centrum nauki Experyment

scenariusze dla nauczycieli

klasy 4-6 SP

scenariusze dla nauczycieli

klasy 4-6 SP

spis treści

spis treści 02

wstęp teoretyczny dla nauczyciela 03

cele 04

część I - przestrzeń kosmiczna 05

doświadczenie 1. wrzenie wody w temperaturze pokojowej 06
doświadczenie 2. komora próżniowa 06
doświadczenie 3. badanie kosmicznych filtrów – ochrona przed UV 08
doświadczenie 4. temperatura 09
podsumowanie 10

część II - misja na Marsa 11

doświdczenie 1. opóźnienie komunikacyjne 12
doświdczenie 2. produkcja tlenu – elektroliza wody 13
doświdczenie 3. rdzawa powierzchnia Marsa 14
doświdczenie 4. magnetyzm lokalny 15
podsumowanie 16

dodatkowe informacje merytoryczne 17
notatki 20

wstęp teoretyczny dla nauczyciela

Temat został podzielony na dwie części. Pierwsza z nich dotyczy przestrzeni kosmicznej i warunków w niej panujących, natomiast druga planety Mars.

Planując podróż w przestrzeń kosmiczną, należy zwrócić uwagę na pewne czynniki występujące podczas startu rakiety, samego lotu, jak i warunków tam panujących. Podczas zajęć zwrócimy szczególną uwagę na próżnię, promieniowanie kosmiczne oraz budowę rakiety.

czas realizacji → 2 x 45 min

odniesienie do podstawy programowej

przyroda

I. sposoby poznawania przyrody – uczeń m.in

- opisuje wyposażenie laboratoryjne i zasady bezpiecznego wykonywania doświadczeń
- prowadzi proste obserwacje i doświadczenia według instrukcji, opisuje ich przebieg oraz wyciąga wnioski

II. orientacja w terenie i składniki przyrody – uczeń m.in.

- opisuje działanie magnesu i kompasu oraz wyjaśnia pojęcie kierunków świata
- poznaje środowisko przyrodnicze najbliższej okolicy
- wymienia i opisuje czynniki warunkujące życie na Ziemi (temperatura, ciśnienie, dostęp do tlenu, wody i światła)

geografia

I. Ziemia we Wszechświecie – uczeń m.in.

- wskazuje miejsce Ziemi w Układzie Słonecznym oraz charakteryzuje wybrane ciała niebieskie (ze szczególnym uwzględnieniem Marsa i Księżyca)
- porównuje cechy środowiska przyrodniczego Ziemi z warunkami panującymi w kosmosie oraz na innych planetach

biologia/przyroda

I. organizm człowieka i jego funkcjonowanie – uczeń m.in.

- wyjaśnia znaczenie tlenu dla życia człowieka oraz rosnącą rolę czystego powietrza i wody
- opisuje negatywny wpływ czynników zewnętrznych (np. promieniowania UV, braku ciśnienia, niedoboru tlenu, skrajnych temperatur) na funkcjonowanie organizmu

cele

cele ogólne

- pobudzenie ciekawości naukowej i rozwijanie myślenia przyczynowo-skutkowego poprzez obserwację zjawisk fizycznych i chemicznych odtwarzających warunki kosmiczne
- kształtowanie umiejętności przeprowadzania prostych eksperymentów i wyciągania z nich wniosków (obserwacja wpływu spadku ciśnienia, promieniowania UV, procesów chemicznych oraz magnetyzmu)
- zrozumienie, dlaczego Ziemia jest unikalnym miejscem do życia – w porównaniu z otwartym kosmosem i Marsem
- ukazanie praktycznej roli technologii i inżynierii w projektowaniu rozwiązań chroniących ludzkie życie w ekstremalnych warunkach (skafandry, tarcze termiczne, produkcja tlenu)

cele szczegółowe

w zakresie wiedzy uczeń

- wymienia główne wyzwania związane z przebywaniem w kosmosie (próżnia, brak tlenu, promieniowanie UV, skrajne temperatury, mikrograwitacja)
- tłumaczy, dlaczego na Ziemi jesteśmy bezpieczni dzięki obecności atmosfery i pola magnetycznego
- opisuje podstawowe cechy Marsa (mroźny klimat, rzadka atmosfera CO_2, rdzawa powierzchnia zawierająca tlenki żelaza, brak ogólnego pola magnetycznego)
- rozumie powód opóźnionej komunikacji z Marsem oraz potrzebę produkcji tlenu na jego powierzchni

