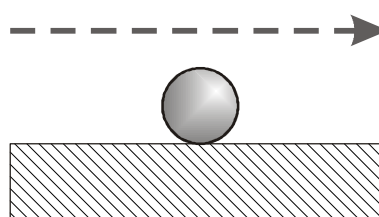
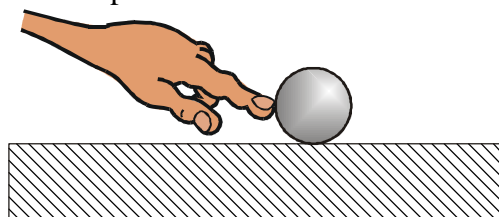


1.3.7 Hmotnost II

Předpoklady: 010306

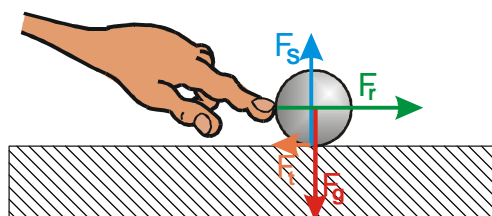
Pomůcky: váleček, laboratorní váhy, rozebraná domácí váha, závaží a dřevěný kvádřík na odhad hmotnosti z minulé hodiny

Př. 1: Na obrázcích je nakreslen váleček. Na první obrázku do něj právě strkáme prstem, na druhém obrázku už se kutálí po stole. Nakresli do obou obrázků síly, které na váleček působí.



Na váleček působí síly:

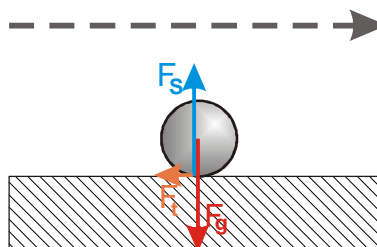
- F_g - gravitační síla Země (přitahuje všechno),
- F_s - síla stolu (aby se váleček nepropadl),
- F_t - třecí síla (brzdí předměty, které se pohybují),
- F_r - síla ruky (cítíme, jak do válečku cvrnkáme).



Na váleček působí síly:

- F_g - gravitační síla Země,
- F_s - síla stolu,
- F_t - třecí síla.

Síla ruky na váleček už nepůsobí (ani jako setrvačná síla ruky), protože ruka se válečku nedotýká (ani necítíme působení partnerské síly).



Ruka svý postrčení změní stav válečku, dodá mu energii a uvede ho do pohybu. Silou však přestane působit na váleček ve chvíli, kdy se ho přestane dotýkat. Váleček se pak setrvačností pohybuje dále. Setrvačnost válečku však není typ síly (nesplňuje požadavky, které na síly klademe), o vlastnost pohybuujících předmětů (podobně jako mohou mít předměty teplotu, kterou můžeme zahřátím zvětšit a ony ji pak ochlazením zase ztratí). Setrvačností se ještě budeme zabývat, ale později.

Setrvačnost není síla.

Pedagogická poznámka: Velká část žáků určitě nakreslí do obrázku i setrvačnost. Většinou ji uvádějí jako setrvačnou sílu ruky. Do obrázku ji kreslím čárkovaně pak si s žáky zkontrolujeme zda splňuje požadavky na sílu.

Klasické laboratorní váhy

Vylepšená houpačka, na jednu stranu dáme vážený předmět, na druhou postupně přidáváme závaží, dokud se váhy nedostanou do rovnováhy. Sečtením hmotnosti všech závaží na misce získáme hmotnost předmětu.

Nyní si můžeme zvážit oba předměty:

- závaží 123 g,
- dřevěný kvádřík 160 g.

Z výsledků vidíme, jak nedokonalý je náš odhad, protože rozdíl v hmotnostech není zdaleka zanedbatelný.

Př. 2: Na miskách vah jsou následující závaží. Urči hmotnost váženého předmětu.

- a) levá miska: 50 g, 20 g, 10 g, 10 g, 2 g pravá miska: předmět,
b) levá miska: 100 g, 50 g pravá miska: předmět, 20 g, 5 g, 2 g,
c) levá miska: 50 g, 20 g, 2 g, 1 g pravá miska: předmět, 100 g,

a) levá miska: 50 g, 20 g, 10 g, 10 g, 2 g pravá miska: předmět
Celková hmotnost závaží na levé misce: $50 + 20 + 10 + 10 + 2 = 92$ g
Předmět na pravé misce má hmotnost 92 g.

b) levá miska: 100 g, 50 g pravá miska: předmět, 20 g, 5 g, 2 g,
Celková hmotnost závaží na:
• levé misce: $100 + 50 = 150$ g,
• pravé misce: $20 + 5 + 2 = 27$ g.
Předmět na pravé misce má hmotnost $150 - 27 = 123$ g.

c) levá miska: 50 g, 20 g, 2 g, 1 g pravá miska: předmět, 100 g,
Celková hmotnost závaží na:
• levé misce: $50 + 20 + 2 + 1 = 73$ g,
• pravé misce: 100 g.
Předmět na pravé misce by musel mít zápornou hmotnost \Rightarrow což není možné.
Jediné možnost: předmět na pravé misce je lehčí než vzduch a misku nezatěžuje, ale nadlehčuje.

