



Metodicko-didaktický list k tvorivo-objavnej dielni
„Načo je kozmonautom Archimedov zákon?“



Kľúčový predmet poznávania	ARCHIMEDOV ZÁKON
Cieľová skupina	7., 8., 9. ročník ZŠ
Časová náročnosť:	2 vyučovacie hodiny
Cieľ	<p><u>Vecný:</u> Hlbšie pochopenie skladania síl, Archimedovho zákona a princípu páky.</p> <p><u>Prístupový:</u> Rozvoj zručností systematického tvorivého poznávania: - tvorba teoretických modelov - zhodnocovanie poznatkov</p> <p>Chceme tiež vyvolať záujem žiakov o základné vedecké poznatky. Ukázať, že nie sú len historickým artefaktom – kombináciou s inými poznatkami ich možno vtipne využiť v nových situáciách.</p>
Vzdelávacia forma	Tvorivo-objavná dielňa
Podporný materiál	Pracovné listy Multimediálna prezentácia s obrázkami, animáciami a videoukážkami
Potrebné pomôcky	<ul style="list-style-type: none"> - priesvitná nádoba s vodou a telieskami: plávajúcimi, vznášajúcimi sa, klesajúcimi ku dnu (obaly z kinder vajíčok, kinofilmov, kamienky, piesok, guľičky, panáčky); - bazén v labilnej polohe (nízka priesvitná nádoba); - jednoduchý model Mesiaca a Zeme (ping-pongová loptička, malý glóbus); - demonštrácia voľného pádu (plastová fľaša so zátkou v jej vnútri zavesenou na šnúročke upevnenej na otvore fľaše); - demonštrácia odstredivej sily (plastová fľaša s trochou vody a kamienkami s motúzom priviazaným na jej hrdle) - jednoduchá páka
Uplatňovaná stratégia	Autentické učenie usmerňovanou hrou
Uplatňovaná taktika	Cyklus učenia SCHOLA LUDUS so štandardnou osnovou učenia Kľúčový prípad: Bazén s vodou v labilnej polohe Vrcholový prípad: Tréning kozmonautov pod vodou
Ohnisko	Prevráti sa? Neprevráti sa?
Koncepty	Bazén v stabilnej, menej stabilnej a labilnej polohe. Bazén bez vody a naplnený vodou. Bazén so skokanom do vody a s plavcom. Bazén so vznášajúcim sa plavcom. Bazén prečnievajúci v kontexte reálneho prostredia. Vznášanie v bazéne a vo vesmíre. Tréning kozmonautov pod vodou. <i>Jednotlivé koncepty sa uplatňujú postupne.</i>

