

Milí učitelia,

Vzdelávací program IMAX® sa v mnohých krajinách teší veľkej popularite.

Nemalou mierou dopomáhajú k tomuto úspechu aj metodické materiály, ktoré sú efektívnym doplnkom k vzdelávacím filmom.

Metodické materiály k filmu *Osud vo vesmíre*, ktorý máte možnosť vidieť v kine Orange IMAX Bratislava, vznikli odborným spracovaním pôvodných materiálov (Teacher's resource guide: DESTINY IN SPACE) a môžu prispieť k obohateniu náplne vyučovacích predmetov ako je fyzika, príp. zemepis, zaoberajúcich sa aj tematikou vesmíru.

Učiteľská príručka so Školským zošitom definuje niekoľko zaujímavých problémov týkajúcich sa skúmania

vesmíru. Jednotlivé problémy je možné zaradiť do výuky počas školského roka tak, aby boli integrované s učivom. Nájdete tu zaujímavosti, nápady na spôsob vedenia hodiny pri skúmaní konkrétnych problémov ako aj tvorivé úlohy a pozorovania pre žiakov.

Na vašich vesmírnych objavoch, veľa chuti do práce želá

Mgr. Veronika Hanuliaková

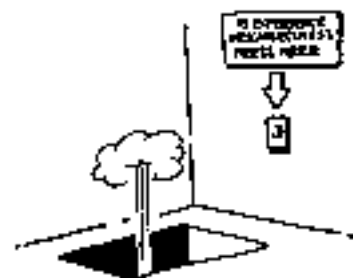
Group Sales Manager kina
Orange IMAX Bratislava
tel.: 02/ 52 49 25 20
e-mail: info@kinoimax.sk

Osud vo vesmíre

2-D, 1994, 40 minút

DESTINY IN SPACE

Film, ktorý natočili astronauti NASA počas svojich misií, je vzrušujúcim pohľadom do nekonečného a ľudstvom stále neprebádaného vesmíru. Uvidíte doposiaľ nepublikované veľkoplošné zábery vesmírnej lode na obežnej dráhe okolo Zeme, ako aj pútavé prelety nad Marsom a Venušou. Kozmonautov sprevádzate nielen pri ich práci vo vnútri kozmickej stanice, ale aj mimo nej, v neistom otvorenom priestore vesmíru, pri oprave Habblovho vesmírneho teleskopu.



Viac informácií na:
www.imax.com

Obsah

Motívy pre výskum vesmíru	4	Prieskum vesmíru	8
Cieľ.....	4	Cieľ.....	8
Spôsob vedenia hodiny.....	4	Úvod.....	8
Vo filme – úloha pre študentov	4	Spôsob vedenia hodiny.....	8
Znášanie beztiažového stavu	5	Informácie o lokalitách	9
Cieľ.....	5	Pre učiteľa	11
Úvod.....	5	Vo filme	12
Materiál.....	5	Komunikácia naprieč vesmírom	13
Spôsob vedenia hodiny.....	5	Cieľ.....	13
Upozornenie pre učiteľa.....	5	Materiál	13
Zaujímavosti	5	Spôsob vedenia hodiny.....	13
Vo filme	5	Pre učiteľa	13
Ako udržiavame rovnováhu	6	Odporúčanie pre učiteľa	13
Cieľ.....	6	Vo filme – otázka pre študentov	13
Úvod.....	6	Oblečenie do vesmíru	14
Materiál.....	6	Cieľ.....	14
Spôsob vedenia hodiny.....	6	Materiál	14
Vo filme – otázka pre študentov.....	7	Spôsob vedenia hodiny.....	14
Upozornenie pre učiteľa, zaujímavosti	7	Otázky do diskusie.....	14
		Zaujímavosti, slovník.....	15
		Vo filme – úloha pre študentov	15

Motivačné otázky pred návštevou filmového predstavenia



1. Odjakživa sa ľudstvo zaujímal o vesmír a veci s ním súvisiace. Spomínate si na nejakú zo zaujímavých teórií z minulosti, ktorá sa zaoberala skúmaním vesmírnych javov?
2. Vesmír vždy fascinoval aj filmových tvorcov. Aké filmy s touto tematikou ste videli vy?
3. Rozmýšľali ste niekedy nad tým, aké by to bolo, keby ste sa stali členom vesmírnej posádky?
4. Čím je podľa vás zaujímavá práca astronautov?
5. Poznáte nejaké známe osobnosti súčasnosti súvisiace s vesmírnym výskumom?

Počas takmer celej histórie ľudstva boli naše vedomosti o vesmíre obmedzené na informácie získané pozorovaním oblohy. Boli sme schopní získavať ich len našimi nástrojmi odiaľto, zo Zeme. Mohli sme sa spoľahnúť len na náš nedokonalý zrak, ktorý nám neskôr zlepšil ďalekohľad. A len za posledných 40 rokov sme mali možnosť odpútať sa od Zeme a zacítiť vesmír „na vlastnej koži“.

Vesmír je úžasne obrovský. Napriek desaťročiam technického pokroku nemáme nádej, že sa nám v blízkej budúcnosti podarí reálne prejsť aj tie z hľadiska vesmíru najbližšie vzdialenosti. Napríklad Mars je pre astronautov dosiahnuteľný cieľ, ale Pluto sotva. A hoci Pluto je v dosahu robotizovaných sond, najbližšia hviezda Proxima Centauri už v tomto dosahu nie je.

Do 70-ych rokov mali jednotlivé národy väčšinou svoje vlastné vesmírne programy. So zmenou politickej klímy a zvyšujúcimi sa nárokmi a nákladnosťou vesmírnych projektov sa stáva štandardom medzinárodná spolupráca.



Astronauti skúmajú ako beztlavý stav ovplyvňuje ľudí. Bonnie Dunbarová má na sebe prístroj, ktorý usmerňuje jej telesné tekutiny smerom k nohám. David Low monitoruje pokus.



Budeme posilať ľudí do vesmíru, aj keď vytvoríme dokonalé teleskopy a dokonalých robotov? Bude nám stačiť pohľad očami strojov, ktoré stvoríme? Aktivity v tejto školskej príručke vám pomôžu zamyslieť sa nad touto a inými dôležitými otázkami, ktoré nám ukazuje film *Destiny In Space* a ktoré nás v budúcnosti čakajú.

Motívy pre výskum vesmíru

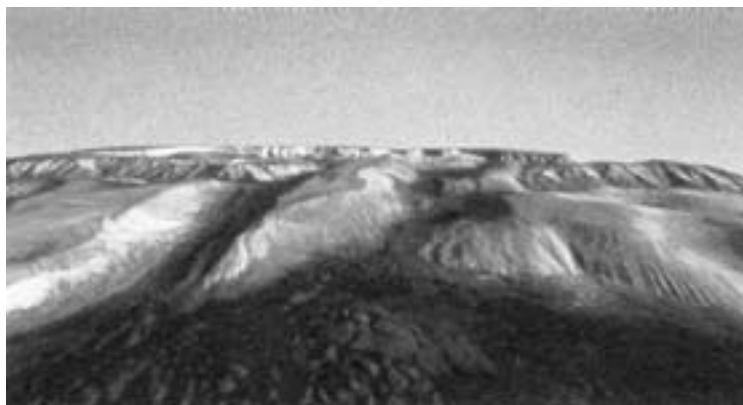
Ciel'

Pomôcť študentom zamyslieť sa, zvážiť rôzne dôvody pre výskum vesmíru. Je dobré upozorniť na fakt, že výskum vesmíru je tímovou prácou, nie snažením jednotlivca.

