

Fyzika v krabičce zápalek

Josef Trna, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně

MECHANIKA:

1. Krabička-odměrka

Tělo prázdné krabičky přilepíme na obrácené dno zásuvky. Tak vznikne malá odměrka pro sypké materiály (písek, sůl apod.). Vyrobit odměrky z menší i větší krabičky. Odříznutím části krabičky můžeme vyrobit odměrky různého objemu. Pomocí odměrného válce zjistíme objem vyrobených odměrek, které můžeme případně i oceňovat.

2. Odhad vzdálenosti a výšky pomocí zápalky

Změříme délku zápalky a vzdálenost zápalky od oka v natažené paži. Ze znalosti výšky nebo vzdálenosti objektů v terénu (domy, stromy apod.) můžeme pomocí poměru z podobnosti trojúhelníků vypočítat neznámou vzdálenost nebo výšku objektu.

3. Zákon akce a reakce

Dvě prázdné nebo plné krabičky spojíme pružnou gumičkou a položíme na hladký povrch. Rukama chytíme obě krabičky a natáhneme gumičku. Postupným pouštěním jedné, druhé a pak současně obou krabiček demonstrujeme vzájemnost silového působení mezi dvěma tělesy.

4. Setrvačnost I

Z prázdných krabiček (asi 5 kusů) postavíme na hladkém stole sloupec tak, že je položíme na plochu na sebe. Tyčkou menší tloušťky než jedna ležící krabička pak prudkým pohybem vyrážíme postupně spodní krabičku. Spodní krabičku vyrážíme střídavě na obě strany. Sloupec ze zbývajících krabiček se díky setrvačnosti nezbortí.

5. Setrvačnost II

Sloupec plných krabiček (asi 5 kusů) položených na plochu na sebe umístíme na hladký list papíru nebo na fólii. Papír či fólii prudce vytrhneme. Díky setrvačnosti se sloupec krabiček nezbortí.

6. Rovnováha

Do zásuvky větší prázdné krabičky vložíme nebo vlepíme těžkou maticí (olůvko) těsně k jedné straně. Krabičku pak zavřeme a položíme na okraj stolu zátěží směrem ke středu plochy stolu. Krabičku opatrně posouváme přes okraj. Krabička nespadne, třebaže přečnává více jak polovinou přes okraj stolu.

7. Stabilita I

Na nakloněnou rovinu (desku) s drsným povrchem položíme na stojato plnou větší krabičku, která má uprostřed boční stěny zavěšenou malou olovničku (nit a malá maticí). Desku na jedné straně pomalu zvedáme. Olovnicí znázorněná těžnice se postupně dostane na převratnou hranu, kdy krabička stále ještě stojí. Po překonání převratné hrany se krabička převrátí. Stejný pokus provedeme při položení krabičky na jinou stěnu. Krabičku můžeme i různě zatěžovat. Diskutujeme význam polohy těžiště tělesa pro jeho stabilitu.

8. Stabilita II

Vystavíme sloupec z na plochu pokládáných prázdných nebo plných krabiček, které jsou postupně mírně překládány na jednu stranu. Diskutujeme podmínky stability tohoto sloupce.

9. Tření

Plnou krabičku táhneme rovnoměrně siloměrem po různých površích, velikost třecí síly závisí na kvalitě styčných povrchů. Pokud bychom chtěli ukázat, že když krabičku táhneme siloměrem po různých stěnách, a tedy třecí síla nezávisí na velikosti styčných ploch, zřejmě se nám tento pokus nezdaří, jelikož má krabička odlišné kvality povrchů. Tuto zákonitost ale můžeme demonstrovat pomocí několika krabiček (3-5) přivázaných za sebou („vláček“) a pak postavených na sebe („sloupec“). Závislost třecí síly na přítláčné síle demonstrujeme pomocí různě zatížené krabičky.

10. Domino efekt

Řadu prázdných nebo plných krabiček postavíme na stojato jako kostky domina. Po udělení impulsu první z nich demonstrujeme předávání energie mezi krabičkami.