<p>Myšlienky</p>	<p>Nájďme labilnú polohu bazéna. Ako je možné, že keď opatrne „zaťažíme“ vyčnievajúcu časť bazéna plávajúcim alebo vznášajúcim sa telesom, bazén sa neprevráti? Bazén sa prevráti, keď tiaž prečnievajúcej časti bude väčšia ako tiaž neprečnievajúcej časti. Aké sú hmotnosti týchto častí, keď teleso v bazéne pláva, vznáša sa a klesá ku dnu?</p> <p>Na teleso vo vode pôsobí tiažová a vztlaková sila. Tieto dve sily sú opačného smeru. Ich veľkosti však môžu byť aj rovnaké. Vtedy sa teleso vznáša. (skladanie síl). Teleso v bazéne zodvihne hladinu vody rovnomerne v celom bazéne. Teleso ponorené vo vyčnievajúcej časti bazéna musí byť vyvážené rovnakým objemom vody ako je objem ponorenej časti telesa. Tento objem je umiestnený symetricky voči hrane stola v časti bazéna položenom na stole. Vtedy sa bazén neprevráti. Vznášajúce alebo plávajúce teleso „zaťažuje“ bazén rovnakou silou, ako by tam namiesto neho bola voda o rovnakej tiaži ako tiaž vody vytlačenej telesom (Archimedov zákon).</p> <p>Bazén na hrane funguje ako páka. Bazén v labilnej polohe predstavuje hraničný, nestabilný prípad (stačí malá výchylka a prevráti sa). Reálne pracujeme „kúsok“ za hranicou, v stabilnejšej polohe.</p> <p>Kozmonauti na medzinárodnej vesmírnej stanici ISS sa tiež vznášajú (kompenzuje sa gravitačná sila odstredivou silou spôsobenou obíčaním ISS okolo Zeme). Po vhodnom vyvážení vo vode sa učia pohybovať a pracovať v stave vznášania sa. Súčasne sa pobytom vo vode trénuje aj ich psychika na nezvyčajné záťažové a stresové situácie.</p>
<p>Očakávané hodnoty z realizácie</p>	<p><u>Vecné:</u> Hlbšie pochopenie Archimedovho zákona v kontexte základných pojmov ako vznášanie sa, vzájomné pôsobenie síl s využitím Archimedovho zákona a „beztiažového“ stavu, rovnováha, stabilná a labilná poloha, gravitačná sila, vztlaková sila a odstredivá sila, „beztiažový“ stav a pod.</p> <p><u>Prístupové:</u> Žiaci si rozvíjajú</p> <ul style="list-style-type: none"> - zručností systematického tvorivého objavovania, najmä mapovanie; sami tvoria paralelné prípady. - zručností týkajúce sa vlastnej tvorby teoretických modelov, uvedomujú si ich obmedzenia a počiatočné podmienky. - nadobudnuté poznatky si uvedomujú vo vzťahu k reálnym a súčasným, atraktívnym prípadom.

TVORIVO-OBJAVNÁ DIELŇA „NAČO JE KOZMONAUTOM ARCHIMEDOV ZÁKON?“

Kľúčový prípad (KP): Bazén s vodou v labilnej polohe

Vrcholový prípad (VP): Tréning kozmonautov pod vodou

Cyklus učenia SCHOLALUDUS	Akcia	Skúsenosť s KP, akcia s KP: Prečnievajúci bazén s vodou v labilnej polohe, do jeho prečnievajúcej časti opatrne vložíme telesá – plávajúce a klesajúce ku dnu. Hľadáme odpoveď na otázku: Čo sa stane? Raz sa bazén neprevráti a raz sa prevráti.				
	Opisovanie	Opis správania sa prečnievajúceho, labilného bazéna s vodou. Hľadáme odpoveď na otázku: Ako to je? Čo vidíme? Ako sa to udialo? Vyvážili sme bazén s vodou bez telies. Opatrne sme vložili teleso. Teleso, ktoré bazén neprevrátilo, plávalo, resp. sa vznášalo. Teleso, ktoré sa ponorilo, bazén prevrátilo. Po vložení telesa do bazéna sa zdvihla hladina vody pričom mala opäť v celom bazéne vodorovnú hladinu. V prečnievajúcej časti bazéna s telesom je ale menej vody než v neprečnievajúcej. O koľko? Musíme uvážiť vplyv telesa.				
	Mapovanie	Séria paralelných prípadov s cieľom odhaliť aspekty a atribúty KP. Hľadáme odpoveď na otázku: Aké sú možnosti? Čo všetko ovplyvňuje situáciu? S čím súvisí situácia? Skúšame v okolí KP.				
		Prečnievajúci bazén bez vody a telesa	Prečnievajúci bazén s vodou bez telesa	Prečnievajúci bazén s vodou a plávajúcim telesom	Prečnievajúci bazén s vodou a vznášajúcim sa telesom	Prečnievajúci bazén s vodou a telesom na dne
	Modelovanie	Správanie sa bazéna závisí od telesa vo vode. Bazén umiestnený cez okraj stola je ako PÁKA. Preklopí sa, ak hmotnosť prečnievajúcej časti (bazéna s vodou a telesom) je väčšia ako hmotnosť neprečnievajúcej časti. Ak si spočítam tieto hmotnosti a porovnam ich (pozri podpornú, powerpointovú prezentáciu),... , ponorené teleso musí mať rovnakú hmotnosť ako voda, ktorú teleso vytlačilo, aby sa bazén neprevrátil.				
		1. séria paralelných prípadov s cieľom získať prejavy KP za rôznych podmienok Hľadáme odpoveď na otázku: Za akých podmienok by sa bazén s plávajúcim telesom mohol predsa len prevrátiť? Paralelné prípady si tvoria žiaci sami, menia počiatočné a okrajové podmienky.				
		Bazén vo vetre	Bazén v daždi	Vlny na vode v bazéne	Plavcovi spadnú plavky	...
		Náraz telesa na dno nie je nutnou podmienkou prevrátenia sa bazéna. Vonkajšie sily (napr. vplyv vetra) môžu spôsobiť prevrátenie bazéna aj napriek tomu, že teleso v bazéne pláva a nepôsobí silou na dno bazéna. Bazén sa prevráti, ak na dno jeho prečnievajúcej časti pôsobí väčšia sila ako na dno jeho neprečnievajúcej časti. V ideálnom prípade, prečnievajúci bazén so vznášajúcim sa telesom je limitný prípad, kedy sa bazén ešte neprevráti.				
		2. možná séria paralelných prípadov s cieľom získať prejavy KP za rôznych podmienok. Cieľom je systematické skúmanie, ako sa mení situácia. Hľadáme odpoveď na otázku: Za akých podmienok sa bazén neprevráti? Kde sú hranice?				
	Bazén s plávajúcim telesom, ktoré mení polohu voči osi bazéna	Teleso v bazéne sa zväčšuje do výšky	Teleso v bazéne sa zväčšuje do šírky	Bazén s ďalším telesom z iného materiálu	Bazén s dutým telesom ...	
Fungovanie KP závisí od konkrétnych podmienok a predstavuje komplexný a dynamický proces. Záverom je zákonitosť: Nezáleží na tvare telesa, záleží na tom, či pláva/vznáša sa.						

