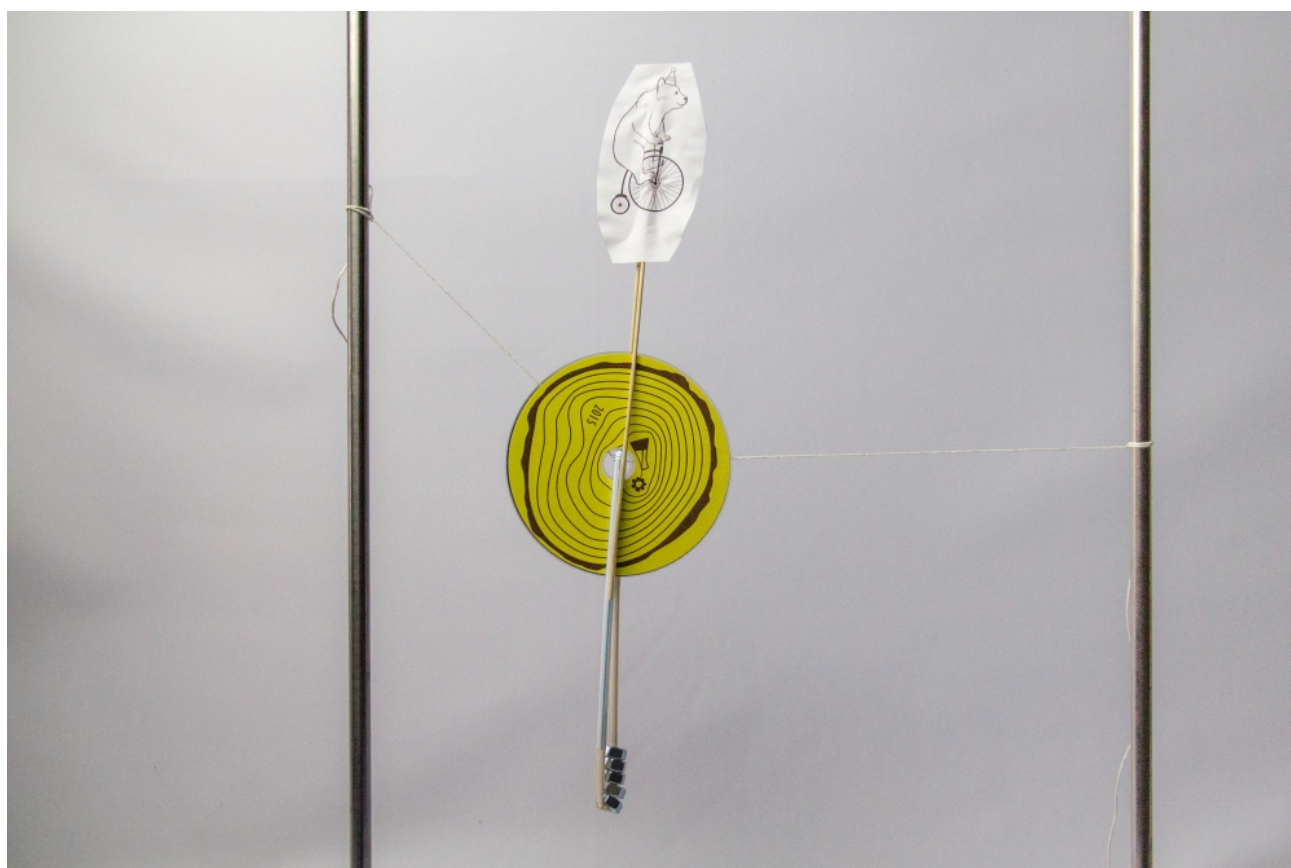


Obr. 28: Beruška od Vaška Piskače.

Cyklista na provázku

Jiný typ těžišťové hračky je jezdcí cyklista na provázku. Výrobu si můžete uzpůsobit dle vašich potřeb dle toho, co máte k dispozici za materiál. Níže popisujeme jen jednu z mnoha možných alternativ.