11. Moment setrvačnosti

Prázdnou nebo plnou krabičku propíchneme ve středech protějších stěn a nasadíme na špejli. Další stejné (tedy stejně hmotné) krabičky nasadíme do středů dvojice jiných protějších stěn. Krabičky na špejli zavěsíme ve vodorovné poloze na dvě niti obdobně jako Maxwellův setrvačnick. Niti namotáme do stejné výšky a zaráz obě krabičky spustíme po nitích dolů. Různá rychlost pohybu krabiček demonstruje význam momentu setrvačnosti rotujícího tělesa.

12. Lezoucí krabička

V protějších stěnách zásuvky prázdné krabičky propíchneme dvě dvojice otvorů. Jedna dvojice je blízko středu stěny, druhá dále. Otvory protáhneme nit tak, že vede pravým otvorem jedné stěny, dále pravým otvorem druhé stěny a přes držák stojanu se vrací opačným pořadím levými otvory. Za volné spodní konce niti střídavě taháme, čímž se krabička pohybuje po dvojité niti nahoru. Její pohyb způsobuje různě velká třecí síla na jedné či druhé straně krabičky.

13. Krabička na niti

Ve středech protějších stěn zásuvek prázdné krabičky propíchneme otvory. V zásuvce vsadíme kolmo na tyto otvory mírně excentricky zápalku. Jeden konec niti zavěsíme na držák stojanu (nebo držíme nahoře v ruce) a druhý konec niti drží spodní ruka. Při povolené niti krabička sjíždí dolů po niti. Napneme-li nit, krabička se zastaví. Zastavení niti způsobuje třecí síla mezi nití a vzpříčenou zápalkou.

14. Tlak

Plnou krabičku postavíme na měkkou plastelinu a zatížíme ji závažím (např. 1 kg). Postupně zatěžujeme krabičku stejným závažím, ale pokládáme ji na různé stěny. Podle tlaku na stěnu krabičky se zaboří více či méně. Extrémně hluboké zaboření nastane při použití těla krabičky postavené stojatě.

15. Pevnost krabiček

Na několik plných krabiček na stojato položíme desku. Ta unese značnou zátěž, dokonce i lidské tělo.

16. Karteziánek

Průhlednou skleněnou láhev (0,5 l) úplně naplníme vodou. Na hladinu vody v hrdle láhve položíme hlavičku zápalky, kterou odřízneme ze zápalky s kouskem dřeva zápalky, který je přibližně stejně dlouhý jako hlavička zápalky. Můžeme použít i několik takových hlaviček. Láhev těsně uzavřeme korkovou zátkou nebo palcem. Po stlačení zátky (palce) se hlavička zápalky začne potápět, po uvolnění opět vynořovat. Chová se jako karteziánek. Průměrná hustota hlavičky se totiž při stlačení zvětší vodou natlačenou do vzduchových otvůrků ve dřevě. Po několika opakováních však vzduch ze dřeva unikne a hlavička se trvale potopí.

17. Povrchové napětí

Do čisté misky nalijeme vodu. Na hladinu položíme rovnoběžně dvě zápalky asi 1 cm od sebe. Mezi zápalky nasypeme špetku cukru – zápalky se přiblíží k sobě. Pokus zopakujeme s jinými zápalkami, mezi které kápneme tekuté mýdlo – zápalky se vzdálí. Alternativa pokusu je s použitím více zápalak uspořádaných do tvaru hvězdy apod.

18. Vzlínavost

Zápalku postavíme do obarvené kapaliny (inkoust apod.) ve zkumavce. Po chvíli se díky vzlínání obarví i neponořená část zápalky.

19. Vzlínavost ve zlomené zápalky

Opatrně zlomíme zápalku do tvaru V o úhlu asi 90 stupňů. Je nutné, aby části zápalky zůstaly spojeny vlákny dřeva. Zlomenou zápalku ponoříme místem zlomu do láhve úplně naplněné vodou. Vzlínáním vody do stlačených vláken dřeva dojde k částečnému zpětnému narovnání zlomené zápalky asi na 120 stupňů. Alternativou pokusu je položení zlomené zápalky v ležaté poloze na okraj malé skleničky. Na zlomenou zápalku pak položíme malou minci, která po navlhčení místa zlomu a částečném narovnání zápalky propadne do sklenice.