Abstrahovanie	1. séria paralelných prípadov s cieľom získať princípy fungovania KP: Na obrázku (pozri pracovný list) je bazén s telieskami rôznych tvarov, veľkostí a hustôt. Telieska sú v pokoji – na hladine, celé ponorené vo vode, na dne. Hľadáme odpoveď na otázku: Ktoré z nich sa vznášajú? Teleso môže byť na dne a zároveň sa vznášať.				
	2. možná séria paralelných prípadov: Hľadáme odpoveď na otázku: Aké sily spôsobujú plávanie, vznášanie, klesanie na dno?				
	Voľne padajúce teleso vo vzduchu (padá rýchlo/zrýchľuje)	Voľne padajúce teleso vo vode (padá pomalšie ako vo vzduchu)	Voľne padajúce teleso v mede (padá pomalšie ako vo vode)	Voľne pustený balón vo vzduchu (do vody neprenikne)	...
	Na teleso vo vode pôsobí súčasne tiažová aj vztlaková sila. Ak je vztlaková sila väčšia než tiažová, teleso pláva ... Veľkosť vztlakovej sily vieme (kvalitatívne) určiť z prípadu bazéna ako páky. Žiaci sa dopracujú k poznaniu: Teleso je nadľahčované vztlakovou silou, ktorá sa rovná tiaži kvapaliny telesom vytlačenej (Archimedov zákon).				
	3. možná séria paralelných prípadov: Hľadáme odpoveď na otázku: Od čoho závisí vztlaková sila?				
	Voľne pustené teleso do slanej vody	Voľne pustené teleso do bublinkovej vody	...		
Od čoho závisí vztlaková sila, vieme dedukovať z daných paralelných prípadov, ktoré si môžu žiaci rozšíriť a odskúšať. Vztlaková sila má pôvod v gravitačnej sile, obidve sily nevieme vzájomne oddeliť, pôsobia spolu. Kým tiažová sila závisí od hustoty telesa, vztlaková sila závisí od hustoty okolia telesa.					
Zhodnocovanie	Vrcholový prípad – Tréning kozmonautov pod vodou. Hľadáme odpoveď na otázku: Prečo a ako, za akých podmienok sa pripravujú kozmonauti na prácu na vesmírnej stanici vo vode? Ved' vo vnútri vesmírnej stanici nemajú kozmonauti vodu ale vzduch a v okolí stanice je takmer vákuum. Za akých podmienok funguje vznášanie sa vo vesmíre? Na kozmonauta vo vesmírnej stanici ISS pôsobí gravitačná a odstredivá sila. Prispôbením rýchlosti ISS okolo Zeme a jej výšky nad povrchom Zeme vieme dosiahnuť, aby sa tieto sily vyrovnali. Potom sa kozmonaut vznáša. Poznatok o vykompenzovaní tiaže a tým dosiahnutie stavu vznášania sa umožnil navrhnuť taký tréning kozmonautov na Zemi, ktorý do istej miery simuluje podmienky pre pohyb kozmonautov na vesmírnej stanici a v jej okolí. Jedným z takýchto tréningov kozmonautov na Zemi je tréning pod vodou. Ak je kozmonaut celý pod vodou a je vyvážený, má pocit, že je v beztiažovom stave – vznáša sa. Aby sa kozmonaut v skafandri v bazéne s vodou vznášal, potápači ho vyvažujú – prispôbujú jeho hmotnosť (objem sa nemení). Čím sa líšia podmienky pod vodou a vo vesmíre? Atď...				