Základním principem cyklisty je posun těžiště pod bod zavěšení. Na to v našem případě používáme matičky a jako spojovací materiál jsme vybrali brčka, která se snadno zasazují do sebe. Jistě by šel použít i provázek, drátek nebo něco jiného. Druhou částí výrobku je část, která se valí po lanku. My jsme zvolili stará CD. Ta je třeba k sobě spojit ideálně tavnou pistolí. U vnitřního okraje vyrobíme tavným lepidlem co nejhezčí malé kolečko. Cyklista tak vlastně jezdí právě po části z tavného lepidla. Konečná výzdoba už je jen na vaší fantazii.



Obr. 29: Cyklista na provázku.

Vzlínání barev a míchání barev

Barbora Mikulecká

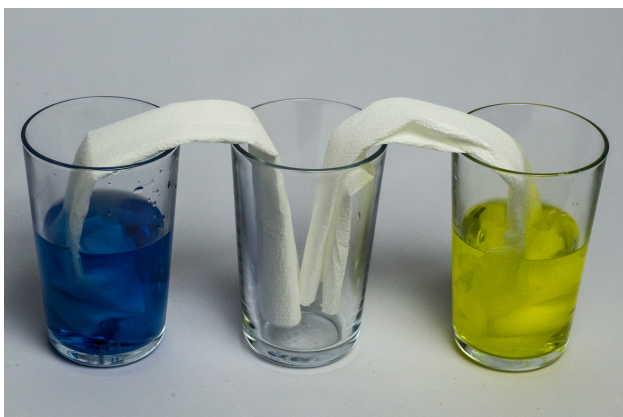
Vzlínání barev

Jednoduchý, hezký a téměř bezobslužný pokus využívá jev jménem kapilarita. Díky povrchovému napětí voda šplhá po tkaninách do celkem slušných výšek. Známe to všichni, když se brodíme rozmoklým sněhem a máme pak nohavice mokré až ke kolenům.

Vezměte si tři skleničky. Do dvou z nich dejte vodu a třetí nechte prázdnou. Vodu ve sklenicích obarvete různými potravinářskými barvivy, ale pozor, nepřehřejte to. Barviva jsou sytá a bude vám stačit jen pár zrnek. Méně obarvená voda dělá hezčí efekty. Vezměte si dva kapesníčky, srolujte je a ponořte vždy z jedné strany do obarvené vody a z druhé strany do prázdné skleničky.

Pokus trvá poměrně dlouho, voda pomalu šplhá až k okraji sklenice, a pak se pomalinku začne přečerpávat do další sklenice. Pokud se barvy dostanou k sobě, začnou se míchat. Asi nejhezčí kombinace barev je žlutá a modrá, ze kterých se smíchá zelená. Ale vyzkoušejte i červenou a modrou, z nich se vám umíchá fialová.

Hladina vod ve všech skleničkách se vám po pár hodinách ustálí ve stejné výšce. Můžete tak s dětmi mluvit o spojených nádobách.



Obr. 30: Vzlínání na začátku.



Obr. 31: Vzlínání po pár hodinách.

Hravé míchání barev

Už při vzlínání se barvy vzájemně krásně promíchávají. To si ostatně můžete zkusit i jen tak. Obarvete si vodu v několika sklenicích několika různými potravinářskými barvami, například žlutou, modrou a červenou. Opět spíš ne moc sytě. A pak je slévejte dohromady. Ze žluté a modré bude zelená. Z modré a červené bude fialová a z červené a žluté bude oranžová. Můžete si hrát i s jinými kombinacemi barev a samozřejmě i s odstíny podle toho, kolik které barvy kam namícháte.

Jde to udělat ale i jinak. Můžete si vzít malou a velkou sklenici s vodou, každou obarvit jiným barvivem a pak je vkládat do sebe. Dívejte se pak skrz sklenice do světla, abyste viděli, jaké barvy vzniknou.

Fyzikálně jde ve všech těchto případech o míchání barev. Barviva jsou pro světlo jakýmsi filtrem. Přes obarvenou vodu tak projde jen světlo určitých barev. Když si vezmeme kombinaci modré a

žluté, děje se toto: Přes žlutou vodu projde červené a zelené světlo. Naše modré barvivo má v sobě i zelenou složku a projde přes něj jak modré, tak i zelené světlo. Když je dáme dohromady, projde už jen právě ta barva světla, kterou mají oba společnou, tedy zelená.