w zakresie umiejętności uczeń

- przeprowadza doświadczenia według instrukcji (m.in. ze strzykawką, balonem w komorze próżniowej, koralikami UV, folią NRC, elektrolizą wody i rdzewieniem wełny stalowej)
- na prostych przykładach wyjaśnia zjawiska rozprężania się gazów oraz wrzenia cieczy przy spadku ciśnienia
- wykorzystuje magnesy i opiłki żelaza do wizualizacji pola magnetycznego oraz modelowania lokalnego pola magnetycznego Marsa
- wskazuje, jak elementy wyposażenia astronautów (np. złoty wizjer, bielizna chłodzona cieczą, warstwy wody i polimerów) chronią ich przed niebezpieczeństwami

w zakresie postaw i kompetencji społecznych uczeń

- sprawnie i bezpiecznie współpracuje w grupie przy wykonywaniu eksperymentów
- uczy się stawiać hipotezy przed wykonaniem doświadczenia i weryfikować je na podstawie obserwacji
- docenia znaczenie naturalnego środowiska Ziemi i potrzebę jego ochrony

przebieg lekcji

część I – przestrzeń kosmiczna

wprowadzenie

nauczyciel pyta uczniów

Gdybyście mieli zaplanować podróż w kosmos, to na jakie trudne warunki i zagrożenia musielibyście uważać?

możliwe odpowiedzi uczniów to

- brak powietrza/brak tlenu do oddychania
- brak grawitacji (latające przedmioty, stan nieważkości wynikający ze swobodnego spadania)
- bardzo niska albo bardzo wysoka temperatura
- niebezpieczne promieniowanie kosmiczne
- ogromne przeciążenia i wstrząsy przy starcie rakiety

Więcej informacji znajduje się w *Dodatkowych informacjach merytorycznych*.

nauczyciel pyta uczniów

Co koniecznie musi znaleźć się na pokładzie statku kosmicznego, żeby załoga mogła bezpiecznie przeżyć i pracować przez kilka dni?

możliwe odpowiedzi uczniów to

- zapasy jedzenia, wody i tlenu
- panele słoneczne do generowania prądu
- toaleta i śpiwory przymocowane do ścian
- komputery i anteny do rozmowy z Ziemią
- gruba osłona chroniąca statek przed spaleniem się przy powrocie

Więcej informacji znajduje się w *Dodatkowych informacjach merytorycznych*.

nauczyciel pyta uczniów

Gdy astronauta musi wyjść ze statku na zewnątrz w otwarty kosmos, co musi mieć na sobie i dlaczego zwykły kombinezon nie wystarczy?

możliwe odpowiedzi uczniów to

- gruby, hermetyczny skafander z tlenem
- plecak z zapasem powietrza
- specjalną bieliznę spodnią
- hełm
- rękawice i liny mocujące

Więcej informacji znajduje się w *Dodatkowych informacjach merytorycznych*.

część główna zajęć

wpływ próżni i spadku ciśnienia

Jak ustaliliśmy wcześniej, w przestrzeni kosmicznej panuje próżnia, czyli skrajnie niskie ciśnienie. Może ono negatywnie wpływać nie tylko na sam statek, ale przede wszystkim na organizm człowieka. Aby zrozumieć, dlaczego kosmonauci potrzebują hermetycznych skafandrów i statków, zaobserwujemy efekt spadku ciśnienia w dwóch doświadczeniach.

doświadczenie 1. wrzenie wody w temperaturze pokojowej

materiały

- strzykawka (jedna na ucznia)
- szklanka z letnią wodą (jedna na stolik)

przebieg doświadczenia

- nabierzcie do strzykawki około 2 cm^3 wody
- skierujcie strzykawkę wylotem do góry i delikatnie przesuńcie tłok, aby pozbyć się bąbelków powietrza
- zatkajcie mocno palcem wylot strzykawki, a drugą ręką zdecydowanie odciągnijcie tłok do dołu
- obserwujcie, co dzieje się z wodą w środku
- jeśli chcecie powtórzyć obserwację, wymieńcie wodę na nową

wyjaśnienie

Kiedy zatykacie wylot i odciągacie tłok, zwiększacie przestrzeń wewnątrz (objętość) strzykawki, przez co ciśnienie gwałtownie spada. Im niższe jest ciśnienie, tym niższa jest temperatura wrzenia wody, dlatego w strzykawce mogą pojawiać się pęcherzyki pary wodnej oraz gazów rozpuszczonych w cieczy.

