

2.5.1 Rovnováha na houpačce

Předpoklady: 020501

Pomůcky: špejlové houpačky (20 cm špejle s vyznačenými dílky, špendlík, podstavec z tvrdého plného kartonu, kus modelíny), stejné kancelářské sponky

Pedagogická poznámka: Nevýhodou klasických špejlových houpaček (například Vaškův popis na Fyzikálním šuplíku) s držákem ze zahnuté sponky je jejich velká citlivost. Je velmi těžké je vyvážit a udržet v rovnováze. Zkusil jsem konstrukci změnit tak, aby pohyb páky brzdilo tření a snížila se její citlivost.

Žáci si doma připraví špejli s vyznačenými dílky a před hodinou si dojdou do kabinetu, kde jim pomocí kleští protlačím přes špejli špendlík (při tom je třeba kontrolovat, zda jsou dílky alespoň přibližně stejné a zda jich má špejle doopravdy 20 nebo jiný sudý počet). Na hodinu pak každému ustřihnu kus tvrdého papíru (používám tvrdé desky od státních maturit). Houpačku si pak sestrojí každý sám tím, že na lavici položí modelínu (trochu ji připlácne), do modelíny zabodne papír a do papíru zapíchne špendlík se špejlí. Špejli je třeba zapíchnout tak dvakrát a párkrát s ní pootočit, aby ji tření v dřevě příliš nebrzdilo (žákům říkám, aby si pověsili doprostřed prvního dílku jednu sponku a pokud se špejle neotočí, je třeba špejlí párkrát pootočit, aby se díra zvětšila a tření zmenšilo).

Při používání se díra zvětšuje a s ní i citlivost houpačky. Pokud se zvětší natolik, že vyvažování je obtížné, stačí udělat do papíru novou díрку (vejdou se jich tam desítky). Při hodině fungovaly houpačky perfektně, když někdo hlásil, že mu rovnováha vychází jinak, zjistilo se velmi rychle, že buď špatně počítal, nebo nemá všechny sponky stejné.

Pokud si houpání na houpačce chceme užít, potřebujeme kamaráda, který váží přibližně stejně jako my. Když se houpá tloušťk s hubeňourem, tloušťk je pořád na zemi a hubeňour ve vzduchu.

Postřeh: Pokud je houpačkou pouze podepřená kláda, můžeme problém vyřešit tím, že posadíme tloušťka blíže k podpěře.

U houpačky nezáleží pouze na velikosti působící síly, ale také na vzdálenosti působišť od místa podložení.

Př. 1: Na jednu stranu houpačky zavěšuj na různá místa (pro jednoduchost na celý počet dílků) libovolný počet kancelářských sponek. Sponky vyvaž na druhé straně jiným počtem sponek. Hledej pravidlo, které určuje kolik sponek a v jakém místě se navzájem vyváží.

Pedagogická poznámka: Nestává se příliš často, že by žáci dokázali postupovat natolik systematicky, aby pravidlo pro rovnováhu dokázali objevit. Každopádně by měli dostat šanci se o to pokusit. Po cca deseti minutách začínám psát na tabuli následující rovnováhy, které mají doplňovat a s jejich pomocí hledat pravidlo.

Př. 2: Na levou stranu houpačky zavěš čtyři sponky dva dílky od středu. Jak daleko od středu musíš zavěsit na pravou stranu dvě sponky?

Dvě sponky musíme na pravé straně zavěsit čtyři dílky od středu houpačky.

Pedagogická poznámka: Předchozí rovnost je většinou (téměř vždy) žáky vysvětlována takto: nalevo je o dva dílky víc než vpravo, proto musí vpravo být sponky o dva dál. Právě kvůli tomuto nepíšu na tabuli další rovnosti a chci, aby žáci sami navrhli jinou rovnost, kterou by otestovali tuto hypotézu. Jakmile tuto špatnou hypotézu vyvrátíme, před třídou už správné pravidlo nehledáme (při řešení příkladu 3 ho naleznou nejpozději ve čtvrtém řádku všichni).

Ještě před touto diskusí si oběhnu třídu, abych od diskuse odstabil žáky, kteří by případně objevili správný postup (a tím ho ostatním prozradili).

Př. 3: Rovnosti na houpačce můžeme zapisovat zkráceně do tabulky. Dopln zapsané řádky a hledej pravidlo pro rovnováhu. Pokud pravidla najdeš, nesděluj ho ostatním, využij ho pouze k předpovídání rovnováhy na své páce. Předpovězené rovnováhy odzkoušej pokusem.

Levá strana	Pravá strana
4S2D	2S4D
4S4D	2S
1S	3S2D
6S2D	3D
3S4D	2S
2D	4S3D

Levá strana	Pravá strana
4S2D	2S4D
4S4D	2S8D
1S6D	3S2D
6S2D	4S3D
3S4D	2S6D
6S2D	4S3D

Pravidlo: Součin počtu sponek a počtu dílků musí být na obou stranách stejný.

Pedagogická poznámka: Při hodině si pravidlo řekneme, ale ne v "učebnicové formě". Zformulovat jej co nejlépe zůstává na domácí úkol.

Př. 4: Dopln chybějící řádky a hledej rozšíření pravidla pro rovnováhu. Pokud pravidla najdeš, nesděluj ho ostatním, využij ho pouze k předpovídání rovnováhy na své páce.

Levá strana	Pravá strana
4S2D 2S4D	2S
4S2D 2S1D	2S
7D	3S3D 1S5D
2S3D 2S5D	4S2D 4D
3S5D 3S	1S8D 2S5D

Levá strana	Pravá strana
4S2D 2S4D	2S8D
4S2D 2S1D	2S5D
2S7D	3S3D 1S5D
2S3D 2S5D	4S2D 4D2S
3S5D 3S1D	1S8D 2S5D

Pravidlo: Vynásobíme počet sponek a počet dílků ve dvojici a sečteme tyto součiny pro všechny dvojice na jedné straně. Takto získaná čísla musí být na obou stranách stejná.

Př. 5: Doplně tabulku pro rovnováhy. Hledej všechna řešení.

Levá strana	Pravá strana
3S4D	
2S2D	4S2D

Levá strana	Pravá strana
3S4D	

Součin počtu sponek a počtu dílků na pravé straně je 12 \Rightarrow součin počtu sponek a počtu dílků na pravé straně bude také dvanáct \Rightarrow několik možností pro pravou stranu:

- 1S12D,
- 2S6D,
- 3S4D,
- 4S3D,
- 6S2D,
- 12S1D.

Levá strana	Pravá strana
2S2D	4S2D

Součin počtu sponek a počtu dílků:

- levá strana 4,
- pravá strana 8,

\Rightarrow na levou stranu musíme přidat ještě sponky tak, aby součin počtu sponek a počtu dílků byl 4 \Rightarrow více možností:

- 4S1D,
- 2S2D,
- 1S4D.

Pedagogická poznámka: Následující příklad je domácí úkol na příští hodinu (což samozřejmě neznamená, že ho žáci nemohou udělat v hodině, ale výsledek kontrolujeme až příští hodinu).

Př. 6: Zformuluj pravidla pro rovnováhu na houpačce:
a) když je na obou stranách pouze jedna skupina sponek,
b) když je na libovolné straně libovolný počet skupin sponek.

Shrnutí: Rovnováhu na houpačce můžeme spočítat z počtu sponek a jejich vzdáleností od osy houpačky.