

Fyzika v peněžence

Josef Trna, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně

1. Setrvačnost I

Sklenici zakryjeme přiměřeně velkým tuhým hladkým listem papíru (plastové fólie), na nějž položíme těžší minci. Prudkým vytažením (vytržením) papíru dosáhneme pádu mince do sklenice. Stejný výsledek obdržíme při prudkém odstrčení papíru. *Setrvačnost mince a malé tření způsobí pád mince do sklenice.*

2. Setrvačnost II

Na vyšší sklenici (vázu) postavíme prstenec splený z tuhého hladkého papíru, na jehož vrchol položíme minci. Prstem prudce do boku vytrhneme papírový prstenec - mince padá do sklenice. *Setrvačnost mince a malé tření způsobí pád mince do sklenice.*

3. Setrvačnost III

Sloupec z několika mincí položených na sebe postavíme na hladký stůl. Příborovým nožem (tenkým pravítkem) pak střídavě na obě strany prudce vyrážíme spodní minci - zbývající mince stále tvoří sloupec. *Setrvačnost mincí je udržuje ve sloupci.*

4. Rázy

Na hladkém stole proti sobě prudce postrčíme palcem a ukazovákem dvě stejné mince. Jelikož palec udělí minci menší rychlost, dojde po rázu k výměně rychlostí. Pokus je možno variovat nárazy různě hmotných mincí, nárazem do stojící mince či do pevné překážky (kovové pravítka), dvěma ukazováčky apod.). *Zákon zachování hybnosti s předáváním hybností mincemi jsou podstatou jevu.*

5. Rázostroj

Na hladký stůl položíme řadu stejných mincí (dvě až čtyři, může jich však být i více) tak, aby se dotýkaly. Do krajní mince řady mincí narazíme středově v ose řady mincí další stejnou mincí. Dojde k odskoku krajní mince na opačné straně řady. Pro zvětšení působivosti pokusu je vhodné vnitřní mince řady pevně přitisknout prsty ke stolu. *Předávání hybnosti mezi mincemi (princip rázostroje) platí i pro tyto mince.*

6. Dostředivá síla

Minci kutálíme po vodorovném stole. Někdy je trajektorii mince přímka, jindy křivka (ta pak téměř vždy v závěru pohybu). *Přímková trajektorie - výsledná síla i moment sil jsou nulové. Křivková trajektorie - při naklonění mince je výsledná síla působící na minci dostředivou silou, navíc podporovanou otáčivým momentem nenulových sil.*

7. Odstředivá síla

Mince leží na dně sklenice, která má hladký povrch a ode dna vzhůru se rozšiřuje. Úkolem je vyndat minci ze sklenice, aniž se mince dotkne nebo sklenici převrátíme. *Krouživým zrychlujícím se pohybem sklenice uvedeme minci do spirálového pohybu vzhůru po vnitřní stěně sklenice, až mince vyletí ze sklenice ven.*

8. Setrvačnick

Roztočíme (cvrnknutím) těžší a větší minci kolem svislé osy na větší knize (s hladkým povrchem). Při naklání knihu rotující mince zachovává směr osy rotace v prostoru a po opětovném vyrovnání knihy rotuje stejně jako na počátku pohybu. *Podle zákona zachování točivosti se zachovává směr osy rotace mince.*

9. Tlak

Na placku z plastelíny položíme na plochu minci. Na ni pak opatrně postavíme závaží (např. 1 kg). Po odstranění závaží je mince jen mírně zatlačena do plastelíny. Pak tuto minci postavíme do plastelíny svisle hranou a znovu ji opatrně zatížíme stejným závažím. Mince se zaboří hluboko. Pro udržení svislého působení závaží a nezvrtnutí mince je třeba vložit závaží do svislé roury např. z papíru, lépe však z průhledné fólie. *Tlak na podložku se při stejné tlakové síle mění podle velikosti styčných ploch.*

10. Váhy

Plastové (dřevěné) pravítko podložíme (zavěsíme) v těžišti. Na obě strany takto vzniklých vah umístíme stejné mince tak, aby nastala rovnováha. Můžeme sestavovat různé kombinace počtu mincí a jejich vzdáleností od osy vah. *Rovnováha na dvojzvrtné páce je jednoduchým případem momentové věty.*

11. Pevnost a pružnost

Na prázdnou sklenici položíme pás měkkého papíru. Mince vložená na tento papír se propadne do sklenice. Poskládáme-li papír do varhánkovitého tvaru, mince nepropadne - naopak můžeme přidat další mince. *Pro deformaci složeného papíru se svislými nosnými částmi je třeba mnohem větší deformační síla, než při papíru na plocho.*

12. Odpor prostředí I

Na minci položíme kruhový papírek stejného průměru jako má mince. Minci s papírkem pustíme z výšky na podložku. Mince dopadne rychleji než papírek. Obdobně lze použít minci a kruhovou hliníkovou fólii. *Odpor prostředí a různé hmotnosti těles způsobí rychlejší pád mince.*