Obr. 32: Průchod světla přes žluté a modré barvivo.



Obr. 33: Průchod světla přes červené a modré barvivo.

Povrchové napětí

Vojtěch Hanák

Povrchové napětí je materiálová vlastnost kapalin, která popisuje jejich povrch. Udržet větší povrch stojí určitou energii, pro kapaliny je tedy výhodnější být ve tvaru, kdy mají povrch co nejmenší. Také je to vlastnost, která způsobuje soudržnost kapalin.

Na povrchové napětí si můžete snadno sáhnout rukou. Když položíte dlaň na hladinu vody (jako byste ji chtěli pohladit) a zase ji zvednete, ucítíte, jak se ruka od vody odtrhává. Jako by voda slabě lepila.

Ve všech těchto pokusech je potřeba používat vždy čistý talíř a vodu nekontaminovanou saponátem, Pokud se vám zdá, že pokus funguje špatně, vezměte si nový, suchý a čistý talíř. Tam, kde to dává smysl, opláchněte a osušte i ostatní předměty.

Obecně v textu hovoříme o saponátu jako o jaru. Ne, že bychom byly placeni za reklamu. Je to prostě kratší slovo a navíc nám ve všech pokusech jar spolehlivě funguje.

Sponky na hladině

Pomůcky a materiál

- miska s vodou
- kovové sponky na papír (kovové i s plastovým povrchem)

Provedení

Při pokusu ukazujeme, že hladina kapaliny se chová jako jakási blána. Nejprve ukážeme, že kovová sponka se ve vodě potopí, ocel má větší hustotu než voda a na vodě neplove. Pokud ale sponku položíme na hladinu dost opatrně, neprotrhne hladinu vody a zůstane na ní ležet, aniž by se potopila. Se sponkami to chce trochu cviku. Může vám pomoci, když si vnitřní konec drátu sponky ohnete vzhůru a držíte sponku za něj, abyste hladinu vody neporušili svými prsty. Pokus funguje i se starými desetníky a dvacetníky, padesátník už ale hladina neunes.

Používaná vysvětlení

Díky povrchovému napětí není pro vodu výhodné příliš ohnout a protrhnout svůj povrch. Pokud je naše sponka dost lehká (a zde myslíme opravdu hmotnost, nikoliv hustotu), hladina se pod ní pouze prohne. Podobné prohnutí hladiny můžeme pozorovat pod nohama vodoměrek.

Mince ve skleničce

Pomůcky a materiál

- sklenice plná vody
- mince (10, 20 nebo 50 Kč)



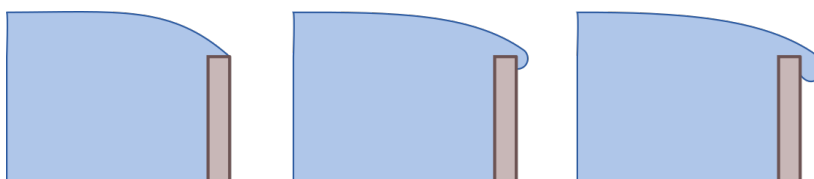
Obr. 34: Sponky položené na hladinu.

Provedení

Sklenici naplníme po okraj vodou. Poté necháme žáky odhadnout, kolik mincí se do ní ještě vejde, než se voda přelije přes okraj. Mince vhazujeme opatrně, hladinu necháme vždy ustálit. Počet mincí, které se do vody ještě vejdu, je docela překvapivý. Pokus lze provádět i se sponkami na papír nebo se špendlíky, nicméně je pak zdouhavější, protože objemu ve sklenici přibývá pomaleji.

Používaná vysvětlení

Voda se nad hranou sklenice nejprve začne vydouvat. Povrchové napětí se ji snaží udržet pohromadě. Poté se kolem hrdla začne vytvářet jakýsi lem kapaliny. Ve chvíli, kdy hmotnost kapaliny kolem hrdla sklenice překoná povrchové napětí, sklenice přeteče.



Obr. 35: Přetečení sklenice s mincemi.