**Poznámky k realizácii tvorivo-objavnej dielni
„Načo je kozmonautom Archimedov zákon“**

Čo sa stane, ak do vyčnievajúcej časti labilnej nádoby s vodou opatrne vložím panáčky z akvária?

Vysvetlenie správania sa bazéna, že modrý panáček pláva a oranžový nie, nestačí. Žiakov (podľa možností individuálne) nabádame na hlbšie porozumenie javu: kladieme provokačné otázky, ktoré žiakov usmerňujú k podstate. Otázky sa snažíme klásť tak, aby vyvolávali u žiakov konflikt s ich už vyslovenými tvrdeniami, napr.:

Žiak: Modrý panáček sa neponorí, lebo je ľahší.

Učiteľ: Čo ak ale modrý panáček bude oveľa väčší ako oranžový tak, že bude mať väčšiu hmotnosť?

Po diskusii so žiakmi ukážeme zdôvodnenie prípadu s bazénom v podpornej, powerpointovej prezentácii (súbor pps).

Za akých okolností by sa predsa len mohol takýto bazén s plavcom prevrátiť?

Pri experimentovaní je bazén s vodou v polohe, ktorá nie je presne labilná – bazén je určite posunutý nad stolom trošku hlbšie v porovnaní s labilnou polohou. Pracovať s presne labilnou polohou by sme totiž nedokázali – bazén by sa pri najmenšom impulze, napríklad počas vkladania plavca, prevrátil.

Žiaci už vedia, že v ideálnom prípade sa bazén v labilnej polohe s plavcom nad prečnievajúcou časťou neprevráti. Žiakom osadíme prípad s bazénom do reálneho kontextu. Napríklad:

Aké procesy vyvolá vloženie panáčka do vody – aké procesy prebiehajú vo vode bezprostredne po vložení panáčikov?

Môžu mať vlny v bazéne vplyv na jeho stabilitu? Čo iné môže prevrátiť bazén?

Za akých podmienok sa bazén ešte udrží?

Žiaci sú kreatívni, prezentujú relevantné reálne situácie, ktoré s nimi fyzikálne zdôvodňujeme.

Na obrázku sú telesá v pokoji. Ktoré z nich sa vznášajú?

V tejto fáze fixujeme u žiakov korektný koncept vznášania sa telies vo vode, ktorý je ohniskom pre ďalšie úlohy, a preto musí byť zreteľne formulovaný.