Spôsob vedenia hodiny

Tento problém je naozaj rozsiahly, a preto je asi najlepšie spraviť na túto tému triednu diskusiu. Je dobré učiť študentov dodržiavať pravidlá diskusie (slušnosť vyjadrovania, čas príspevku, udeľovanie slova), môžete určiť moderátora a časomerača z radov študentov. Je dobré študentov pred diskusiou povzbudiť a pripraviť pracovnú, ale uvoľnenú atmosféru.

1. Keďže dôvodov za aj proti výskumu vesmíru je veľa, bude možno užitočné rozdeliť študentov na obhajcov a odporcov výskumu vesmíru, a potom ich nechať 5 minút pracovať v skupinkách, alebo samostatne vypracovávať **úlohu č. 1 zo školského zošita**.
2. Po vypracovaní úlohy by študenti oboch strán mali postupne zreferovať svoje rozhodnutia, pričom by moderátor diskusie (môže byť aj študent) udeľoval slovo striedavo obhajcom a odporcom výskumu vesmíru. Študenti by sa mali snažiť svojimi výrokmi vyvrátiť argument oponenta. Je dôležité, aby si argumentujúci a oponujúci poradie vymieňali a aby si tieto roly vyskúšali obe strany.
3. Je možné rozdeliť študentov aj na tri skupiny: obhajcov, odporcov výskumu vesmíru a pozorovateľov, ktorí by vyhodnocovali silu argumentov. Svoj hlas by mohli odovzdávať vždy po odznení dvojice názorov (obhajca-odporca a odporca-obhajca). Pozorovatelia môžu hlasovať tajne alebo verejne (na tabuli).



Tento trojrozmerný model priepasti Candor na Marse bol vytvorený podľa dát, ktoré nazbieral robot zo sondy Viking. Dáta boli odoslané na Zem spôsobom podobným televíznemu vysielaniu.



Kozmické telesá prirodzene vyžarujú rádiové signály. Rádioteleskopy, ako je tento, ich dokážu zachytávať. Môžu sa použiť aj na komunikáciu s robotmi, alebo môžu hľadať známky inej civilizácie vo vesmíre.

Vo filme – úloha pre študentov

Pokúste sa vo filme nájsť niektoré z motívov pre výskum vesmíru.

Znášanie beztiažového stavu

Ciel'

Pomôcť študentom predstaviť si beztiažový stav, naučiť sa, že svaly v tomto stave strácajú svoje prirodzené schopnosti, pretože ľudské telo sa prispôsobuje vonkajším podmienkam.

Úvod

Naše končatiny na Zemi vážia niekoľko kilogramov, ale v kozmickej lodi na obežnej dráhe sa správajú, ako akoby nemali žiadnu hmotnosť. V takom, pre telo relaxačnom, prostredí sa kostrové svalstvo oslabuje a znižuje.

Nasledujúca aktivita umožní študentom predstaviť si stav beztiaže pomocou cvičení so závažiami.

Materiál

Pre každého študenta:
jeden pár polkilogramových závaží na ruky,
jeden pár kilogramových závaží na nohy (dajú sa pripraviť z plastových fľaš naplnených vodou)

Spôsob vedenia hodiny

Prípravte študentov na nasledujúci pokus:

1. Študenti si pripevnia závažia na ruky aj na nohy a cvičia jednoduché cvičenia asi 5 minút. Napr. opakovane dvíhajú končatiny, bežia na mieste, alebo vystupujú po schodoch. Upozorníte študentov, aby si uvedomovali rozdiely v pocitoch pri cvičení so závažiami.
2. Študenti odstránia závažia a vykonajú tie isté cviky.
3. Bezprostredne po cvičení vyvolajte diskusiu o ich pocitoch. Aký pocit v nich vzbudzovalo cvičenie na začiatku? Aký pocit prinieslo dlhšie cvičenie? Ako sa cítili v okamihu, keď si dali dole závažia? Ako sa im cvičilo bez závaží?
4. Po tomto jednoduchom pokuse je priestor na širšiu diskusiu a na riešenie jednoduchých úloh. Ponúkajú sa ďalšie otázky: Pri tomto pokuse ste mohli zažiť, aké to je, keď sa odstráni časť hmotnosti. Predstavte si, aké by to bolo, keby ste odstránili všetku váhu? Ako by sa zmenili vaše svaly, keby ste závažie nosili neustále? Ako by sa zmenili vaše svaly, keby ste stratili veľa hmotnosti? Ako by sa zmenili vaše svaly, keby ste dva týždne ležali v posteli? Prečo kozmonauti nepoužívajú vo vesmíre činky na

posilňovanie? Uvedte dva druhy cvičení, ktoré by sa vo vesmíre dali aplikovať.

Vypočítajte: Kozmonaut vážiaci 72 kg má na sebe skafander vážiaci 108 kg.

Aký je pomer váhy skafandra k jeho telu? Dokázal by v ňom chodiť na Zemi?

5. Námet na zadanie domácej úlohy: Navrhňte posilňovňu, ktorá by bola vhodná pre stav beztiaže. Nakreslite alebo vyrobte model svojej predstavy.

Upozornenie pre učiteľa

Cvičenie so závažiami na vysvetlenie stavu beztiaže môže na prvý pohľad vyzeráť nepochopiteľne, kým si ho študenti nevyskúšajú. Trik nastáva vo chvíli, keď si študenti dajú závažia dole a hneď začnú bez nich cvičiť.

Zaujímavosti

Vo vesmíre najviac trpí svalstvo, ktoré udržuje vzpriamený postoj tela. Niektoré svaly zmenia svoju povahu: vzpriamovacie svalstvo začne pripomínať pohybové svalstvo, rýchle vlákna nahradia pomalé vlákna. Svaly zodpovedné za jemné pohyby (žmurkanie, písanie) sa nemenia. Zmenia sa však kosti, ktoré spolupracujú so svalmi. Zmeny sú úmerné k záťaži, ktorej sú vystavené.

Astronauti strácajú svoju svalovú hmotnosť aj napriek cvičeniam, ktoré len pomáhajú znižovať túto stratu. Vedci hľadajú efektívne, bezpečné cviky, ktoré by boli pre kozmonautov najvhodnejšie. V súčasnosti sa testujú stacionárne bicykle, šliapacie stroje a zariadenia s elastickými popruhmi.

Vo filme

Astronauti vo filme používajú veslárske prístroje a ďalšie druhy športového náradia, ktoré boli vyvinuté pre použitie v stave beztiaže. Tiež môžete vidieť, aký bezmocný je ruský kozmonaut pri návrate do zemskej gravitácie po ročnom pobyte vo vesmíre.



Ako udržiavame rovnováhu

Ciel'

Pomôcť študentom preskúmať spoluprácu očí, pohybového ústrojenstva a vnútorného ucha, ktoré nám umožňujú udržiavať rovnováhu.

Človek dokáže udržiavať rovnováhu, ak je poškodená jedna z týchto troch súčastí, ale už nie, ak sú poškodené dve.

Úvod

Pri akomkoľvek pohybe nás naše svaly, zmysly (oči, systém vnútorného ucha) a mozog neustále držia v rovnováhe a zabraňujú nám spadnúť. Sú však prispôbené na zemskú gravitáciu. Jednotlivé pokusy sa sústreďujú na jednotlivé súčasti, ktoré sa však nedajú úplne izolovať.