Kapky

Pomůcky a materiál

- plochý talíř nebo jiná rovná nesmáčivá plocha
- různé kapaliny (voda, olej, líh, ocet...)
- injekční stříkačka, kapátko nebo pipeta

Provedení

Na vhodnou podložku postupně kapeme kapky různých kapalin, ale stejného objemu. Všimáme si, že se různé kapaliny roztečou do různých šířek. Podložka by měla být dobře kontrastní, aby na ní byly čiré kapky dobře vidět. My používáme zalaminovaný čtverečkový papír. Můžete pomoci zviditelnit kapky na podložce tak, že na ně posvítíte z boku.

Používaná vysvětlení

Čím větší povrchové napětí kapalina má, tím větší energii potřebuje na to, aby udržela velký povrch své kapky. Tvar, který má při daném objemu nejmenší povrch, je koule. Pro kapalinu s velkým povrchovým napětím je výhodnější mít kapku v kulatém tvaru, protože pak má menší povrchovou energii.

Proti povrchovému napětí stojí gravitační síla, která se snaží dostat těžiště kapky co nejnižší, tedy ji co nejvíce rozplácnout do stran. Kapaliny s malým povrchovým napětím si můžou dovolit větší povrch rozteklé kapky. Kapaliny s velkým povrchovým napětím se budou snažit udržet tvar koule.

Zajímavostí vody je to, že má z běžných látek prakticky nejvyšší povrchové napětí. Vyšší bychom našli jen u rtuti nebo některých tavenin. Prakticky všechny ostatní kapaliny mají povrchové napětí nižší než voda. Voda tedy zaujme po rtuti nejkulatější kapičky. Tvar kapek, který známe z Ferdy Mravence, je tedy z fyzikálního pohledu nesmysl. Žádnou špičku na kapce voda sama od sebe neudělá.

Pepř a mléko

Pomůcky a materiál

- hluboký talíř nebo miska
- mléko a potravinářská prášková barviva
- voda a mletý pepř
- saponát (jar)

Provedení

Existují dvě možná provedení. S pepřem a vodou, nebo s mlékem a potravinářským barvivem. V případě vody a pepře hladinu vody v talíři zaprášíme mletým pepřem. Prstem namočeným v jaru se dotkneme hladiny uprostřed talíře a pozorujeme jak se pepř rozestoupí k okrajům. V případě mléka a barviva postupujeme stejně. Barviva nesypejte do mléka moc, efekt pak není zřetelný. Doporučujeme ale použít více různých barev. Po ponoření prstu s jarem uvidíme, jak se mléko rozproudí a jak se v něm jednotlivá barviva míchají.

Používaná vysvětlení

Voda má velké povrchové napětí. Jar její povrchové napětí snižuje. Část vody smíchaná s jarem se tedy bude snažit na hladině zaujmout větší plochu, protože mít větší povrch je pro ni snazší než pro čistou vodu. V případě mléka jde o totožný jev, navíc vidíme proudění v kapalině způsobené pohybem na jejím povrchu.



Obr. 36: Pepř na hladině vody.



Obr. 37: Barvivo v mléce.

Tento pokus navíc dobře známe z reklam na saponáty, kde se nám marketingoví mágové takto snaží ukázat, jak jejich čistící prostředek odpuzuje mastnotu. Fungovat to bude vždy, když bude mít voda se saponátem menší povrchové napětí než kapalina, která představuje onu mastnotu.

Lodičky

Pomůcky a materiál

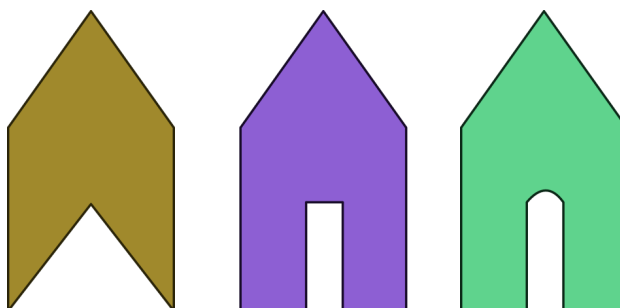
- vystřížené lodičky z papíru nebo alobalu
- větší miska nebo plech s vodou
- saponát (jar)

Provedení

Ve vaničce, lavoru nebo plechu na pečení uspořádáme malé vodní závody. Z (barevného) papíru vystříháme lodičky ve tvaru šipky, pro větší trvanlivost je můžeme zalaminovat. Za lodičku kápeme trochu jaru (můžeme k tomu použít i špendlík namočený do jaru) a pozorujeme, jak lodička vyrazí dopředu.