13. Odpor prostředí II

Dvě stejné mince pustíme ze stejné výšky do skleněných válců. Jeden válec je prázdný (vzduch) a ve druhém je voda. Mince ve vodě padá ke dnu déle. Pokus můžeme alternovat s různými kapalinami apod. *Odporová síla působící na minci ve vodě je větší než ve vzduchu.*

14. Bernoulliho rovnice

Před položenou otevřenou dlaní (miskou) leží lehká mince. Prudkým fouknutím nad minci dosáhneme přeskoku mince do dlaně (misky). Tento pokus je třeba pečlivě nacvičit. *Dle Bernoulliho rovnice vzniká nad minci podtlak vzduchu a po mírném nadzvižení mince s ní pohne do dlaně tlaková síla okolního vzduchu společně s proudem foukaného vzduchu.*

15. Povrchové napětí I

Do nádoby s vodou vložíme na hladinu opatrně (např. pomocí drátěného držáku) lehkou minci, tak aby zůstala na hladině ležet. *Povrchové napětí vody udrží minci na hladině.*

16. Povrchové napětí II

Nádoby s vodou (např. sklenice, průhledný plastový kelímek) naplníme až po okraj vodou. Postupně opatrně vhadujeme do vody v nádobě mince tak dlouho, dokud voda nepřeteče. Tento pokus je vhodný jako soutěžní či pro odhad. Pokus je možno alternovat s různými kapalinami (např. olej, líh). *Povrchové napětí vody udrží vodu v nádobě. Je vhodné ukázat značné vzduť povrchu kapaliny.*

17. Tepelná vodivost I

Dvěma prsty uchopíme menší minci, kterou opatrně začneme zahřívát plamenem zápalky. Mince brzy začne pálit, a tak ji neudržíme po celou dobu hoření zápalky. *Kovová mince má dobrou tepelnou vodivost a malou tepelnou kapacitu, proto se rychle zvýší její teplota.*

18. Tepelná vodivost II

Zahříváním listu papíru nad plamenem dojde z jeho zuhelnatění. Položíme-li na list papíru minci, pak v místě mince papír nad plamenem nezuhelnatí. *Kovová mince odvádí teplo a tak příslušné místo papíru ochlazuje.*

19. Tepelná vodivost III

Na kovovou síťku upevněnou ve stojanu položíme stejně daleko od středu síťky tři stejně velké mince stejné tloušťky z různého kovu (např. Al, Cu a Fe). Na střed každé mince položíme odlomenou hlavičku zápalky. Zahříváme síťku přesně pod jejím středem. Zápalkové hlavičky vzplanou postupně, ale vždy ve stejném pořadí. Místo síťky a kahanu lze použít elektrický plotýnkový vaříč. *Různé kovy mají různou tepelnou vodivost.*

20. Tepelná roztažnost I

Mezi dva skleněné pásky (aspoň 25 cm dlouhé) vložíme na stojatou minci tak, aby spodní pásek se svým koncem právě dotýkal obvodu mince. Po zahřátí horního pásku plamenem zápalky dojde k vypadení mince. *Spodní strana horního pásku se rychleji zahřeje než strana horní a dojde tak k rozdílnému tepelnému roztažení horní a dolní strany pásku, který se jako celek ohne vzhůru, a tak mince vypadne.*

21. Tepelná roztažnost II

Kus silného drátu ohneme do trojúhelníkového tvaru. Trojúhelník vodorovně upevníme do stojanu a mezi volné konce drátu v jednom vrcholu trojúhelníka zachytíme minci. Po zahřátí protilehlé strany drátěného trojúhelníka mince vypadne. *Mince se uvolní díky tepelnému roztažení drátu.*

22. Tepelná roztažnost III

Dva hřebíčky zatlučeme do dřevěné destičky tak, aby mezi nimi ve svislé poloze destičky těsně propadla větší mince. Tuto minci upevníme do dřevěného kolíčku na prádlo a zahřejeme ji svíčkou (zapalovačem, kahanem). Pak již mince mezi oběma hřebíčky nepropadne. *Mince zvětší zahřáním svůj objem, a proto mezi hřebíčky nepropadne.*

23. Tepelná rozpínavost vzduchu I

Do nízké misky (talíře) je mince zaplavená silně obarvenou vodou (mlékem) tak, že není vidět její hodnota. Máme zjistit hodnotu mince, aniž se mince nebo misky (talíře) dotkneme. Zahřejeme sklenici horkou vodou (či obrácenou nad plamenem) a postavíme vzhůru dnem vedle mince do obarvené vody (mléka). Po chvíli se kapalina nasaje do sklenice a mince se objeví. *Vzduch v zahřáté sklenici se ochladí, zmenší svůj tlak a díky přetlaku okolního vzduchu dojde k nasátí kapaliny.*