Materiál

otáčacie stoličky

Spôsob vedenia hodiny

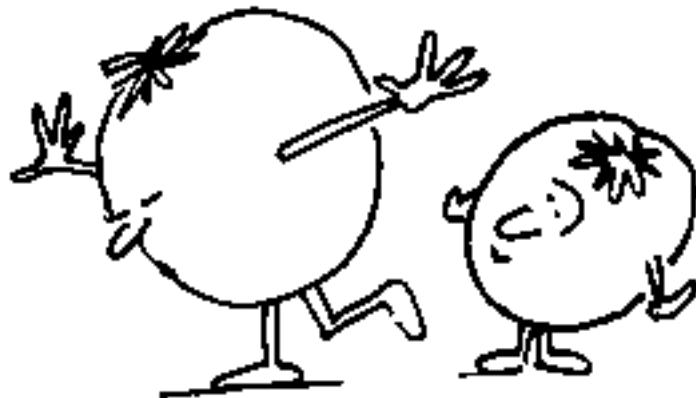
Môžete so študentmi vyskúšať niektoré z nasledujúcich jednoduchých experimentov:

1. Študenti pracujú vo dvojiciach. Jeden zo študentov sa snaží stáť aspoň 1 minútu na jednej nohe, kým druhý sleduje čas. Pokus treba opakovať niekoľkokrát. Pri dostatku času si môžu študenti čas aj zaznamenať a vypočítať priemerný čas, koľko ktorý z nich vydržal balansovať.

Potom pokus študent opakuje so zavretými očami. Úlohou časomerača je aj všimnúť si všetky pohyby študenta, pokúšajúceho sa o udržanie rovnováhy.

Otázky do diskusie: Čo myslíte, že spôsobuje pohyb svalov v nohe? Vydržíte stáť na jednej nohe dlhšie s otvorenými alebo so zatvorenými očami? A čo váš spolužiak? Ktorý zmyslový orgán skúmate týmto pokusom? Akú významnú úlohu má zrak pri udržiavaní rovnováhy? Aký typ ľudí by mohol dosahovať pri tomto pokuse lepšie výsledky?

2. Ďalší pokus je nasledovný: Študent si sadne s prekríženými nohami a zatvorenými očami na otáčavú stoličku. Ďalší študent číta tieto inštrukcie:
 - I. Polož si päste na kolena, palcami smerujúcimi nahor.
 - II. Nakloň päste doľava alebo doprava, podľa toho, ktorým smerom si myslíš, že sa stolička otáča.
 - III. Otvor oči, keď si budeš myslieť, že stolička zastala. Začnite pomaličky stoličkou otáčať. Pohybujte ňou pozvoľne a hladko, nerobte hluk a nedotýkajte sa študenta na stoličke. Po desiatich otočeniach prestaňte stoličkou otáčať a nechajte, nech sa sama zastaví.



Otázky do diskusie: Dokázal váš spolužiak rozoznať, kedy sa stolička zastavila? Čo sa stalo, keď váš spolužiak otvoril oči? Líšil by sa výsledok, keby mal váš spolužiak po celý čas otvorené oči? Ktorý zmyslový orgán sme týmto pokusom „oklamali“? Dal by sa tento pokus uskutočniť v bezťažkovom stave?

3. Každý študent môže urobiť pokus opísaný **v školskom zošite**, úloha č.2.

V prvom prípade ide iba o reflex očí, kým v druhom prípade, keď študent pohybuje hlavou, ide o súčinnosť zraku a systému vnútorného ucha. Vnútorné ucho zabezpečuje, aby oči zostali fixované na bod, aj keď sa hlava pohybuje.

Vo filme – otázka pre študentov

Plátno zaplňa rotujúci bodkovaný dáždňnik, ktorý ukazuje divákovi pohľad z perspektívy astronauta, skúmajúceho príčiny nevoľnosti z pohybu. Ako sa vyrovnávate s protichodnými stimulmi, ktoré spôsobuje pozorovanie pohybujúcich sa bodiek, keď nehybne sedíte?

Upozornenia pre učiteľa, zaujímavosti

Cviky možno prevádzať postupne za sebou alebo jednotlivo. Vedte študentov podľa odporúčaní pre jednotlivé pokusy tak, aby boli bezpečné, efektívne a zábavné.

Pokus 1

Zabezpečte, aby študenti na seba počas cvikov navzájom dohliadali. Nech vytvoria dvojice, v ktorých bude vždy jeden cvičiť a druhý dávať pozor, pre prípad, že prvý stratí rovnováhu. Podľa možnosti cvičte v priestore, kde nie sú vyčnievajúce rohy a kde sa dá dopadnúť na mäkkú podložku.

Tento pokus sa sústreďuje na senzorický systém prítomný vo svaloch a kĺboch a skúma rolu, ktorú hrá v tomto procese videnie. Študenti sa budú pri cvičení na jednej nohe kymáčať, aby udržali rovnováhu. Väčšina svalových pohybov v aktívnej nohe je drobná a rýchla a ľahšie ich možno precítiť vo vlastnom tele, než pozorovať na inom človeku. Ak však má niektorý študent odhalené nohy, môžete skúsiť vypozerovať svalové kontrakcie.

Tieto pohyby spôsobujú nervy vo svaloch a kĺboch, ktoré neustále vysielajú do mozgu signály, aby ste nespadli. Keď sa začnete nakláňať doľava, nervy vo svaloch nohy to signalizujú mozgu, ktorý následne vyšle signály do iných svalov. Tie sa stiahnu a vyrovnajú vás doprava a naopak.

Tento proces prebieha neustále pri státí alebo sedení, ale oveľa výraznejšie si ho uvedomujeme, keď stojíme na jednej nohe.

Pre väčšinu ľudí je zrak najdôležitejšou súčasťou systému na udržanie rovnováhy, pretože poskytuje najviac informácií o našom okolí. Ľudia, ktorí sa najviac spoliehajú na zrak, mávajú väčšie problémy udržať rovnováhu so zatvorenými očami než ľudia, ktorí majú dobre vyvinuté svalové reflexy. Reflexy sa cvikom zlepšujú a nepoužívaním zhoršujú. Skúsenosťami mozog

a svaly získajú lepšiu koordináciu, preto sa staršie deti pohybujú ľahšie ako tie úplne malé. Tanečníci alebo povrazolezci, pre ktorých je rovnováha veľmi dôležitá, tento cvik zvládajú ľahšie.

Pokus 2

Necvičte so študentmi, ktorí sú náchylní na nevoľnosť súvisiacu s pohybom! Stačí, ak cviky predvedie celý triede niekoľko dobrovoľníkov. Ak študenti cvičia vo dvojiciach alebo malých skupinách zabezpečte, aby dávali pozor na toho, kto sedí na stoličke a aby ňou netočili príliš rýchlo. Veľká rýchlosť otáčania nie je potrebná. Po skončení požiadajte sediaceho študenta, aby chvíľu počkal, prípadne jemne potriasal hlavou, kým nadobudne rovnováhu.

Niektorí ľudia sú skvelým pokusným subjektom a ľahko sa dajú oklamať. Iní zase môžu vedieť celkom presne, či a ktorým smerom sa točia. (Sediaci študent si musí zavrieť oči ešte skôr, než sa začne otáčanie. Študenti, ktorí otáčajú stoličkou, sú potichu a nedotýkajú sa sediaceho, aby mu nedávali dodatočné signály).

Tento pokus sa sústreďuje na systém vo vnútornom uchu a skúma rolu, ktorú hrá videnie pri udržiavaní rovnováhy. Vestibulárny aparát hlboko v uchu zisťuje polohu hlavy, a tak umožňuje udržiavať rovnováhu a orientáciu. Bez dodatočných signálov zo svalov a očí sa vnútorné ucho dá ľahko oklamať, či sa telo pohybuje alebo nie.

Astronauti na palube misií Skylab a Space Shuttle prevádzali podobné experimenty, ktoré fungujú aj v beztiažovom stave, pretože vestibulárny aparát detekuje predovšetkým rotačný pohyb a nie gravitačnú silu. Astronaut aj stolička však museli byť pri tomto pokuse pripútaní!