Spravidla žiaci neuvádzajú telesá č. 13 a 16 ako vznášajúce sa telesá. V prípade, že si žiaci nevšimnú, žiakov upozorníme, že teleso č. 13 je zhodné so vznášajúcim sa telesom č. 1, resp. teleso č. 16 s telesami č. 2 a 4. Výsledkom diskusie má byť poznanie žiakov, že teleso pri dne sa môže tiež vznášať.

Fyzikálny stav „vzášanie“ znamená, že výslednica vonkajších síl pôsobiacich na teleso je nulová. Vznášajúce sa teleso, aj keď sa dotýka stien, na steny netlačí. Na stenu nepôsobí silou a stena nepôsobí na toto teleso silou.

Za vznášanie sa telesa vo vode považujeme stav, keď sa celé teleso nachádza v pokoji pod hladinou a nejde hore ani dole – vztlačová a tiažová sila sú vykompenzované, pričom nezáleží na tom, kde sa teleso pod hladinou nachádza¹. V prípade vznášajúceho sa telesa na dne bazéna resp. telesa „opierajúceho sa“ o stenu bazéna ide o teleso, ktoré sme na dno resp. ku stene umiestnili, a to ostalo v pokoji.

Demonštrácia	Dotknutie sa žiaka tak, že žiak dotyk necíti, pretože na neho v mieste dotyku netlačíme.
Model	Dotyk neznamená nutne pôsobenie silou.

V prípade plávajúceho telesa, aj keď teleso zatlačíme pod hladinu, teleso samo vypláva a samo sa ustáli v rovnovážnej polohe – v polohe, pri ktorej objem ponorenej časti ja práve tak veľký, že tiaž vytlačenej kvapaliny sa rovná tiaži celého telesa.

Nakresli si vesmírnu stanicu ISS a v nej kozmonauta s loptou.

Kozmonaut a lopta sa môže nachádzať voľne, bez držania, v akejkol'vek polohe vzhľadom na vesmírnu stanicu (nielen vo vertikálnom smere vzhľadom na okraj papiera pracovného listu). Kozmonaut môže aj „stáť“ na „podlahe“ vesmírnej stanice (hlavou „dole“ či „hore“), v tomto prípade sa však „podlahy“ len dotýka, nepôsobí na ňu silou. Na Zemi je to nezvyčajné, ale vo vesmíre neexistuje „podlaha a strop“² (obrázková a video podpora je v powerpointovej prezentácii).

Kozmonaut aj lopta sa vznášajú na stanici podobne ako napr. gumová zátka vo vnútri plastovej fľaše padajúca spolu s fľašou.

¹ Možné rozšírenie: Môže mať na toto tvrdenie vplyv hydrostatického tlaku v mieste pod hladinou vody, kde sa teleso nachádza?

² Kozmonauti vo vesmírnej stanici môžu na papieri pracovného listu „dolu hlavou“ aj spať. V skutočnosti, kozmonauti na ISS spia bezpečne, v zafixovaných spacích vakoch. Totiž, akýkoľvek nevedomelý pohyb počas

Demonštrácia	Fľaša so zátkou v jej vnútri zavesenou na šnúročke upevnenej na otvore fľaše. Fľašu pustíme z výšky, zátku aj fľašu padajú spolu. Gumová zátku sa vznáša vzhľadom na fľašu. Aj fľaša sa vznáša vzhľadom na zátku.
Model 1	Fľaša predstavuje vesmírnu stanicu, gumová zátku predstavuje teleso vo vesmírnej stanici (napr. kozmonauta).
Model 2	Fľaša je kozmonaut, zátku predstavuje jeho vnútro.

Demonštrácia podporuje fakt, že kozmonaut na stanici v skutočnosti spolu s ňou padá so zrýchlením $0,89g$ ($= 8,7 \text{ m/s}^2$) so smerom do stredu Zeme. Na obežnej dráhe teda nie je beztiaž. Dôvodom, že na povrch nedopadnú, je skutočnosť, že stanica spolu s kozmonautom obieha okolo Zeme. Sily, ktoré aktívne pôsobia na kozmonauta, sú vzájomne vykompenzované - kozmonaut má pociť, ako keby bol v stave bez tiaže.