24. Tepelná rozpínavost vzduchu II

Na navlhčené hrdlo prázdné skleněné (nebo pevné plastové) láhve položíme minci. Láhev uchopíme do dlaní - tak zahřejeme vzduch v láhvi (doporučujeme předem vzduch v láhvi ochladit proudem studené vody). Po chvíli začne mince téměř periodicky nadskakovat. *Zahřátý vzduch v láhvi zvětšuje svůj tlak. Tlaková síla zahřátého vzduchu v láhvi pak zdvihne minci.*

25. Magnetické vlastnosti látek

Permanentní (pecičkový) magnet přibližujeme k různým mincím. Některé se přitáhnou, jiné ne. *Mince jsou vyrobeny z různých kovů a jejich slitin, které se liší magnetickými vlastnostmi.*

26. Magnetická indukce

Položíme několik feromagnetických (měkká ocel) mincí do řady s malými mezerami. Na krajní minci postavíme permanentní (pecičkový) magnet a přibližujeme ji k sousední - ta přiskočí. Tak magneticky spojíme celou řadu mincí a pomalu ji vlečeme po stole. Pak odstraníme magnet a vidíme, že se řada mincí roztrhá. *Jev magnetické indukce nastává u feromagnetických látek. Magneticky měkké látky se po odstranění magnetického pole vracejí do nemagnetického stavu.*

27. Vířivé proudy

Bifilárně zavěšený permanentní (pecičkový) magnet necháme volně kmitat, tlumení je minimální. Těsně pod magnet umístíme nemagnetickou minci. Při stejné amplitudě je kmitání výrazně tlumené. *Pohybem magnetu jsou v minci indukovány vířivé proudy a jejich magnetické pole působí proti pohybu magnetu, který tak brzdí.*

28. Rovinné zrcadlo I

Minci postavíme na hranu rovnoběžně před svislé rovinné zrcátko. V zrcátku pozorujeme stranově převrácený obraz mince. *Obraz mince v rovinném zrcadle vzniká v souladu se zákonem odrazu světla.*

29. Rovinné zrcadlo II

Minci položíme před svislé rovinné zrcátko. V zrcátku pozorujeme stranově a výškově převrácený obraz mince. Můžeme měnit vzdálenost mince od zrcadla a sklon zrcadla. *Obraz mince v rovinném zrcadle vzniká v souladu se zákonem odrazu světla.*

30. Rovinná zrcadla I

Dvě rovinná svislá zrcátka spojená hranou svírají pravý úhel. Před takto spojená zrcátka postavíme na hranu minci. V zrcadlech pozorujeme nepřevrácený obraz mince. *Obraz mince vzniká v souladu se zákonem odrazu světla díky odrazům ve dvou zrcadlech.*

31. Rovinná zrcadla II

Před dvě svisle postavená hranou spojená rovinná zrcátka položíme minci. Měníme úhel zrcátek a tak měníme počet pozorovaných obrazů mince. *Obrazy mince vznikají v souladu se zákonem odrazu světla díky odrazům ve dvou zrcadlech.*

32. Rovinná zrcadla III

Mezi dvě rovnoběžná svisle postavená rovinná zrcátka položíme minci. Pozorujeme obrazy mince v obou zrcadlech. *Obrazy mince vznikají v souladu se zákonem odrazu světla díky odrazům ve dvou zrcadlech.*

33. Odraz světla

Minci položíme na stůl před svisle postavenou skleněnou destičku. Za tuto destičku umístíme skleněnou nádobku tak, aby se obraz mince, odražený sklem dostal do sklenice. *Skleněná deska světlo částečně propouští a částečně odráží. Tak můžeme uvidět zároveň skutečnou nádobku za sklem i obraz mince v ní.*

34. Lom světla

Na dno neprůhledného hrnečku (plastového kelímku) vložíme minci tak, abychom ji z boku neviděli. Po nalití vody do hrnečku (kelímku) se při nezměněném úhlu pohledu mince objeví. *Hladina vody v hrnečku (kelímku) se stane rozhraním dvou rozdílných optických prostředí, na kterém dojde k lomu světelných paprsků vycházejících z mince (lom od kolmice), a tak se tyto paprsky dostanou do oka a minci uvidíme.*

35. Slepá skvrna

Položíme vedle sebe tři menší mince ve vzdálenosti 8-10 cm. Přivřeme levé oko a pravým se díváme na minci nejvíce vlevo. Přibližujeme současně hlavu k mincím. Při vzdálenosti asi 25-30 cm střední mince zmizí. Při odtahování hlavy zmizí mince nejvíce vpravo. *Paprsky vycházející z mizejících mincí dopadají na slepou skvrnu na sítnici oka, kde je oko nevidí.*