Asi 80 percent astronautov zažíva stav podobný nevoľnosti z pohybu pri vstupe do beztiažového stavu. Tento pocit vzniká, keď mozog dostáva od senzorickeho systému signály, ktoré nezodpovedajú známym podnetom. Napríklad na lodi na obežnej dráhe mozog dostáva z očí signály, ktoré sú zvyčajne spojené s nehybnosťou, ale zároveň vnútorné ucho ohlasuje, že telo padá. Táto teória „senzorickeho konfliktu“ je v súčasnosti najviac uznávaná. (Podobnou teóriou sa vysvetľuje nevoľnosť z cestovania a morská choroba, aj keď sa prejavujú trochu odlišne.)

V súčasnosti mnohí astronauti berú proti týmto prejavom lieky. Telo si zvykne na zmenené signály za 72 hodín. Reflexy zlenivejú a astronauti majú pri návrate na Zem problémy. Zotavujú sa však rýchlo a do pôvodnej formy sa dostanú za 1 až 4 dni.

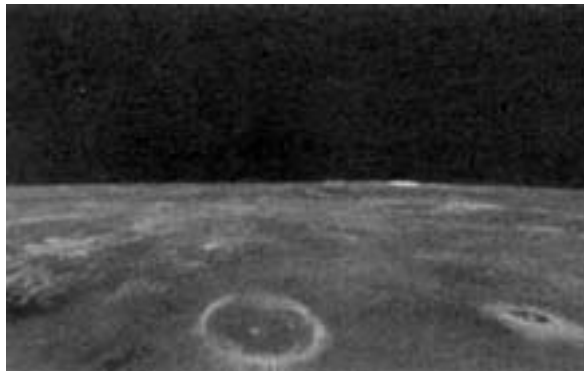
Prieskum vesmíru

Ciel'

Zamyslieť sa so študentmi, aké sú výhody posielania robotov do vesmíru, aké úlohy môžu plniť a aké problémy sa môžu vyskytnúť pri spracovaní a analýze dát od robotických prieskumníkov.

Úvod

Od vypustenia Sputnika v roku 1957, ľudí vo vesmíre vždy predchádzali roboty. S nástupom plánov na výskum za hranicami Mesiaca sa roboty stávajú nenahraditeľnými. Posielajú sa do vesmíru často, pretože je to menej nákladné, sú lepšie vybavené na nebezpečné a opakujúce sa rutinné úlohy.



Pre letovú sekvenciu vo filme boli vytvorené trojdimenzionálne obrazy z údajov zo sondy Magellan. Radar na Magellane prenikol hustou atmosférou Venuše a zmapoval jej povrch. (Pozn. Zobrazený je len povrch planéty, nebo nad Venušou nie je počas dňa temné.)

Spôsob vedenia hodiny

V tejto aktivite budú študenti analyzovať zábery a údaje z jednej z ôsmich lokalít v slnečnej sústave a rozhodovať o vyslaní astronautov na misiu (úloha č.3 zo školského zošita).

1. Dobrovoľník nahlas prečíta text:
Predstavte si, že ste vedecký tím, ktorý požiadal o spoluprácu popredný planetárny výskumný inštitút. Robotizované posádky, vyslané pred niekoľkými rokmi, teraz posielajú obrazy a dáta z niekoľkých zaujímavých miest v našej slnečnej sústave. Vedenie inštitútu požiadalo váš tím, aby ste dáta preskúmali a rozhodli o tom, na ktoré miesta vyslať ľudskú expedíciu.
Pre každý z cieľov možno vzniknúť pozitívne argumenty, bez ohľadu na problémy s ním spojené. Argumenty by mali byť vyčerpávajúce a mali by preukázať vaše vedomosti.
2. Rozdelte študentov do štvorčlenných skupín, každý študent si vyberie rolu: vedec (V), lekár (L), inžinier (I) a koordinátor projektu.
3. Rozdelte im fotografie preskúmaných lokalít, jednu pre každý tím.
4. Úlohou študentov je analyzovať obrázok a údaje z im pridenej lokality, použiť otázky uvedené na začiatku úlohy č.3 v školskom zošite ako pomôcku pri vyvodzovaní záverov. Povzbudte študentov, aby sa snažili diskutovať v skupine o charakteristike danej lokality, možných technických problémoch spojených s pristátím ľudskej posádky.

5. Odporučte im venovať sa každej otázke, ale obzvlášť tým, ktoré sa týkajú ich roly v skupine. Napríklad lekár hľadá otázky označené „L“. Koordinátor projektu zhrnie zistenia a začne pripravovať prezentáciu.
6. Prezentáciu hodnotenia lokality prednesie koordinátor vedeniu inštitútu. Vedenie inštitútu predstavuje učiteľ.
7. Študenti môžu toto zadanie dostať aj ako písomnú domácu úlohu.

Študenti sa majú zamyslieť nad týmito faktormi:

Hoci dlhodobé lety sú veľmi drahé, náklady prerátané na jeden deň letu budú nižšie ako pri krátkych letoch.

Skôr, než budú ľudia môcť vycestovať do vesmíru na dlhší čas, bude potrebné prekonať celý rad konštrukčných a medicínskych prekážok. Lode skonštruované na dlhé misie budú uzavretým systémom – po opustení Zeme nebude možné doplniť žiadne zásoby, ani vyhodit' nič, čo sa dá zúžitkovať. Lode budú musieť recyklovať vzduch, vodu a pravdepodobne aj jedlo. Ruská kozmická stanica Mir je dodnes jediná, ktorá recyklovala kľúčový prvok (vodu), ale nerecyklovala vzduch a jedlo muselo byť dopĺňané raz za niekoľko mesiacov. Dizajn lode musí vhodne minimalizovať úniky vzduchu a hromadenie škodlivých plynov.

Keď ľudia trávajú vo vesmíre dlhší čas, musia sa vyrovnáť s psychologickými nárokmi, ktoré na nich kladie život v radikálne odlišných podmienkach. Napr. astronauti budú musieť žiť a komunikovať celé mesiace s tou istou malou skupinou ľudí.

Môžu sa síce spojiť rádiovými vlnami s ľuďmi na Zemi, ale tam ich čaká až 20 minútové oneskorenie signálu, ktorý putuje veľkou vzdialenosťou. Toto oneskorenie je frustrujúce a môže byť katastrofické, ak posádka v prípade núdze potrebuje okamžité informácie.

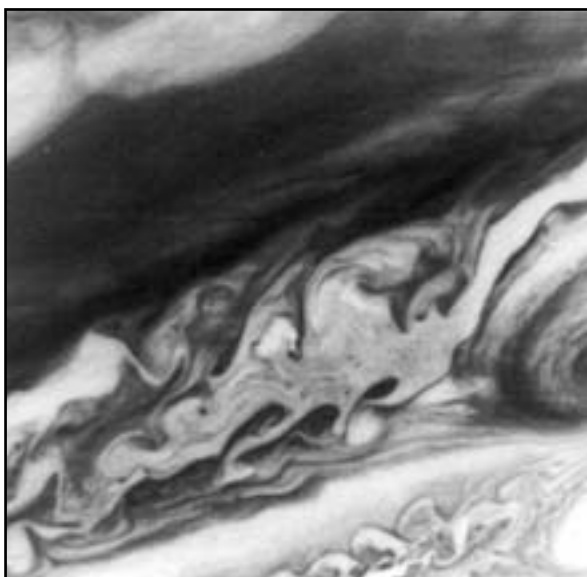
Najväčšími fyzickými prekážkami pre ľudí vo vesmíre sú rádioaktívne žiarenie a beztiažový stav. Aj keď sú astronauti pri lete čiastočne ochránení pred žiarením, dostávajú oveľa vyššie dávky ako ľudia na Zemi. Ochrana sa musí ešte viac zdokonaľiť, aby mohli ľudia letieť aj na také vysoko rádioaktívne miesta ako je Jupiter.

