

Hydrostatické pokusy s rybím měchýřem

Obj. číslo 1044269

na téma vznášení, klesání, stoupání (biologie/fyzika všeobecně)

6 působivých pokusů:

- I–III. K působení vodního tlaku: stoupání, klesání, vznášení ryby (bez pohybu vpřed)
- IV. Se zahrnutím vzdušného prostoru nad hladinou vody.
- V. Názorná ukázka různé schopnosti plavání ve sladké a slané vodě.
- VI. Při různých teplotách (tento pokus vede k ohromujícímu výsledku).



Složení sady modelu:

4 malé plastové rybky (po 5 cm) modelína
4 malé uzavřené gumové hadičky 1 průhledná plastová láhev na vodu z vodovodu
jako měchýř (+ jeden náhradní měchýř) podrobný text

Doporučujeme pořídit 3–6 sad modelu, aby pokusy mohly paralelně provádět skupinky žáků.

Biologicko-fyzikální souvislosti:

Kostnaté ryby vyvinuly v průběhu evoluce plynový měchýř, který jim naplněním a vyprázdněním plynu umožňuje udržovat jakoukoli výšku ve vodě. Žraloci a rejnoci jako chrupavčité ryby toto vybavení nemají. Musí se proto ve vodě neustále pohybovat.

Plyny jsou na rozdíl od kapalin vysoce stlačitelné. Proto se měchýře podle hloubky ve vodě (hydrostatický tlak) více či méně stlačují, avšak díky výše uvedeným reflexním mechanismům lze vnitřní tlak, a tím i objem měchýře kompenzovat. Také se tím zamezí případnému prasknutí měchýře. Důležitou roli navíc hraje příslušný obsah soli a teplota vody (pokus V a VI).

Návod na provedení pokusu

1. Příprava „rybky“:
Do výše uvedeného výřezu všech rybek se vloží vždy jeden měchýř (jeden měchýř slouží jako náhradní díl).
 - a. Do dvou rybek natolik, aby se nepotopily, ale jen se lehce vznášely.
 - b. Do zbývajících dvou rybek vložte tolik modelíny, aby ve vodě klesaly. Doporučujeme označit plovoucí a klesající rybky různými barvami.
2. Naplňte plastovou lahev po okraj vodou (pokud možno s podobnou teplotou, jako mají rybky).
3. Nejprve vložte do naplněné lahve jednu „klesající rybku“ a potom jednu „plovoucí rybku“, stlačte lahev, aby unikly malé bubliny, a uzavřete ji šroubovacím uzávěrem, aby se netvořily bubliny.
4. Připravte jednu sklenici se sladkou vodou a jednu s nasycenou slanou vodou.
5. Pro teplotní pokus VI je nezbytná jedna sklenice s teplou a jedna s ledovou vodou.

Pokus I. Lahev uchopte v horní třetině rukou (nebo oběma rukama), stiskněte ji a po určité době ji pusťte.

Účinek: Horní rybka během stlačování klesá dolů. Po uvolnění opět stoupá nahoru. Zde se lze při vyučování zeptat žáků na jejich hypotézy.

Vysvětlení: Tlak na láhev se přenáší na vodu a s vodou na rybí měchýř, takže se stlačuje vzduch v měchýři. Objem měchýře se tak snižuje, což vede i ke snižování vztlačku. Při uvolnění probíhá opačný proces. Při pečlivém sledování lze během stlačování pozorovat vmáčknutí měchýře.

Pokus II. Stiskněte láhev v dolní třetině a po určité době ji uvolněte.

Účinek: Horní ryбка opět klesá dolů a po uvolnění znovu stoupá nahoru. Toto pozorování vyvolá u většiny žáků údiv, protože počítají se stoupaním dolní ryбки. Zde lze při vyučování zjišťovat hypotézy žáků.

Vysvětlení: Tlak se všude v lahvi, jako uzavřeném systému, rovnoměrně zvyšuje nebo snižuje, nezávisle na místě působení vnějšího tlaku. Také zde lze rozeznat vmáčknutí měchýře.

Pokus III. Problematika: Díky jakému fyzikálnímu opatření se může ryba žijící převážně u dna pohybovat směrem nahoru? Také zde se nejprve nabízí prostor pro návrhy žáků. Umožňuje to zjistit, jakým směrem jednotliví žáci uvažují.

Řešení: Nejprve odšroubujte víčko, lahev silně stiskněte tak, aby z ní vytékala voda, a přitom lahev uzavřete, pak ji uvolněte. Horní ryбка zůstane nahoře, ryбка u dna stoupá nahoru.

Vysvětlení: Elastická lahev se snaží vrátit do svého původního stavu. Přitom vzniká v lahvi podtlak, který rovnoměrně působí všude v lahvi. Plyn v měchýři se může nepatrně, ale dostatečně silně rozpínat, čímž se zvýší vztlak.

Poznámka: Pokud ryбка, která plavala u dna, plave bez vytvořeného podtlaku nahoře, dostaly se do ní pravděpodobně malé vzduchové bublinky. Vyjměte ryбку, otočte ji v nádobě s vodou sem a tam, aby bublinky unikly. Případně přidejte trochu modelíny.

Pokus IV. Vyprázdněte lahev cca do poloviny a znovu proveďte výše uvedené pokusy se stlačováním a sáním. Výsledky z pokusů I–III nebudou dosaženy.

Odůvodnění: Plyny lze na rozdíl od kapalin silně stlačovat, takže se vynaložená tlaková nebo sací síla přenáší na vodu jen z části.

Další pokusy byste měli provádět s **druhou dvojicí rybek.**

Pokus V. Nyní se použijí připravené sklenice se sladkou a slanou vodou. Těžší ryбка, která plave u dna, se střídavě vloží do sklenice se slanou a sladkou vodou.

Účinek: Ryбка ve slané vodě plave a ve sladké vodě klesne ke dnu. Hypotézy žáků.

Vysvětlení: Molekuly soli jsou výrazně masivnější než voda. Díky Brownovu pohybu molekul narážejí do ryčky nejen molekuly vody, ale také molekuly soli. Vztlak je tak větší než ve sladké vodě.

Pokus VI. Jedna sklenka se naplní teplou vodou (cca 50 °C), druhá velmi studenou vodou (ledová voda okolo 1 °C). Obě ryčky se vloží do teplé vody. Obě plavou nahoře. Po určité době trpělivého sledování se obě vloží do studené vody.

Očekávání: Očekává se, že ryčky ve studené, a tím i těžší vodě budou plavat na povrchu a v teplé a lehčí vodě klesnou dolů.

Pozorování: Paradoxně je to přesně naopak! Ryčky klesají dolů ve studené vodě a plavou na hladině v teplé vodě. Dáme-li ryčky po klesání ke dnu ve studené vodě zpátky do teplé vody, okamžitě se potopí a po určité době se vynoří. Přitom stoupá nahoru nejprve lehčí, a pak až těžší ryбка. Doporučujeme několikrát vystřídat vložení ryček ze studené vody do teplé a naopak.

Vysvětlení: Vzduch v měchýři se v teplé vodě rozpíná (vede ke zvýšení vztlaku) a ve studené vodě se stlačuje (vede ke snížení vztlaku).

Necháme-li sklenky stát tak dlouho, až se teplota vody vyrovná s okolní teplotou, ryбка plavající u dna klesá dolů a lehčí ryбка plave nahoře.

Poznámka: Povrchové napětí vody někdy brání klesání dolů. Tento jev povrchového napětí lze při těchto pokusech vysvětlit.

Jedna kapka jaru uvolní napětí a ryčky klesnou dolů.