Obr. 38: Papírové lodičky.



Obr. 39: Různé tvary lodiček.

Používaná vysvětlení

Opět platí, že jarová voda se snaží na hladině zaujmout větší plochu než voda čistá. Jak se roztahuje po hladině, tlačí před sebou i naši lodičku. Můžete experimentovat s tvary lodiček a

Obracení sklenic

Vojtěch Hanák

Zakrytí kartou

Pomůcky a materiál

- sklenice (long drink nebo na víno)
- tvrdý papír nebo zalaminovaná kartička
- nádoba na vodu (pro jistotu)
- obarvená voda (není nutná)

Provedení

Sklenici naplníme obarvenou vodou (pro lepší viditelnost). Větší množství vody je výhodou. Sklenici poté zakryjeme papírovou nebo zalaminovanou kartou. Kartu přidržíme a sklenici obrátíme dnem vzhůru. Poté kartu opatrně pustíme. Pokud jsme byli úspěšní, karta na sklenici drží a voda nevyteče. Při mírném naklonění sklenice však karta upadne a voda se vylije. Pokus doporučujeme raději provádět nad vhodnou nádobou, i zkušenému experimentátorovi se občas přihodí potopa. Můžete také prozkoumat, zda je pokus snazší provést s úzkou nebo širokou sklenicí.



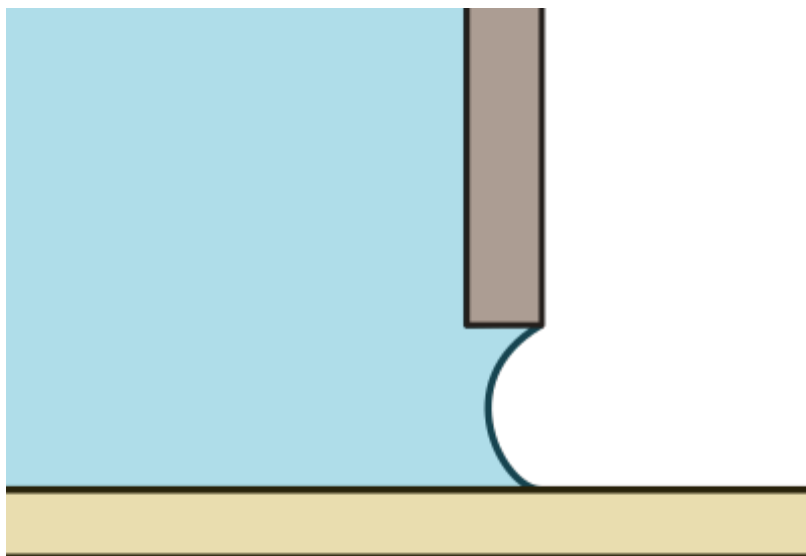
Obr. 41: Obracení sklenice zakryté kartou.

Používaná vysvětlení

Nejčastěji se tento pokus vysvětluje tak, že kartu na sklenici drží atmosferický tlak. Tedy vzduch kolem nás tlačí na kartu zespodu a nenechá tak vodu vytéct. Vzduch ovšem na kartě leží i shora, není tedy jasné, proč se počítá pouze s tlakovou silou ze spodní strany.

Dále se používá argument, že ve sklenici vznikl podtlak. Toto vysvětlení stojí za podrobnější rozbor. Představme si sklenici s vodou. Nad hladinou je vzduch a ten má atmosferický tlak, jako všude okolo. Když sklenici zakryjeme kartou, stále má vzduch uvnitř atmosferický tlak. Když sklenici obrátíme vzhůru nohama, změnil se tvar vody a tvar vzduchové bubliny uvnitř, ale nezměnil

se jejich objem. Nemohl se tedy změnit ani tlak vzduchu uvnitř. Vně sklenice je stále atmosferický tlak a uvnitř je také atmosferický tlak vzduchu navíc zvětšený o hydrostatický tlak sloupce vody nad kartou. Karta by tedy měla odpadnout.



