

můžete podívat v ukázce na webu České televize, kterou najdete na odkazu www.ceskatelevize.cz/rsf/17 anebo přiloženém QR kódu.

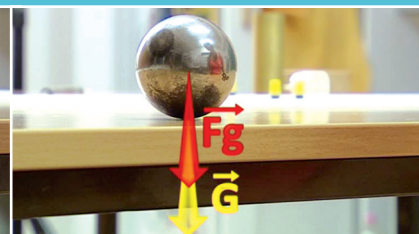
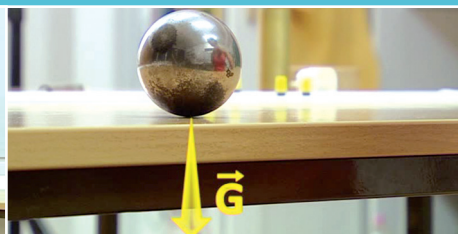
MARTIN Já si myslím, že kdo došel v našem šestém rande s Fyzikou až sem, už si nebude plést hmotnost, váhu a tíhu. Ale je tu ještě jiné riziko. Je tu totiž nebezpečí záměny tíhy a tíhové síly.

KLÁRA Říkali jsme si, že tíha je důsledkem existence tíhové síly. Ale nevim, zda bych dokázala přesně vysvětlit, jaký je mezi nimi rozdíl. V běžném vyjadřování nám tak trochu splývají.

vrchu. Ve skutečnosti by si je nejraději přitáhla někam hlouběji do svého nitra, ale to nedovolí pevný povrch Země. Jestli si vzpomeneš na naše třetí rande, kde jsme hledali pachatele, tak tím pachatelem, který působí na tělesa gravitační silou, je Země. Ale pozor, odstředivá síla pachatele nemá. Takže hovořit o Zemi jako o pachateli v případech tíhové síly je dost problematické. Naproti tomu tíha má pachatele jasného. Tím je těleso samo. Tíhou těleso buď tlačí na nějakou podložku anebo táhne za nějaký pevně ukotvený závěs. A pokud se nějaká soustava pohybuje volným pádem, tak tělesa v ní jsou v beztížném stavu.



KLÁRA Tak to bychom si asi měli říci, co přesně to těžiště je.



Zatímco působíště tíhy klademe do styčné plochy tělesa s podložkou, působíště tíhové síly umísťujeme do těžiště tělesa.

MARTIN A to ve fyzice právě nesmí, protože jde o dvě zcela různé síly. Není na škodu si to celé ještě jednou zrekapitulovat. Tíhová síla je výslednicí gravitační síly a setrvačné odstředivé síly, způsobené zemskou rotací. Tíhová síla působí na tělesa nepřetržitě a vždy. Pomocí tíhové síly si naše planeta přitahuje všechna tělesa směrem ke svému po-

ZDENĚK Ty síly se snadno zaměňují, protože mají několik společných znaků. Jednak jsou obě důsledkem gravitačního působení naší planety a jednak obě mají stejný směr. Mimochodem ten jejich společný směr se nazývá svislým směrem a je to velmi důležitý směr v našem světě. A pak je tu naopak jedna věc, která obě síly významně odlišuje. Tíha má totiž své působíště v bodě nebo místě dotyku s podložkou či závěsem, zatímco působíště tíhové síly je vždy v těžišti tělesa.



ZDENĚK Pevná tělesa se skládají z velkého množství malých částí, jejichž vzájemná poloha je neměnná (tedy pokud se tělesa nedeformují). A na každý z těchto bodů působí vlastní malá tíhová síla. Složením všech těchto malých rovnoběžných sil do jedné dostaneme výslednou tíhovou sílu. A je jen jeden hmotný bod, kterým můžeme celé těleso pomyslně nahradit, aby účinky výsledné tíhové síly na tento bod byly stejné, jako kdyby tato síla účinkovala na celé těleso. A tomuto „vyvolenému“ bodu tělesa říkáme těžiště.

KLÁRA To nebyla zrovna jednoduchá definice. Možná to snadněji pochopíme, když si řekneme nějaké příklady.