Astronauti sú vystavení aj dlhotrvajúcemu beztiažovému stavu. Kozmonauti, ktorí strávili v stave beztiaže rok, nevládali po návrate na Zem chodiť. Stratili časť svalovej aj kostnej hmoty a prešli aj ďalšími telesnými zmenami.

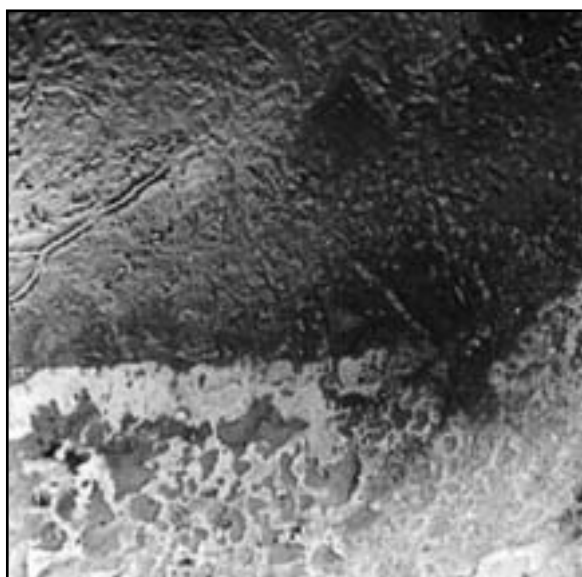
Jedným z riešení by mohla byť rotujúca loď alebo odstredivky na palube, takže by ľudia počas letu mohli byť vystavení silám, podobným gravitácii.

Tieto problémy, podobne ako konštrukčné prekážky, musia byť vyriešené skôr, než sa lety ľudí k vzdialeným cieľom stanú realitou.

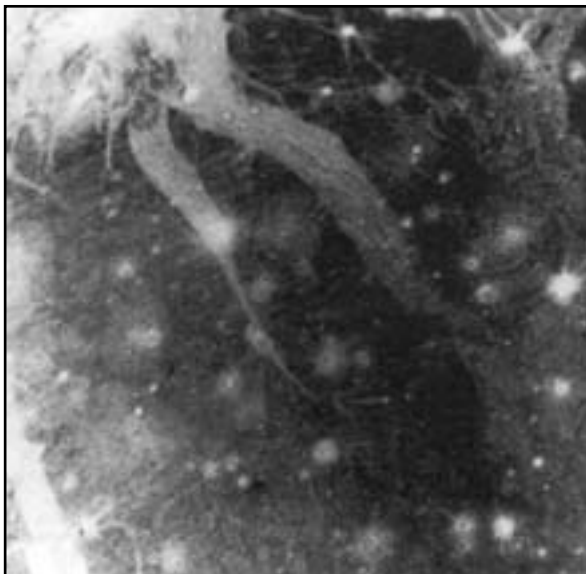
Informácie o lokalitách



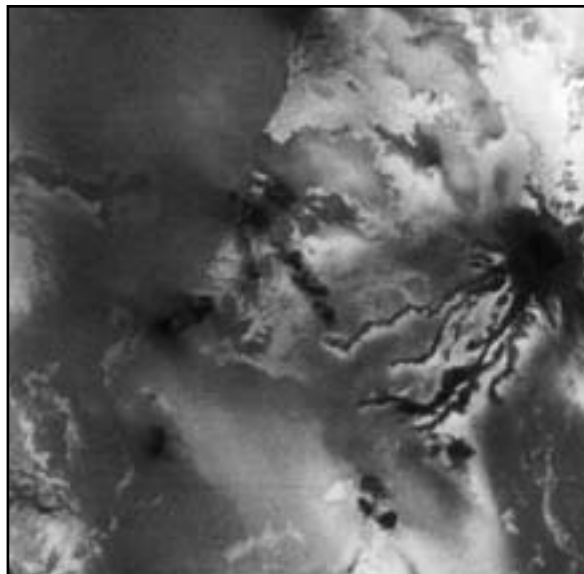
A: Tento obraz z Jupitera, zo sondy Voyager 2, zachytáva oblasť západne od Veľkej červenej škvrny, ktorá vyzerá ako turbulentná vlna. Podobné prúdy vidno na západ od bieleho oválu na spodnej časti fotografie. Ostatné časti tejto rovníkovej oblasti charakterizujú rozptýlené oblaky.



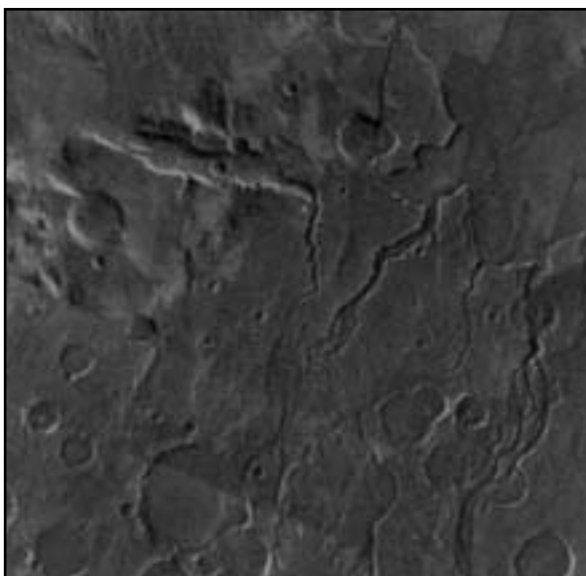
B: Na tejto fotografii z Voyagera 2 je zachytený Tritón, najväčší mesiac Neptúna. Na jeho povrchu dominuje veľké množstvo polygonálnych, zhruba kruhových útvarov s priemerom 30 – 50 km, ktoré môžu byť krátermi. Všimnite si zvláštne zdvojené hrebene, ktoré sa navzájom pretínajú. Sú široké 15 – 20 km a niekoľko stoviek km dlhé. Tieto geologické črty a spektrálne dáta naznačujú, že Triton je pokrytý zmesou ľadu.



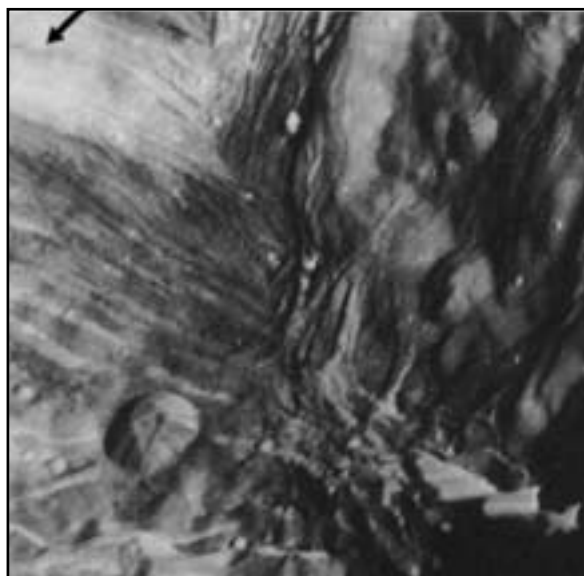
C: Tento obrázok Ganymeda, najväčšieho mesiaca Jupitera, zachytila sonda Voyager 2. Najmenšie rozoznateľné útvary sú široké 5 – 6 km. Pásmo zbrázdneného terénu vľavo dole má šírku asi 100 km. Lineárny útvar v ľavom dolnom rohu je zlomený, pričom posunutie, ktoré je viditeľné, predstavuje v realite 50 km. Je to príklad toho, k čomu môže dôjsť po zemetrasení. Tento a ďalší podobný útvar, objavený sondou Voyager 1, sú prvým jasným dôkazom tektonických zlomov objavených mimo planéty Zem. Na tomto obraze vidieť mnohé krátery rôzneho veku. Jasné krátery s lúčmi sú najnovšie. Veľké ustupujúce kruhové stopy môžu byť krátermi z dávnych čias, ktoré boli vyhladené posunmi ľadovcov.