Obr. 42: Voda při okraji sklenice.

Abychom získali nějaký podtlak, musíme se podívat, co se děje s vodou kolem okraje sklenice. Když kartu pustíme, karta o maličký kousek spadne dolů. Část vody vyteče ze sklenice ven, ale nerozlije se všude okolo. Povrchové napětí ji udrží v kontaktu se sklenicí i s kartou. Protože část vody je teď vně sklenice, musel se zvětšit objem vzduchové bubliny ve sklenici. Tím pádem musel klesnout tlak vzduchu uvnitř. Takto získáme onen pokles tlaku, který „tahá“ vodu zpět do sklenice.

Celou úvahu můžeme trochu zjednodušit. Pokud by měla voda ze sklenice vytéct, musel by se dovnitř místo ní dostat vzduch. Dokud povrchové napětí vody kolem hrdla sklenice nedovolí bubline vzduchu vniknout do sklenice, nemůže voda vytéci ven.

V neposlední řadě je zajímavé sledovat, jak se chování pokusu mění s množstvím vody ve sklenici. Paradoxně je snazší pokus úspěšně provést, pokud je ve sklenici vody hodně. Je-li bublina vzduchu uvnitř malá, i malá změna jejího objemu způsobí velkou změnu tlaku vzduchu. Extrémní případ zcela plné sklenice tedy funguje velmi dobře. Byli jsme nakonec úspěšní i s třílitrovou sklenicí zavařených okurek.

Druhý extrém, tedy prázdná sklenice pouze s mokřým okrajem může fungovat také. Vyžaduje však trochu šikvnosti a lehkou kartu, protože ta už je u sklenice držena pouze silou povrchového napětí vody a změny v tlaku vzduchu uvnitř sklenice jsou zanedbatelné.

Zakrytí sítkem

Pomůcky a materiál

- sklenice
- cedníkové sítko nebo punčocha
- nádoba na vodu (pro jistotu)
- obarvená voda (není nutná)

Provedení

Pokus provádíme prakticky totožně jako variantu s kartou, ovšem místo karty zakrýváme sklenici sítkem nebo její hrdlo přetáhneme punčochou, kterou na sklenici zajistíme gumičkou. I když běžně voda sítkem proteče, ze sklenice v tomto případě přes sítko vytéci nemůže. Můžeme dále zkoumat velikost ok v sítku a náklon, který nám ještě sklenice dovolí, než vyteče.



Obr. 43: Obracení sklenice zakryté sítkem.

Používaná vysvětlení

Pokus můžeme vysvětlit jednoduše, pokud se zaměříme na objem vody a vzduchu. Pokud by měla nějaká voda vytéci ven, musela by se místo ní dovnitř dostat bublinka vzduchu. Dokud se vzduch snaží dovnitř dostat stejnou cestou, kudy chce voda vytéct ven, voda zůstane uvnitř. Pokud ale sklenici nakloníme, proudí vzduch do sklenice při horním okraji a u dolního okraje voda vytéká ven.

Můžeme pokus vysvětlit i pomocí povrchového napětí. To nedovolí vzduchu venku vytvořit tak malou bublinku, aby se protáhl dovnitř sklenice. Nebo z druhého směru, voda neumí zformovat kapičky tak malé, aby sítkem prošly (což s výhodou využíváme ne u sítek, ale u nepromokavých textílií). Nakonec je možné najít tak jemné sítko že i při velkém náklonu sklenice voda stále nevyteče. Pokud chceme sklenici přesto vylít, musíme povrch vody porušit prstem nebo přidáním saponátu.

Víčko s dírou

Pomůcky a materiál

- sklenice se šroubovacím víčkem
- víčko na sklenici s vyvrtanou dírou
- párátko, špejle nebo pastelky

Provedení

Po předchozím pokusu nás může zajímat, jak velké mohou být ještě otvory v sítku, aniž by voda vytekla. Můžeme vzít lahev s víčkem (třeba od mléka) a vyvrtat do něj více malých otvorů a zkoumat jejich počet a velikost. Druhá možnost je zvolit otvor jediný a měnit jeho průměr.