Žiaci si môžu možné polohy kozmonautov vo vesmírnej stanici ISS demonštrovať natočením pracovného listu s obrázkom kozmonauta. Ak si deti svoj obrázok otočia o ľubovoľný uhol, kozmonaut sa bude „cítiť“ rovnako dobre ako pred otočením, zotrvá vo svojom stave – vznáša sa vo vesmírnej stanici³.

Ako je vôbec možné, že kozmonaut sa vo vesmírnej stanici vznáša? Najčastejšie odpovede žiakov sú:

- „Lebo tam nie je gravitácia“

Žiakov je možné k správne pochopeniu nasmerovať pomocou analógie - žiaci vedia, že Mesiac sa točí okolo Zeme a neodletí preč od Zeme preto, lebo ho Zem priťahuje svojou gravitáciou⁴. Ak je gravitačné pole od Zeme vo vzdialenosti $384\,000 \text{ km}$ ⁵ také silné, že pôsobí na ťažký Mesiac, potom len 400 km nad povrchom Zeme⁶ musí pôsobiť aj na oveľa, oveľa ľahšiu vesmírnu stanicu. V gravitačnom poli diera neexistuje!

spánku alebo otočenie by mohlo v stave vznášania sa kozmonauta zmeniť jeho polohu a pozíciu vo vesmírnej stanici.

³ Niektorí žiaci mohli vo filmoch vidieť, že kozmonauti sa pohybujú na vesmírnej stanici ako na Zemi (bez vznášania). Takáto situácia by mohla nastať, keby stanica mala vlastnú, umelú gravitáciu vyvolanú napríklad jej vlastnou rotáciou okolo svojej osi.

⁴ Rovnako aj Mesiac priťahuje Zem svojou gravitáciou.

⁵ stredná vzdialenosť Zem - Mesiac

⁶ stredná výška medzinárodnej vesmírnej stanice ISS nad povrchom Zeme

A keďže v okolí vesmírnej stanici je takmer také silné gravitačné pole ako na povrchu Zeme, potom musí existovať niečo, čo nedovolí vesmírnej stanici, aby spadla na Zem (pozri nižšie).

- „Nadľahčuje ho vzduch“

Vzduch nadľahčuje aj nás na povrchu Zeme. Hustota vzduchu je však také malá, že efekt nadnášania vo vzduchu je zanedbateľný. Navyše, kozmonauti vo vnútri vesmírnej stanici síce vzduch majú, ale v miestach v okolí vesmírnej stanici, už nie je takmer žiadna atmosféra.

Uvedomenie si, že kozmonaut sa vznáša na mieste (v ISS), kde je iba o málo nižšia gravitácia ako na povrchu Zeme, je pre väčšinu žiakov šokom. Rozuzlenie prinesie nasmerovanie ich k faktu, že vesmírna stanica nad Zemou „nestojí“, ale krúži okolo nej. Podobne ako na kolotoči alebo v odstredivke má toto za následok, že na kozmonautov vo vesmírnej stanici pôsobí tzv. odstredivá sila v smere od stredu Zeme⁷. Jej veľkosť je práve také veľká (závisí od polomeru otáčania a obvodovej rýchlosti vesmírnej stanice⁸), že je úplne vykompenzovaná gravitačnou silou pôsobiacou do stredu Zeme. Preto má kozmonaut pocit vznášania sa.

Demonštrácia	Umeloohmotná fľaša s gumičkou /motúzom priviazanou na jej hrdle a v jej vnútri trocha vody a štrku. Keď fľašu dostatočne roztočíme pomocou gumičky / motúza v rovine kolmej na podlahu, obsah fľaše bude v pokoji vzhľadom na fľašu, a to aj v maximálnej dosiahnutej výške fľaše.
Model	Fľaša predstavuje vesmírnu stanicu, jej obsah kozmonautov v stanici a stred otáčania Zem. Gumička / motúz predstavuje silové, gravitačné pôsobenie medzi Zemou a vesmírnou stanicou, ktoré je vykompenzované otáčavým pohybom fľaše – odstredivou silou.