Pedagogická poznámka: Diskuse okolo bodu c) může být velmi zajímavá. Kdo určí hmotnost předmětu na 27 g, má výsledek špatně. Prvním správnou možností je, že zadání je nesmyslné, protože předmět by musel vážit méně než nula. Pokud s tím všichni souhlasí, rozvířím diskusí tím, že existuje možnost, jak vážit se skutečným předmětem a dosáhnout tohoto výsledku. Tím se dostaneme k druhé správné možnosti, kterou je předmět lehčí než vzduch, který nadlehčuje pravou misku silou 2,7 N.

Klasická domácí váha zřejmě funguje jinak, není vidět žádnou houpačku, nikam nemusíme přikládat závaží.

Běžné váhy ve skutečnosti neměří hmotnost, ale gravitační sílu. Uvnitř je pružina, která se při zatížení zmáčkne a její zmáčknutí je převáděno na otáčení ručičky (nebo častěji celého ciferníku).

Pedagogická poznámka: Během následujícího příkladu si žáci po skupinkách dojdou prohlédnout rozebranou domácí váhu.

Př. 3: Převed' na jednotky v závorce.

- | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|
| a) 3,4 kg [g] | b) 50 g [kg] | c) 40000 kg [t] |
| d) 150 g [dkg] | e) 0,25 t [kg] | f) 3 q [kg] |
| g) 0,8 kg [dkg] | h) 0,03 t [q] | i) 550 kg [q] |

- | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| a) 3,4 kg = 3400 g | b) 50 g = 0,05 kg | c) 40000 kg = 40 t |
| d) 150 g = 15 dkg | e) 0,25 t = 250 kg | f) 3 q = 300 kg |
| g) 0,8 kg = 80 dkg | h) 0,03 t = 0,3 q | i) 550 kg = 5,5 q |

Př. 4: Navrhni způsob, jak zvážit hmotnost 200 ml lihu.

Problém: Lih je kapalina, musí být v nádobě (její hmotnost by nám pokazila měření).

Řešení: Nejdříve zvážíme prázdnou nádobu, pak nádobu společně s lihem a poté od hmotnosti lihu s nádobou odečete hmotnost nádoby.

Př. 5: Používat rovnoramenné váhy na vážení těžkých předmětů nebylo příliš pohodlné (kvůli nutnosti manipulovat s velmi těžkými závažími i jejich vysoké ceně). Na vážení těžších předmětů se proto používaly váhy decimálky. Jak bylo zařízeno, že pytel mouky o hmotnosti 50 kg byl zvážen jen pomocí závaží o hmotnosti několika kilogramů (levý obrázek) nebo posunováním dvou závaží o hmotnosti například 0,5 a 2 kg (obrázek vpravo)?



Houpačku můžeme vyrovnat tím, že si těžší člověk sedne blíže ke středu \Rightarrow pokud je miska, na kterou pokládáme těžké předměty blíže ke středu kolem kterého se houpačka otáčí, můžeme ji vyvážit i daleko lehčími závažími.

Na obrázku vpravo se váha vyrovnává posunováním závaží do různé vzdálenosti od středu. Čím větší je vzdálenost závaží od středu, tím větší hmotnost vážíme.

Př. 6: Rozhodni, jak jediným vážením na normálních vahách najít mezi třemi na pohled stejnými kuličkami jednu, která je trochu těžší než zbylé dvě.

Zvážíme dvě kuličky, vážení může dopadnout dvěma způsoby:

- obě kuličky jsou stejně těžké \Rightarrow hledanou těžší kuličkou je kulička, kterou jsme vůbec nevážili,

- jedna z kuliček je těžší \Rightarrow těžší kulička je ta, kterou jsme zvažili jako těžší.

Domácí bádání: Zjisti, co znamená, když je na konzervě napsáno hmotnost netto 160 g. Jaký je význam slova brutto, tára? Ověř měření hmotnosti uvedené na libovolné rybí konzervě.

Shrnutí: Hmotnost udává množství látky (také tendenci předmětu držet si svůj pohyb).