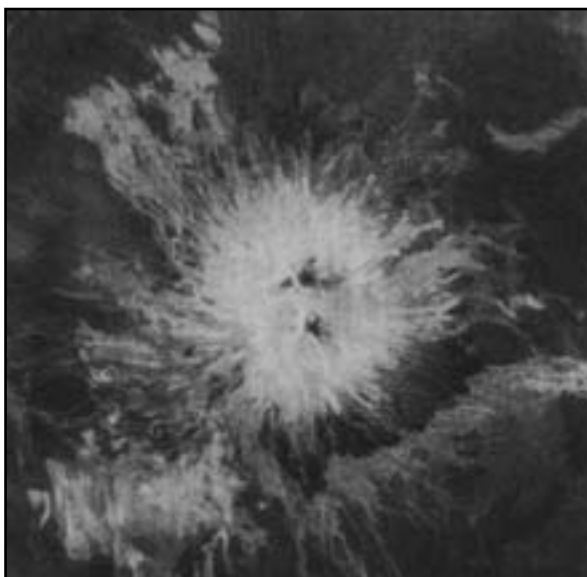
D: Tento obrázok Io, najbližšieho mesiaca Jupitera, zachytila sonda Voyager 1 zo vzdialenosti 128 500 km. Šírka záberu zachytáva v realite asi 1000 km. Io je charakteristický povrchovými nánosmi zlúčenín síry, solí a pravdepodobne vulkanických sublimátov. Tmavý flak s nepravidelnými prúdmi pri dolnom okraji by mohla byť sopka s výtokmi lávy.



E: Tento kompozitný obraz Marsu zachytáva početné krátery a výtokové kanály, ktoré mohli vzniknúť výronom vody na povrchu. (Na póloch a pod povrchom je prítomný ľad, ale na povrchu nebola objavená žiadna tečúca voda.) Kanály pretínajú veľké množstvo kráterov, čo nám umožňuje domnievať sa, že kanály sú mladšie ako krátery.



F: Voyager 2 nám poskytol aj tento záber z Mirandy, najbližšieho z veľkých satelitov Uránu. Obraz zachytáva oblasť v šírke asi 250 km. Vidno dva druhy terénu: vysoký hornatý terén vpravo a nižší, priečne pruhovaný terén, vľavo. Krátery vo vysokom teréne ukazujú, že je starší ako nízky terén. Obidve oblasti pretínajú čiary, pravdepodobne zlomy. Kráter v dolnej časti obrazu je široký asi 25 km.



G: Tento obrázok zachytáva sopku Sapas Mons na Venuši, ktorá má šírku asi 400 km a výšku 1,5 km. Tmavšie prúdy na pravom dolnom okraji vulkánu sú hladšie ako svetlejšie prúdy blízko stredu. Mnohé prúdy vyzerajú, akoby vyrazili z bokov sopky, a nie z jej vrcholu. Takýto typ erupcie je typický aj pre veľké sopky na Zemi, napríklad na Havaji. V oblasti vrcholu sú dve náhorné plošiny, ktoré na radarovom obraze vyzerajú tmavé a skupinky prepahlísk, ktoré majú šírku až 1 km. Pripasti sa mohli vytvoriť, keď sa podzemné komory magmy vyprázdnila a povrch sa prepadol. Kráter s priemerom 20 km, severovýchodne od sopky, je čiastočne pochovaný pod lávovými prúdmi.



H: Tento obraz Mesiaca bol získaný počas misie Apollo 17. Dominuje mu časť Ciolkovského krátera. Tento dopadový kráter vznikol nárazom kolosálneho meteoritu. Vyvýšenina pri strede obrazu naznačuje epicentrum dopadu a je široká asi 58 km. Hladká tmavá oblasť, dôsledok lávových prúdov vytvorených po dopade meteoritu, je súčasným dnom krátera. Celá oblasť je poznačená krátermi novšieho dátá. Vlnité línie nie sú suchými riečnymi korytmami ale lávovými potôčkmi, ktoré vytryskli na povrch, keď zatuhol hlavný prúd. Vrásčité, konvexné hrebene vpravo hore, kolmé na potôčky, sa pravdepodobne vytvorili stlačením lávy.

Pre učiteľa

Študenti by si mali uvedomiť nasledovné charakteristiky:

Lokality **A, B, D, E a G** majú atmosféru

D, G a pravdepodobne **H** - vulkány

C, E, F, G, H a možno **B** - krátery po dopade

B, C, E, F a G - zlomové línie

Dobрым príkladom miestnej suroviny, ktorá môže byť užitočná, je pôda. Napríklad v marťanskej a mesačnej pôde by sa dali pestovať rastliny. Pôda sa môže použiť ako radiačný štít, ak má posádka možnosť ju vykopať. Ak je na planéte zľadovená voda, po vyťaženi a očistení je zdrojom pitnej vody.

V rámci obmedzení súčasnej techniky, ľudia nemôžu skúmať **Jupiter**, pretože by neprežili pristátie. Na Jupiteri je veľký atmosferický tlak, žiarenie a gravitácia dvakrát taká silná ako na Zemi. Vedci by pravdepodobne mohli vyvinúť spôsob, ako ľudí ochrániť pred vysokým tlakom, ale neboli by schopní odtieniť gravitáciu alebo rádioaktívne žiarenie. Dokonca aj robotizovaná posádka by musela byť do istej miery špecializovaná. Na plynovom gigante nie je žiaden

povrch, na ktorom by sa dalo pristáť, takže robotický výskumník by musel plávať alebo sa vznášať v hustom plyne planéty. Vo svetle týchto faktov, Jupiter by musel byť pravdepodobne skúmaný z obežnej dráhy.

Venuša by tiež asi musela byť skúmaná z obežnej dráhy. Jej vysoké teploty môžu odradiť dokonca aj robotickú posádku, a nie je žiaden spôsob, ako zabezpečiť chladenie. Technológia používaná v chladničkách by pri takých vysokých teplotách zlyhala. Chladničky vytiahnu teplo zo svojho vnútra a rozptýlia ho do atmosféry. (Študenti si môžu všimnúť, že chladničky sú zvonka teplé.) Ak je atmosféra horúca, chladnička nemá kam rozptýliť teplo a systém sa prehrieva. Dosať nám z povrchu Venuše posielalo správy desať sond, a všetky sa prehriali. Najdlhšie vydržala Venera 17 – až 127 minút!

Lokality **B, C, E, F a H** sú studené, skalnaté svety podobné Antarktíde, avšak na rozdiel od nej nemajú atmosféru. Neprítomnosť vzduchu vytvára podmienky podobné Mesiacu, kde astronauti museli nosiť pretlakové skafandre.

Priamy prieskum lokalít **A** a **G** robotizovanou posádkou by bol podobný hlbokomorskému výskumu. Vedci na bádanie v najhlbších oceánoch,

v podmienkach extrémne vysokého tlaku, používajú diaľkovo ovládané batyskafy. Na lokality A a G by boli potrebné pevné zariadenia, schopné vydržať vysoký tlak. Na analýzu hrubej atmosféry týchto lokalít by boli potrebné skúsenosti zo štúdia počasia, vetra a dynamiky kvapalín.