20. Vlnostroj

Bifilárně zavěsíme řadu prázdných krabiček měděnými nebo hliníkovými dráty na pás pletiva. Do krabiček vlepíme pecičkové magnety tak, aby se všechny krabičky navzájem v řadě odpuzovaly. Tak vznikne magnetický rázostroj a zároveň i vlnostroj na podélnou vlnu. Při vhodné frekvenci nuceného kmitání krajní krabičkou demonstrujeme i stojaté vlnění.

AKUSTIKA:

21. Provázkový telefon

Dvě prázdné zásuvky propíchneme ve středu dna. Otvory protáhneme provázek a uvnitř obou zásuvek upevníme např. pomocí uzlíku. Po napnutí provázku vytvoříme provázkový telefon.

22. Zpívající krabička I

Otvorem ve středu dna prázdné zásuvky provlékneme provázek (asi 30 cm) a upevníme jej např. pomocí uzlíku. Provázek potřeme kalafunou. Protahováním provázku mezi prsty rozechvějeme dno zásuvky, která tak začne vydávat zvuk.

23. Zpívající krabička II

Mezi tělo a dno zásuvky zavřené prázdné větší krabičky zasuneme delší jehlu, jejíž špička bude několik milimetrů vysunuta ven z krabičky. Krabičku uchopíme dvěma prsty a táhneme hrotem po povrchu s pravidelnou strukturou – např. po tkaném textilu. Chvějící se krabička bude vydávat zvuk. Jeho výška závisí na frekvenci nárazů hrotu na výstupky podložky.

24. Rezonance

Do těla prázdné větší krabičky prořízneme otvor, aby tak vznikla dutá rezonanční skříňka. Přes krabičku navlékneme gumičku. Na tuto gumičku brnkáme zápalkou a posloucháme rezonanci zesílený tón.

TERMIKA:

25. Nehořlavá zápalka

Zápalku uchopíme do kleští rychle vložíme hlavičkou do vnitřní „studené“ části plamene plynového kahanu. Plamen zapálí dřevo, hlavička se nevznítí až od hořícího dřeva.

26. Zhášení zápalky I

Silně navlhčenými prsty (nejlépe palcem a ukazováčkem) krátce stiskneme hořící zápalku (pozor-ne při zapalování!). Diskutujeme o příčině bezpečného zhašení plamene.

27. Zhášení zápalky II

Zapálenou zápalku přikryjeme shora lékovkou (malou kádinkou). Zápalka z důvodu vyhoření kyslíku po chvíli zhasne.

28. Zápálná teplota dřeva

Na střed zápalky nasadíme kotouček z hliníkové fólie (alobalu). Zápalku zapálíme a necháme hořet. Dohoří jen ke kotoučku, který zabrání zahřátí druhé poloviny dřevěné zápalky na zápálnou teplotu.

29. Zápalka jako indikátor vysoké teploty

Zápalku můžeme použít pro indikaci vysoké teploty pevných látek (zahřátý kov nebo sklo) nebo vzduchu (ohniskový prostor lupy nebo dutého zrcadla zahřátý paprsky Slunce). Zápalka indikuje vysokou teplotu vzplanutím. Můžeme takto prozkoumat i teplotní pásma v plameni.

30. Tepelná izolace dřeva

Jednu ze dvou stejných nádobek polepíme hustě zápalkami. Do obou nádobek nalijeme stejně teplou vodu a ponoříme do nich stejné teploměry. Po několika minutách pozorujeme rychlejší pokles teploty vody v nepolepené nádobce. Dřevo zápalek je tepelným izolantem.

ELEKTŘINA A MAGNETISMUS:

31. Elektrická síla

Prázdnou krabičku zavěsíme na nit. Přiblížíme se k ní třením nabitou plastovou tyč. Krabička se díky elektrické polarizaci přitáhne k nabitě tyči.