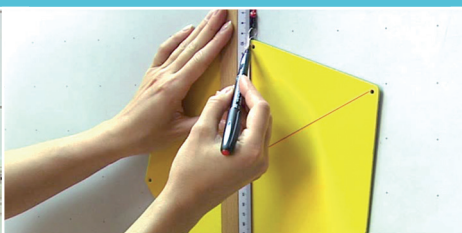
Způsob určování těžiště u nepravidelných těles. Všechny možné těžnice (svíslé přímky procházející bodem zavěšení) se protínají právě v jednom průsečíku. Tím je těžiště.

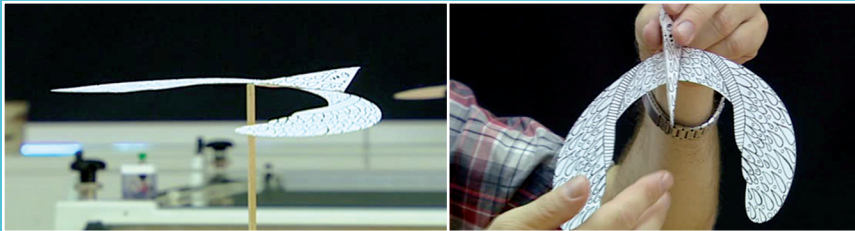


ZDENĚK Nejjednodušší je určit těžiště u stejnorodého, tedy homogenního a symetrického tělesa. Tedy například u koule, krychle nebo válce vyrobeného z jednolitého materiálu. U takových těles se těžiště nachází v jejich geometrickém středu. U nehomogenních a tvarově nepravidelných těles může být těžiště umístěno velmi výstředně.

KLÁRA A jak ho v takovém případě můžeme určit?

ZDENĚK U nepravidelných nebo nehomogenních těles často určujeme těžiště experimentem. Těleso postupně zavěšujeme za různé body na jeho povrchu a všímáme si takzvaných těžnic. To jsou přímky, které procházejí bodem zavěšení a mají svislý směr. V podstatě nám stačí získat dvě těžnice a v bodě, ve kterém se protnou, se nachází těžiště. Ale klidně můžeme těch těžnic určit více. I v takovém případě platí, že se všechny protnou v jednom průsečíku a tím je těžiště tělesa. Každé těleso může mít jen jedno těžiště.





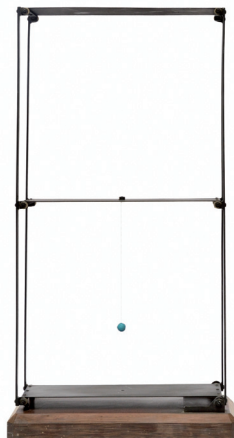
Zdeněk představil model papírového ptáka, jehož těžiště se nachází pod špičkou jeho ocásku. Že jde o těžiště, můžeme lehce ověřit tak, že podepřeme-li těleso přesně v jeho těžišti, zůstane balancovat v rovnováze.

A teď ti, Kláro, položím základní otázku. Může se těžiště tělesa nacházet mimo samotné těleso?

KLÁRA Zdá se mi, že těžiště by vždy mělo ležet v tělese.

ZDENĚK Omyl. V našem světě se zcela běžně vyskytují předměty, jejichž těžiště se nachází mimo jejich hmotu. Takovým typickým případem je sklenička nebo hrnec.

KLÁRA Pokud by vám určení těžiště nebylo úplně jasné, máte možnost podívat se na záběry z televizního Rande s Fyzikou. Na těchto záběrech jsme spolu se Zdeňkem v místnosti praktik Katedry didaktiky fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě UK hledali těžiště různých těles. Video najde-



te prostřednictvím QR kódu anebo na odkazu www.ceskatelevize.cz/rsf/18.

KLÁRA Martine, k čemu je vlastně užitečné znát, kde má těleso těžiště?

MARTIN Těžiště významně souvisí se stabilitou tělesa. Zde platí jedno zcela univerzální pravidlo. Pokud se nějaké těleso nachází v nestabilní, tedy vratké poloze, má snahu zaujmout takovou polohu, kdy se jeho těžiště dostane co nejnižší k zemi. Člověk, který zakopne, má tendenci padat k zemi. Chce se tam jeho těžiště, které si doslova libuje v místech u země. A když takové polohy dosáhne, je spokojené a nechce se mu už nikam jít. Takový člověk se najednou nachází ve velmi stabilní poloze. Ležící už prostě více neupadne.