Lode, letiace energeticky efektívnym spôsobom, letia pomaly, lenže spotrebujú oveľa menej paliva ako lode na rýchlej dráhe. Na druhej strane náklady, riziká a nároky na techniku sa s dĺžkou trvania letu zvyšujú.

Študenti by mali vedieť posúdiť nasledovné faktory, ktoré môžu ovplyvniť náklady a uskutočniteľnosť letu do ich lokality:

- technická náročnosť vhodnej kozmickej lode
- problém komunikácie na veľkú vzdialenosť
- fyziologické a psychologické nároky na adaptáciu
- rizikovosť prostredia ako napr. žiarenie a mikrometeority

Študenti sa nemusia nasilu držať svojej roly, môže im však pomôcť zamerať svoju pozornosť.

Požiadajte „vedenie inštitútu“, aby si tiež našťudovalo informácie o jednotlivých lokalitách, aby malo prehľad o tom, čo budú tímy prezentovať.

Nasledujúci zoznam vám uľahčí hodnotenie študentských prezentácií. Študenti môžu zoznam použiť ako pomôcku pri vypracúvaní svojich prezentácií.

Analýza lokalít z hľadiska:

- vlastností zaujímavých pre štúdium
- využitia dostupných zdrojov
- odporúčania pristátia, alebo odporúčenia pozorovania z obežnej dráhy
- vysporiadania sa s atmosferickým tlakom

Dĺžka misie analyzovaná z hľadiska:

- fyziologických zmien
- radiácie
- psychologického dopadu na posádku
- pravdepodobnosti zásahu mikrometeoritom
- časového oneskorenia pri komunikácii
- finančných nákladov

Môžete porovnať dve alebo viac lokalít, ktoré by mohli prísť do úvahy pre let s ľudskou posádkou. Po ukončení tejto aktivity môžete pripevniť fotografie na školskú nástenku a vyhlásiť súťaž, kto dokáže určiť všetky lokality.

Vo filme

Film obsahuje obrázky z Jupitera, ktoré poslala sonda Voyager. Divácia „letia“ nad povrchom Venuše a Marsu – v trojrozmerných scénach, vytvorených z údajov robotizovaných sond Magellan a Viking.

Komunikácia naprieč vesmírom

Ciel'

Upozorniť študentov na komplikácie v komunikácii medzi veľmi vzdialenými miestami vo vesmíre.

Materiál

pre každú skupinu:

dve sady rovnakých kociek zo stavebnice (napr. z lega) diktafón alebo kazetový prehrávač (s možnosťou nahrávania), s dvoma čistými kazetami – môžu byť nahradené písaním odkazov

Spôsob vedenia hodiny

1. Rozdelte študentov na štvorčlenné skupiny, dve skupiny budú tvoriť páry.
2. Jedna skupina v páre bude „Riadiaci tím misie“ na „Zemi“ a druhá „Stanica“ na „Marse“.
3. Obidve skupiny postupujú podľa nasledujúceho scenára:

Riadiaci tím

- I. Prečítajte si pokyny v úlohe č. 4 zo školského zošita.
- II. Vybudujte zo stavebnice jednoduchý prístrešok. Na pásku nahrajte čo najviac inštrukcií, ktoré umožnia tímu na „Marse“ vybudovať taký istý prístrešok.
- III. Určte jedného člena tímu, ktorý bude ako kuriér dopravovať kazety na dohovorené miesto.

Stanica

- I. Prečítajte si pokyny v úlohe č. 4 zo školského zošita.
- II. Podľa inštrukcií zo „Zeme“ vybudujte zo stavebnice jednoduchý prístrešok. Na pásku nahrajte otázky, ktoré máte.
- III. Určte jedného člena tímu, ktorý bude ako kuriér dopravovať kazety na dohovorené miesto.

Pre učiteľa

Po pätnástich minútach porovnajte „budovu“ na Zemi a Marse.

Aj keď rádiový signál putuje neuveriteľnou rýchlosťou svetla, prekonanie obrovských vzdialeností vesmíru je časovo náročné. So zvyšujúcou sa vzdialenosťou treba rátať s čoraz väčším oneskorením komunikácie medzi loďou a Zemou.

Ak všetko pôjde dobre, „budova“ na „Marse“ bude vyzeráť rovnako ako na „Zemi“ – ale nemusí to tak byť. Zamerajte pozornosť študentov na dôležitosť komunikácie pri procese výstavby. Ak sa pri hre komunikácia zhoršila, požiadajte ich, nech vysvetlia prečo. Zaplietli sa a museli žiadať dodatočné inštrukcie? Ak áno, možno dostali viac odpovedí, než dokázali spracovať. Môžete zdôrazniť, že podobnú dilemu budú musieť riešiť všetci budúci cestovatelia vesmírom.

Oneskorenie môže byť nebezpečné, keď sa astronauti v núdzovom stave radia s riadiacim tímom na Zemi.

Odporúčania pre učiteľa

Skôr než začnete, upozornite študentov na možné problémy a odporučte im najprv postaviť jednoduchú stavbu.

Po doručení každej správy pretočte kazetu na začiatok. Pomôže to študentom nájsť novú správu a zabráni miešaniu starých a nových správ.

Študenti môžu namiesto magnetofónu použiť papier a ceruzku. Písanie je časovo náročnejšie ako nahrávka, ale ľahšie sa zvláda a umožňuje použitie nákresov.

Zabezpečte, aby skupiny pracovali s rovnakými stavebnými prvkami.

Kuriéri sa nesmú medzi sebou rozprávať – smú si len odovzdať nahrávku alebo písomnú informáciu.

Predmety sa posielajú nesmú, pretože loďou by trvalo 9 mesiacov, kým by dorazili na Mars.

Táto aktivita nemusí trvať dlho. Cieľom je pochopiť prekážky vlastné tomuto druhu komunikácie, a nie postaviť dokonalé stavby.

Vo filme – otázka pre študentov

Vo filme vidíme, ako sa na Zemi testujú experimentálne štúdie vozidiel, určených pre Mars. Predstavte si, aké by to bolo, riadiť tieto vozidlá zo Zeme, pri oneskorení signálu, ku ktorému dochádza medzi dvoma planétami.

Oblečenie do vesmíru

Ciel'

Študenti spoznajú časti skafandra a najmä súvislosť medzi vonkajšími podmienkami a technickým riešením oblečenia.

Materiál

obrázky, fotografie skafandra, ktoré učiteľ prinesie, prípadne nájdu študenti v časopisoch alebo na Internete.

Spôsob vedenia hodiny

1. Skôr než študenti začnú spoznávať súčasti skafandra, vyzvite ich, aby skúsili pomenovať čo najviac vlastností vesmírneho prostredia.
2. Študenti sa podľa obrázkov snažia rozoznať jednotlivé časti skafandra a učiteľ riadi diskusiu. Diskusné otázky pomôžu študentom zamerať sa na detaily pri pohľade na predmet taký neznámy a komplikovaný, akým skafander je. V skupinkách môžu svoje zistenia neformálne prebrať a potom počas diskusie vyjadriť svoje názory.
Ak budú mať študenti problémy rozpoznať jednotlivé súčasti skafandra a ich funkciu, pripomeňte im, že skafander je skonštruovaný tak, aby dokázal vzdorovať jednotlivým vlastnostiam vesmíru.
3. Študenti môžu **úlohu** č.5 zo školského zošita spracovať aj písomne

Otázky do diskusie

Každej skupine študentov môžete prideliť jeden okruh otázok. Každá skupina môže svoje zistenia predstaviť ostatným.