32. Vodivost

Dva citlivé elektroskopy postavíme blízko vedle sebe, aby se jejich desky daly propojit zápalkou. Jeden z elektroskopů nabijeme. Na desky elektroskopů opatrně položíme zápalku. Protože dřevo není dobrý izolant, nabitý elektroskop se pomalu vybíjí a nabíjí tak druhý elektroskop. V druhé části pokusu opatrně spálíme zápalku tak, aby zuhelnatělá zůstala v celku. Velmi opatrně ji položíme na desky nabitého a nenabitého elektroskopu (pozor ať neodvedeme náboj prsty!). Pozorujeme rychlé přenášení náboje mezi elektroskopy. Uhlík je vodič.

33. Reostat

Krabičku naplníme grafitovými zrny (rozdrcené uhlíkové elektrody ze suchého galvanického článku) a vložíme plošné kontakty. Krabičku zapojíme do obvodu se žárovkou a plochou baterií. Zmáčkneme-li krabičku, snížíme odpor zrněk a žárovka se víc rozsvítí.

34. Tepelné účinky elektrického proudu

Odporový drát napneme mezi Holtzovy svorky. Uprostřed drátu z něj uděláme smyčku, do které zavěsíme za hlavičku zápalku. Při průchodu elektrického proudu drátem dojde ke vzplanutí zápalky.

35. Elektromagnet

Na tělo prázdné krabičky navineme cívku z měděného drátu. Do zásuvky vložíme kus měkkého železa jako jádro. Cívku napájíme z ploché baterie. Vzniklý elektromagnet přitahuje železné hřebíčky.

36. Elektromotor

Do prázdné velké krabičky vložíme ležatě monočlánek. Z měděného drátu vyrobíme dva držáky rotorku, které se dotýkají v krabičce pólů monočláneků a vyčnívají do vhodné výšky nad krabičku. Na koncích držáků vytvoříme smyčky, které mají funkci ložisek pro rotor. Rotor vyrobíme z malé prázdné krabičky, na kterou navineme několik závitů izolovaného drátu. Konce drátu odizolujeme a nasadíme do oček stojánků. Pod rotor na horní část velké krabičky položíme pecičkový magnet. Po udělení malého impulsu se rotor roztočí.

37. Magnetická síla

Do středů zásuvek dvou prázdných krabiček vlepíme pecičkové magnety. Krabičky bifilárně zavěsíme proti sobě na stojany. Při přiblížení krabiček demonstrujeme přitažlivou a odpudivou magnetickou sílu.

38. Magnetické pole

Do prázdné krabičky vložíme magnet. Vhodný je tyčový, který vyrobíme spojením několika pecičkových magnetů. Krabičku uzavřeme a posypeme ji železnými pilinami. Vznikne tak pilinový obrazec magnetických indukčních čar. Kvalitu obrazce zlepšíme poklepáním na krabičku.

39. Kompas

Dvěma zápalkami kolmo na středy propíchneme zmagnetovanou jehlu. Soustavu položíme na vodní hladinu. Zmagnetovaná jehla se natočí do severojižního směru.

OPTIKA:

40. Zrcátka na krabičce

Na tělo krabičky nalepíme rovinná zrcátka. Pomocí těchto zrcátek můžeme demonstrovat řadu jevů na odraz světla.

41. Dírková komora

Na jeden prázdný otvor těla větší krabičky nalepíme tuhý papír a na druhý pauzovací papír. Střed tuhého papíru propíchneme větší jehlou. Tak vznikne dírková komora, kterou můžeme zobrazit např. obraz hořící zápalky nebo svíčky.

42. Oční klam

Na tělo prázdné krabičky nalepíme z jedné strany papír s vodorovnou čárkou, z druhé se svislou. Na boční stěny zásuvky upevníme gumičky (provázky). Oběma rukama držíme krabičku vodorovně před sebou a pozorujeme vodorovnou nebo svislou čárku. Gumičku (provázek) otáčením krabičky zkroutíme. Poté gumičku (provázek) napneme. Krabička se roztočí a my díky setrvačnosti oka pozorujeme obraz kříže.