ZDENĚK Proto bruslaři nebo lyžaři při svých sportovních výkonech pokrčují kolena. Těžiště svého těla tak dostávají o několik centimetrů níže a i tento drobný posun má za následek významné zvýšení jejich stability.



MARTIN A teď si, Kláro, představ, že se několik těles pevně spojí a vytvoří tak soustavu těles. Co se stane s těžišti původních těles?

KLÁRA To náhodou vím. Původní jednotlivá těžiště přestanou být těžišti a celá soustava si „vytvoří“ nové společné těžiště. Pevně spojená soustava těles se totiž chová jako jediné těleso, a to může mít jen jedno těžiště. Tohle jsem si ověřila doslova na vlastním těle.



Při natáčení televizního Rande s Fyzikou jsem se svým kamarádem cvičila sestavu akrobatických figur. A protože jsme se velmi pevně drželi, představovali jsme z fyzikálního hlediska jediné těleso. Při balancování jsme se museli vyvažovat kolem společného těžiště. Naší akrobatickou sestavu najdete na odkazu www.ceskatelevize.cz/rsf/19 anebo se na nás profotíte přes uvedený QR kód. Ale určitě se podívejte.

MARTIN Vaše akrobatické figury byly stabilní tehdy, pokud těžnice, tedy svislá příčka procházející vašim společným těžištěm, protínala povrch země v ploše vymezené vašimi chodidly a prostorem mezi nimi. Kdybyste se vychýlili

a průmět těžnice by se dostal mimo tento prostor, vaše figura by ztratila stabilitu a vaše společné těžiště by s největší pravděpodobností bylo strženo tíhovou silou do stabilnější polohy u země. To by mělo za následek, že byste se současně na zemi ocitli i vy. Ale naštěstí se to nestalo, takže jsme, Kláro, mohli obdivovat tvoje akrobatické umění.

ZDENĚK Tím jsme narazili na užitečné pravidlo pro stabilitu různých staveb a konstrukcí. A je jedno, zda jde o skutečné budovy, akrobatické figury anebo jen věže z dětských kostek. Takové stavby jsou stabilní pouze tehdy, pokud se jejich těžiště nachází ve svislém směru nad styčnou plochou stavby se zemí. Typickým příkladem je šikmá věž v italské Pise. Ta bude stát do té doby, dokud se těžiště věže bude nacházet nad její styčnou plochou se zemí (tedy obvodem základů). Jakmile se věž vychýlí tak, že se svislý průmět jejího těžiště dostane mimo tuto styčnou plochu, okamžitě spadne.

MARTIN Zpravidla také platí, že čím má těleso větší hmotnost, tím je stabilnější. Je to dáno tím, že těžší těleso má větší nechuť se vychýlit, když na něj

působí nějaká boční síla. Proto největší stabilitu mají těžká tělesa s nízkou položeným těžištěm a s velkou plochou podstavu.

ZDENĚK Lidská postava z tohoto pohledu nemá příliš dobrou stabilitu. Jednak plocha chodidel je relativně malá, a jednak vzrůst do výšky způsobuje, že je těžiště umístěno poměrně vysoko. Zhruba v úrovni druhého křížového obratle. Přičemž muži mají těžiště umístěno asi o dvě procenta výše než ženy.

KLÁRA Takže, hoši, chlapci a pánové! Pokud si chcete na příští milostné vycházce zlepšit svoji stabilitu, chopte se své partnerky a obejměte ji tak pevně, že spolu vytvoříte jedno těleso. Vaše nové společné těžiště bude díky vaší partnerce níž a vy získáte větší stabilitu. A tímto ryze fyzikálním návodem se s vámi pro dnešek rozloučím. Ale ještě než to udělám, musíme si zrekapitulovat, co byste si měli z dnešního šestého rande s Fyzikou odnést pro život.

Pokud se dvě tělesa pevně spojí, získají nové, společné těžiště. Toto těžiště se nachází na spojnici původních těžišť obou těles.