Pred ďalšou úlohou je vhodné žiakom pre ich poznanie zdôrazniť paralely medzi vznášaním sa na stanici a vo vode. V oboch prípadoch sa kozmonaut vznáša, ak vonkajšie sily, ktoré na neho pôsobia, sú navzájom vykompenzované. Rozdiel je v silách, ktoré sa navzájom kompenzujú. Kým na obežnej dráhe sa kompenzuje gravitačná sila odstredivou silou, vo vode je gravitačná sila kompenzovaná vztlakovou silou.

⁷ Žiaci sa neuvedomele s účinkami odstredivej sily už stretli vo viacerých situáciách, preto im na pochopenie stačí tieto situácie len pripomenúť, bez potreby hlbšieho pochopenia odstredivej sily v tejto fáze učenia.

⁸ Medzinárodná vesmírna stanica ISS krúži okolo Zeme priemernou rýchlosťou 28 000 km/h. Za jeden deň obletí Zem cca 16 krát.

Jeden z mnohých tréningov, ktorým prejde väčšina kozmonautov na Zemi, prebieha pod vodou - v bazéne, v ktorom je umiestnený model vonkajších častí vesmírnej stanice. Kozmonauti sú oblečení v skafandroch a vo vode sa vznášajú podobne ako na vesmírnej stanici⁹.

Nakresli alebo opiš svoju predstavu kozmonautov v bazéne. Vznášajú sa tvoji kozmonauti?

Žiaci v tejto fáze spravidla kreslia vznášajúcich sa kozmonautov vo vode v pokoji. Kozmonauti môžu byť vyvážení aj v prípade, ak sú v pohybe (veľkosť tiažovej ani vztlakovej sily sa nemení, nech sú v akomkoľvek stave pod vodou). Zo statického obrázku to však nie je možné rozhodnúť.

Hodnotou pre žiakov je utvrdenie si intuitívneho poznania, čo je vznášanie - poznanie, že za vznášanie sa kozmonauta (a všeobecne telesa) vo vode považujeme stav, keď sa celý nachádza v pokoji pod hladinou a nejde hore ani dole.

V podpornej prezentácii je zaradené video s ukázkou skutočného tréningu kozmonautov pod vodou ako aj ukázkou práce kozmonautov naostro, vo vesmíre. Žiakom premietame ukážku tréningu kozmonautov viackrát za sebou, pričom ich vyzývame, aby si dobre všímali detaily z tréningu kozmonautov. Pýtame sa ich:

Čo robia potápači s kozmonautom?

Čo mu dávajú na lýtka? Prečo?

Prečo potápači kozmonauta otáčajú?

Potápači kozmonauta vyvažujú, aby sa vo vode vznášal – empiricky prispôsobujú jeho hmotnosť malými ale ťažkými závažiami. V opačnom prípade by sa kozmonaut skôr či neskôr vynoril nad hladinu. Otáčaním kozmonauta potápači skúšajú, či je kozmonaut dobre vyvážený.

⁹ Kozmonauti oblečení v skafandroch si v takto simulovanom stave nacvičujú pre nich nové spôsoby pohybov. Tréningom získavajú nové zručnosti potrebné pre budovanie, opravu a údržbu vesmírnej stanice. Súčasne si testujú zvládanie stresových situácií.

Čo myslíš – ako možno vytvoriť pre kozmonautov fyzikálne podmienky, aby sa v bazéne vznášali?

Žiaci majú na výber z možností: výber veľkosti skafandra pred ponorením, zmena tiaže kozmonauta závažím, zmena objemu skafandra pumpou, iné ... Z fyzikálneho hľadiska je možné diskutovať o všetkých uvedených spôsoboch.

