



## Co ukážou váhy při zvedání činky?

### Pomůcky

Siloměrná plošina Vernier GDX-FP, předmět o hmotnosti několika kilogramů (např. batoh s knihami, ve vzorovém experimentu jsme použili činku o hmotnosti 5 kg).



### Úvodní aktivita

Vyberte mezi žáky dobrovolníka, který bude ochoten měřit svou hmotnost a zvedat závaží. Nejprve nechejte žáka postavit se na siloměrnou plošinu a společně z tíhy (v newtonech) vypočítejte jeho hmotnost.

Poté dejte žákovi do ruky závaží a z přírůstku tíhy vypočítejte hmotnost tohoto závaží.

Zeptejte se žáků, jestli (a případně jak) se změní naměřená síla, pokud bude žák závaží zvedat nad hlavu.

Žáci mohou vymyslet zdůvodnění pro všechny tři možnosti – že se síla zvýší, sníží i že zůstane stejná. Experimentem pak můžete rozhodnout, co z toho je pravda.

### Teorie

Siloměrná plošina měří tlakovou sílu, kterou na ni okolí působí. Pokud si na plošinu stoupneme, bude touto tlakovou silou naše tíha. Když si do ruky vezmeme činku a stojíme s ní nehnutě, je tíha neměnná, jakmile ale činku rychle zvedneme nad hlavu, je situace mnohem složitější – podívejme se proto na počáteční a konečnou fázi „zdvihu“:

**Začínáme zvedat činku:** Má-li se činka začít z klidu pohybovat směrem vzhůru, musíme zvýšit sílu, kterou na ni působíme, aby po složení s tíhovou silou byla výslednice nenulová. Čím větší silou směrem vzhůru působíme, tím větší bude výslednice – a tím větší zrychlení čince udělíme (podle 2. Newtonova zákona:  $F = ma$ ).

Podle 3. Newtonova zákona akce a reakce když my působíme na činku silou směrem vzhůru, činka působí na nás stejně velkou silou opačného směru – tedy směrem dolů. Hodnota měřená siloměrnou plošinou proto vzroste právě o tuto reakční sílu (v důsledku zvedání tlačíme do podložky více, než když činku jen udržujeme v klidu).

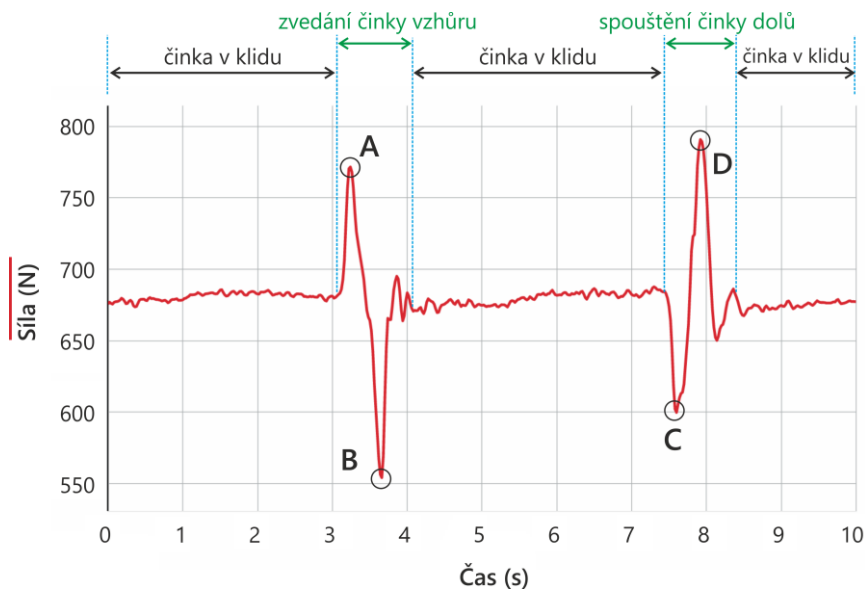
**Činka zpomaluje, aby se zastavila ve své nejvyšší poloze:** V průběhu zvedání je potřeba snížit velikost síly, kterou naše ruka působí, jinak by činka pokračovala ve zrychleném pohybu pořád výš a výš a nikdy se nezastavila. Pokud bychom jen snížili sílu na původní velikost (když byla činka v klidu), byla by výslednice sil nulová a činka by pokračovala (podle 1. Newtonova zákona) v rovnoměrném přímočarém pohybu stálou rychlostí. Proto je potřeba snížit sílu ještě více, aby výslednice mířila směrem dolů.

## Příprava a provedení měření

1. Spustíte aplikaci Graphical Analysis a připojíte siloměrnou plošinu ([návod](#)).
2. Postavíte siloměrnou plošinu na zem a vynulujete ji kliknutím na okamžitou hodnotu v pravém dolním rohu aplikace a výběrem *Vynulovat*.
3. Vyzvete dobrovolníka s činkou, aby se na plošinu postavil.
4. Dejte dobrovolníkovi jasné instrukce, co má udělat: Po zahájení měření bude nejdříve 2–3 sekundy držet činku nehybně ve svěšené ruce, pak ji rychle zvedne nad hlavu, tam ji opět 2–3 sekundy nehybně podrží, a nakonec ji opět rychle spustí dolů.
5. Tlačítkem **ZAHÁJIT MĚŘENÍ** spustíte sběr dat a provedete měření.

## Ukázka naměřených dat

V grafu níže je zachycen typický průběh tlakové síly (tíhy) zaznamenané při experimentu siloměrnou plošinou.



V grafu jsou zvýrazněny čtyři významné body, ve kterých činka:

- A:** maximálně zrychluje při pohybu vzhůru; **B:** maximálně zpomaluje při pohybu vzhůru;
- C:** maximálně zrychluje při pohybu dolů; **D:** maximálně zpomaluje při pohybu dolů.

## Závěr

Tíha, kterou působíme na podložku pod našima nohama, se mění vlivem zrychlených pohybů, které jednotlivé části našeho těla vykonávají.

Můžete se žáky zkusit zvedat činku naopak velmi pomalu a pozorovat rozdíl v grafech.