Čo ste si všimli na skafandri? Čo vám pri tom zišlo na um? Pomyslite na to, kde astronaut skafander nosí – aké je prostredie vo voľnom vesmíre?

Ľudia, ktorí navrhovali prvé skafandre, sa inšpirovali oblekmi pre hlbokomorských potápačov. Prečo to tak robili? Čím sa vesmír podobá na dno oceánu? Čím sú si podobné skafander a potápačský oblek?



Aký hrubý je skafander? Koľko vrstiev vidíte? Načo sú tie vrstvy určené? Akým spôsobom chráni skafander pred mikrometeoritmi a inými vesmírnymi objektmi? Akým spôsobom chráni astronauta pred intenzívnym teplom a chladom vo vesmíre? Môže sa astronaut v skafandri prehriať?

Nájdite systém na podporu životných funkcií. Odiaľ astronautovi prichádza kyslík? Kam odchádza oxid uhličitý? Akým spôsobom udržiava skafander tlak okolo astronautovho tela? Prečo je to dôležité? Kde nájde astronaut malé občerstvenie a hlt vody?

Čo myslíte, koľko váži taký skafander? Záleží vo vesmíre na jeho hmotnosti? Čo zabraňuje astronautovi, aby neuletel, keď pracuje vo voľnom vesmíre? Ktoré prvky skafandra mu umožňujú ovládať pohyb v priestore? Čím sa odlišuje pohyb vo vesmíre od pohybu na Zemi?

Ktoré druhy prác astronauti vykonávajú, keď majú oblečené skafandre? Ktoré nástroje sú súčasťou skafandra? Astronaut môže v skafandri pracovať 7 až 8 hodín. Čo môže obmedzovať tento čas? Môžu astronauti v skafandri voľne hýbať rukami a nohami?

Nájdite súčasti skafandra, ktoré umožňujú astronautom komunikovať.

Zaujímavosti, slovník

Extravehikulárna aktivita (EVA) – aktivita, ktorú astronaut vykonáva mimo kozmickej lode, vo voľnom vesmíre alebo na povrchu vesmírneho telesa

Podporný systém (systém na podporu životných funkcií) – zariadenie, ktoré je spojené so skafandrom a reguluje telesnú teplotu, udržiava tlak, poskytuje kyslík a pohlcuje oxid uhličitý.

Manévrovací jednotka (MJ) – zariadenie, ktoré umožňuje nositeľovi pohybovať sa vo voľnom vesmíre pomocou plynových trysiek.

Na počiatkoch vesmírneho výskumu bol každý skafander skonštruovaný na mieru pre každého astronauta. Dnes je astronautov oveľa viac, takže konštrukcia na mieru by bola príliš nákladná. Namiesto toho technici skafandre skladajú z jednotlivých komponentov rôznych veľkostí do požadovaného výsledku.

Nasleduje opis skafandra, aké sa používajú v raketoplánoch, všetky skafandre však majú podobné črty. Najbližšie k astronautovmu telu je zberač moču, čo je vlastne modifikované spodné prádlo. Ďalšia vrstva je z nylonu, vyzera ako dlhé pyžamo, ba je takmer taká pohodlná. V tejto vrstve sú zapustené trubičky, ktorými preteká studená voda. Voda pohlcuje telesné teplo a chladí astronauta. Ohriata voda sa ochladí, keď preteká batohom.

Nasledujú dve hlavné súčasti skafandra – vrchné a spodné torzo. Tie sú spojené do seba zapadajúcimi, vzduchotesnými ocelovými obručami.

Na vnútornej strane hlavnej časti je tlaková blana, ktorá funguje ako pneumatika – zabraňuje rozpínaniu a udržiava tlak. Nasleduje ďalšia ochranná vrstva, ktorá drží tlakovú blanu a udáva jej tvar. Tieto dve vrstvy sú obalené početnými ďalšími, ktoré poskytujú tepelnú izoláciu a ochranu pred roztrhnutím a prepichnutím. Pod vrstvami v hornom torze je pevná škrupina, podobná pancieru, ktorá poskytuje pevný podklad na pripojenie mohutnejších zariadení.

Astronautova hlava je chránená textilnou maskou a umelohmotnou prilbou. Helma má dva priezory, jeden čistý, ktorý chráni pred vzduchoprázdnom a mikrometeoritmi a druhý pozlátený, ktorý filtruje slnečné svetlo. Do seba zapadajúce, vzduchotesné ocelové obruče pripájajú helmu ku golieru obleku.

Astronautove viacvrstvové vonkajšie rukavice sú tiež pripojené obručami. Pod nimi má na ruke jemné pohodlné rukavice.

Systém na podporu životných funkcií poskytuje všetko, čo je potrebné, aby sa astronaut udržal pri živote. Z tlakového zdroja dodáva kyslík a obsahuje látky pohlcujúce vydýchnutý oxid uhličitý. Astronauti dýchajú čistý kyslík, pretože v skafandri sa udržiava nižší tlak, než je v raketopláne alebo na Zemi. (V kabíne raketoplánu je štandardných 101 kPa alebo jedna atmosféra, tlak vzduchu na hladine mora). Keby bol takýto tlak vo vnútri skafandra, stal by sa z neho tuhý, neohybný balón.

V skafandri je aj občerstvenie: pri krku je pripevnené vrecko s nápojom a do helmy trčí slamka. Tyčinka z obilnín, ovocia a orechov, zabalená v jedlom ryžovom papieri je pripevnená tak, že si astronaut môže kedykoľvek pohodlne zahryznúť.

Koľko váži celé to zariadenie? Priemerný EVA skafander, používaný pri letoch raketoplánmi, váži na Zemi asi 112 kg – ale vo vesmíre vôbec nič.

Mimo lode by astronauta unášalo preč, keby nebol pripútaný, alebo keby nemal Manévrovaciu jednotku. MJ umožňuje astronautovi pohyb pomocou ručne ovládaných plynových trysiek, ktoré poháňajú astronauta opačným smerom.

Vo filme – úloha pre študentov

Vidíme astronautov ako obsluhujú Hubblov teleskop. Pozorujte ako skafander chráni, ale zároveň obmedzuje astronauta.

Vzťah medzi vesmírom a skafandrom

Aký je vesmír (charakteristika)	Súčasti skafandra (štruktúry)	Funkcie skafandra
	Batoh s tryskami	Poháňa astronauta, Umožňuje manévrovanie
Stav beztliaže	Spojenie s loďou („pupočná šnúra“)	Zabraňuje unášaniu astronauta vo voľnom vesmíre
Horúčava	Chladná voda v trubičkách votkaných do obleku	Chladí astronauta
Ľadová zima	Veľa vrstiev	Tepelná izolácia
Čiastočky prachu a iné predmety		Ochrana pred zranením
Žiaden vzduch	Kyslíkové bomby	Umožňujú dýchanie Absorpcia oxidu uhličitého
Žiaden tlak (vákuum)	Vrstva, ktorá udržiava tlak	Udržiava tlak okolo celého tela
Zvuk sa nešíri	Rádio	Umožňuje komunikáciu
	Ohybné kĺby	Umožňuje voľný pohyb rúk a nôh

Osud vo vesmíre

Autor: Educational Services Department,
National Air and Space Museum, Smithsonian Institution
Úprava textu: RNDr.Dana Jančinová
Jazyková korektúra: Mgr.Tatiana Kostelníková
Grafická úprava: Stano Jendek | Renesans, spol. s r. o.
Materiál vznikol v spolupráci s MINISTERSTVOM ŠKOLSTVA SR