Žiakov upozorňujeme, že v praxi sa realizuje iba spôsob prispôbením hmotnosti systému kozmonauta so skafandrom a vybavením. Nie je možné, aby sa skafander kozmonauta vyfukoval, resp. nafukoval. Skafandre sú vyrobené špeciálne na mieru pre každého kozmonauta a sú navrhnuté tak, aby ochraňovali kozmonauta vo vesmíre pred veľkým podtlakom a aby sa kozmonaut vošiel do všetkých úsporne naprojektovaných otvorov vesmírnej stanice.



Žiaci si vyvažovanie telesa prispôbením jeho hmotnosti tak, aby sa vo vode vznášalo, skúšajú sami. Zisťujú, že stav vznášania je unikátny, „krehký“ stav. Na jeho docielenie resp. zrušenie stačí často krát maličká zmena hmotnosti – malý kúsok kamienka.

Experiment	Nádoby s vodou, kindervajička (obaly z kinofilmov), štrk. Úlohou je vyvážiť kindervajičko tak, aby sa vo vode vznášalo – nekleslo ku dnu ani nevyplávalo.
Model	Kindervajičko predstavuje kozmonauta v skafandri, štrk s vodou predstavuje závažia.

Po experimentovaní môžeme tematizovať pojem *hustota*. Žiaci zo skúseností vedia, že plast (materiál kindervajička) ako aj vzduch majú nižšiu hustotu ako voda kým štrk má väčšiu hustotu ako voda. Pri posudzovaní vznášania sa kindervajička vo vode je ale dôležité porovnanie hustoty vody s hustotu kindervajička ako celku, t.j. vrátane jeho obsahu – vynára sa pojem priemerná hustota. Tá závisí od pomeru vzduchu, vody a štrku vo vnútri kindervajička.

Demonštrácia	Rôzne veľké telesá (kindervajička, veľkonočné vajcia, mikroténové sáčky naplnené vodou) s rôznymi hmotnosťami – ak sa všetky vznášajú, majú rovnakú priemernú hustotu.
--------------	--

Možné pokračovanie tvorivo-objavnej dielne

Čo myslíš – čo sa stane s kozmonautom, keď:

- *pustí náradie?*

Kozmonaut pri tréningu vo vode po pustení náradia by mohol pomaličky začať stúpať k hladine, pokiaľ by malo náradie väčšiu hustotu ako voda – porušila by sa priemerná hustota systému kozmonauta v skafandri s vybavením a náradím v porovnaní s hustotou vody.

Na rozdiel od predošlého prípadu, pri vznášaní sa kozmonauta vo vesmíre hustota telesa nehrá žiadnu rolu. Kozmonaut vo vesmíre a jeho náradie majú rovnaké počiatkové podmienky – vznášajú sa aj osve. Výsledkom by bolo vznášanie sa náradia pri kozmonautovi.

- *odhodí náradie?*

Kozmonaut v stave vznášania sa má pocit, ako keby na neho nepôsobila žiadna sila. Odhodenie náradia (akcia) by malo za následok pohyb kozmonauta v opačnom smere¹⁰, ako by sa pohybovalo náradie (reakcia)¹¹.

¹⁰ v porovnaní s rýchlosťou náradia rýchlosťou danou pomerom hmotností náradia a kozmonauta v prostredí s prakticky nulovým trením (v takmer vákuu)

¹¹ Túto fyzikálnu zákonitosť kozmonauti vo vesmíre v skutočnosti môžu využiť na svoju záchranu. Vždy, keď vystupujú do otvoreného priestoru, majú pri sebe ťažký fotoaparát, ktorý okrem dokumentačnej funkcie má aj záchrannú funkciu – napr. ak by sa prerušilo spojovacie lano medzi kozmonautom a stanicou, kozmonaut by mohol odhodiť fotoaparát v smere opačnom ako vchod do stanice, čím by začal pohybovať smerom k otvoru stanice.

Možné, iné vrcholové prípady tvorivo-objavnej dielne

Vrcholový prípad 1



Vrcholový prípad 2



http://cs.wikipedia.org/wiki/Falkirk_Wheel