Sklenici naplníme vodou a uzavřeme ji víčkem s otvorem. Sklenici obrátíme dnem vzhůru a ukážeme že voda nevytéká. Otvorem můžeme dovnitř sklenice prostrkávat různé předměty. Všimneme si, že ze sklenice vždy vyteče voda o stejném objemu, jaký měl daný předmět.



Obr. 44: Sklenice s pastelkou.

Používaná vysvětlení

Jde stále o totožný jev, proto jej nebudeme znovu vysvětlovat. Pouze doplníme, že nám voda ze sklenice nevyteče ani otvorem, který má průměr 8 mm. Takovým otvorem jde dovnitř sklenice prostrčit i pastelka, což vypadá docela hezky.

Úžasné divadlo fyziky - ÚDiF

Jsme skupina vystudovaných fyziků, kteří se rozhodli, že ukážou krásy vědy a techniky všem lidem. Jsme první pojízdné science centrum s vlastními science show. Navštěvujeme školy po celé republice, od mateřských až po vysoké, a pomáháme studentům najít vztah k přírodovědným oborům.

Vytvořili jsme řadu fyzikálních vystoupení, do kterých vkládáme vlastní inovaci i vývoj. Experimenty jsou nejen z řad známých, ale i zcela nových a svým rozsahem pokrývají celý obor fyziky. Naše experimentální show je efektní a působivá, přitom ale dbá na vysvětlení předváděných pokusů. Záleží nám na tom, aby diváci zažili pocit pochopení.

Všichni performeři ÚDiFu jsou vzděláni ve fyzikálních oborech Masarykovy univerzity nebo Vysokého učení technického, někteří navíc v oborech učitelských. Od roku 2007 máme za sebou přes 350 vystoupení na školách, a jiných akcích. Dvakrát jsme účinkovali na mezinárodní přehlídce "Science on stage". Spolupracujeme s Ústavem přístrojové techniky Akademie věd a s Masarykovou univerzitou.

Všechna naše vystoupení mohou proběhnout v obyčejné školní třídě, ale bývají předváděna i na jevištích větších sálů. Délka vystoupení bývá 45 minut, aby odpovídala běžnému provozu školy, lze ale provést i delší představení. Technicky jsme zcela soběstační, pro větší sál nebo publikum máme i vlastní ozvučení. Více informací a nabídku všech našich pořadů najdete na stránkách <http://udif.cz>.

Fotografie z vystoupení



Obr. 45: Vystoupení v MŠ.



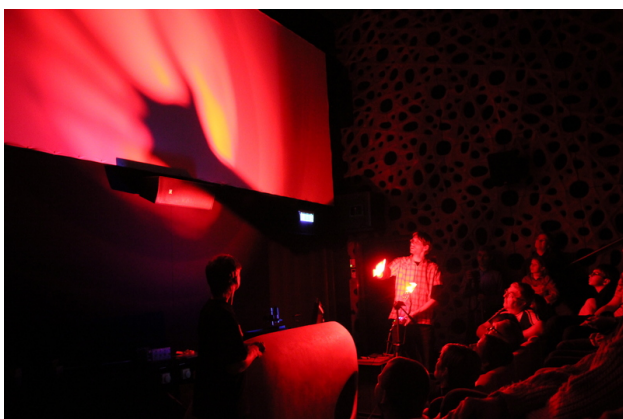
Obr. 46: Vystoupení v MŠ.



Obr. 47: Vystoupení v ZŠ.



Obr. 48: Vystoupení v ZŠ.



Obr. 49: Vystoupení Všechny barvy duhy.



Obr. 50: Vystoupení Příběh žárovky.

Zdroje inspirace

Setkávání

Konference Heuréka je každoroční víkendová akce, kde se sejdou skvělí lidé a ještě lepší fyzikáři a sdílejí si formou workshopů svoje nápady do hodin fyziky. Jedná se hlavně o praktické dílny, ze kterých si často odnesete i nějaký výrobek. Najdete tu ale také diskuse nad známkováním nebo didaktikou konkrétních fyzikálních témat. Ve výsledku je ale největším přínosem Heuréky komunita, která vás vtáhne, motivuje a inspiruje. Konference je zdarma, spí se na zemi v učebnách a tradičně bývá na Gymnáziu v Náchodě. <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/o-projektu>

Elixír do škol je projekt, který vznikl z Heuréky a který je finančně podporovaný Českou spořitelnou. Elixír dal za vznik nové konferenci "Elixír do škol". Jde o více typickou a "honosnější" konferenci, která doplňuje Heuréku. Koná se v Hradci Králové.

Fyzikální centra Elixíru do škol jsou vlakovou lodí celého projektu. Jedná se o několik desítek center po celé republice, kde se každý měsíc učitelé setkávají a předávají si svoje nápady a zkušenosti z výuky. Podívejte se, kde je vaše nejbližší centrum a buďte součástí komunity skvělých fyzikářů, kteří se chtějí neustále zlepšovat.

<https://www.elixirdoskol.cz/>

Veletrh nápadů učitelů fyziky je další možností, kde se jednou za rok inspirovat.

<https://vnuf.cz/>

"Učitelé fyziky sobě" je facebooková skupina, kde se také šíří nápady a inspirace.

Videa

Badatelna je série popularizačních videí, kterou natáčí ÚDiF ve spolupráci s Masarykovou univerzitou.

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLhlxVIOJFQE2j1z1C2A6swZdq-nRbMNPI>

Jednoduché výrobní pokusy od našeho kolegy Jakuba Píše.

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLct3gNgG0RMbz9qHsg8PcJKjZjISjHIOS>

Anna Kuřová v rámci své disertační práce natáčí videa o částicové fyzice.

<https://www.youtube.com/channel/UC7cqDAHUo2ftbn8yDRiBsUg>

Nezkreslená věda vytvořila velké množství kreslených, vtipných videí spíše pro SŠ. <http://www.otvorenaveda.cz/cs/pro-verejnost/nezkreslena-veda/>

VIDA! v době karantény rozšířila svá videa s Pokusy na doma.

<https://vida.cz/vida-na-doma>

Pokusy nás baví z dílny IQLandie. https://www.youtube.com/watch?v=VoFvudcS0_8

Veritasium je náš oblíbený popularizační kanál v anglickém jazyce.

<https://www.youtube.com/user/1veritasium>

Materiály z internetu

Mgr. Vašek Piskač je neskutečně inspirativní fyzikář toho času vyučující v Brně na Gymnáziu Brno, třída Kapitána Jaroše. Na jeho stránkách najdete řadu nápadů a praktických návodů do

výuky. Vašek také vyrábí pomůcky do hodin. Některé z jeho nápadů využíváme i v těchto materiálech. www.fyzikalnisuplik.websnadno.cz

Mnoho užitečným materiálů vytvořila pro své žáky ze ZŠ Novolíšeňská paní Věra Pejčochová. Její vlastní stránky se zatím připravují, ale spoustu nápadů a inspirace najdete na stránkách projektu <http://http://fyzikanasbavi.zsnovolisenska.cz>.

Mgr. Jaroslav Reichl vytvořil kvalitní fyzikální encyklopedii, která může pomoci vám nebo žákům při hledání správných vysvětlení složitějších témat spíše středoškolské fyziky s přesahem do historie i mezioborových témat. <http://fyzika.jreichl.com/>.

Mgr. Martin Krynický přišel s kompletní metodikou a učebnicí, která vás povede fyzikou krok za krokem. Svou výuku nazval realistickou a podporuje ji testováním a daty. Jeho učebnice jsou zatím volně k dispozici zde. <http://www.realisticky.cz/>.

Další semináře ÚDiFu

Pokud se vám náš seminář líbil, můžete i vy iniciovat jeho pokračování. Experimentů máme velké množství a vydaly by na mnoho a mnoho hodin předvádění. Semináře jsme schopni připravovat na míru. Pokud vás zajímají naše další akreditované semináře, zde je jejich seznam:

- Úžasné fyzikální pokusy pro MŠ a nižší stupeň ZŠ z dílny Divadla fyziky ÚDiF
- Úžasné fyzikální pokusy pro SŠ a ZŠ 2. stupeň z dílny Divadla fyziky ÚDiF
- Pájecí workshop pro učitele SŠ a ZŠ 2. stupeň z dílny Divadla fyziky ÚDiF
- Elektřina srozumitelně žákům z dílny Divadla fyziky ÚDiF