W kosmosie panuje próżnia (ciśnienie bliskie zeru). Bez specjalnego skafandra płyny ustrojowe natychmiast zaczęłyby parować, a nawet wrzeć pod wpływem ciepła naszego ciała oraz niskiego ciśnienia na zewnątrz. Prowadziłoby to do szybkiego ochładzania powierzchni ciała.

doświadczenie 2. komora próżniowa

materiały

- pompa próżniowa
- balonik
- klosz próżniowy

przebieg doświadczenia

- nadmuchajcie balon do średnicy około 7 cm
- umieśćcie balon pod kloszem
- przy pomocy pompy próżniowej usuńcie powietrze znajdujące się pod kloszem
- obserwujcie, co dzieje się z balonem
- po usunięciu powietrza, wpuśćcie je ponownie do środka
- ponownie obserwujcie zachowanie balona

wyjaśnienie

Na ścianki balona działa ciśnienie powietrza znajdujące się zarówno w jego wnętrzu, jak i na zewnątrz. Pierwsze chce rozepchnąć balon do jak największych rozmiarów, natomiast drugie – ciśnienie atmosferyczne – działa w przeciwnym kierunku. Rozmiar balonu zależy od różnicy ciśnień i sprężystości gumy.

Zmniejszając ilość powietrza wokół balonu, zmniejszamy również ciśnienie napierające na ścianki. W rezultacie powietrze znajdujące się wewnątrz balonu rozpręża się, a jego objętość wzrasta. To doświadczenie tłumaczy, dlaczego astronauci potrzebują specjalnych skafandrów ciśnieniowych.

W kosmosie panuje bardzo niskie ciśnienie. Gdyby człowiek wyszedł w otwartą przestrzeń kosmiczną bez szczelnego skafandra, gazy znajdujące się w jego ciele i płucach zaczęłyby się rozprężać. Mogłoby to doprowadzić do poważnych uszkodzeń, szczególnie w przypadku wstrzymania oddechu. Skafander kosmiczny utrzymuje wokół ciała odpowiednie ciśnienie i zapewnia warunki zbliżone do tych, które panują w atmosferze ziemskiej.

promieniowanie kosmiczne – niewidzialne niebezpieczeństwo

Wiemy już, jak niebezpieczne mogą być próżnia kosmiczna i bardzo niskie ciśnienie. Kolejnym groźnym czynnikiem, którego nie można zobaczyć, usłyszeć ani bezpośrednio poczuć, jest promieniowanie kosmiczne. Zastanówmy się, dlaczego na powierzchni Ziemi jesteśmy przed nim w dużym stopniu chronieni, natomiast poza naszą planetą stanowi ono jedno z najpoważniejszych zagrożeń dla zdrowia i życia astronautów.

nauczyciel pyta uczniów

Promieniowanie kosmiczne jest niewidzialne, nie ma zapachu ani dźwięku, a jest bardzo groźne. Jak to możliwe, że żyjąc na Ziemi jesteśmy całkowicie bezpieczni, a w kosmosie stanowi ono jedno z największych zagrożeń dla astronautów?

możliwe odpowiedzi uczniów

- chroni nas atmosfera ziemska (powietrze)
- chroni nas pole magnetyczne Ziemi
- w kosmosie nie ma powietrza, więc promieniowanie dociera bez przeszkód
- promieniowanie ze Słońca (UV, rentgenowskie) powoduje poparzenia, choroby i uszkadza komórki

Promieniowanie występujące w przestrzeni kosmicznej obejmuje zarówno wysokoenergetyczne cząstki, głównie protony i jądra atomowe, jak i promieniowanie elektromagnetyczne, na przykład promieniowanie rentgenowskie i gamma. Jego źródłem są między innymi Słońce oraz odległe obiekty i zjawiska zachodzące w naszej galaktyce, takie jak wybuchy supernowych.

Słońce emituje wiatr słoneczny, czyli strumień naładowanych cząstek, a podczas rozbłysków i koronalnych wyrzutów masy może również wysyłać w przestrzeń cząstki o bardzo dużych energiach. Z kolei promieniowanie galaktyczne składa się z cząstek poruszających się z prędkościami zbliżonymi do prędkości światła. Ich duża energia sprawia, że mogą przenikać przez materiały, uszkadzać komórki organizmów żywych oraz zakłócać działanie elektroniki. Poznanie właściwości tego promieniowania pozwala inżynierom projektować odpowiednie osłony dla ludzi i urządzeń.

Ziemia posiada dwa główne systemy ochronne – pole magnetyczne, tworzące magnetosferę oraz atmosferę. Pole magnetyczne zmienia tor ruchu wielu naładowanych cząstek docierających ze Słońca i kieruje część z nich w okolice biegunów magnetycznych. Oddziaływanie tych cząstek z atmosferą prowadzi między innymi do powstawania zórz polarnych.

Promieniowanie, które dociera do atmosfery, jest w znacznej części pochłaniane lub osłabiane podczas zderzeń z jej cząsteczkami. Warstwa ozonowa szczególnie skutecznie pochłania znaczną część szkodliwego promieniowania ultrafioletowego. Dzięki magnetosferze i atmosferze, natężenie szkodliwego promieniowania docierającego do powierzchni Ziemi jest znacznie mniejsze niż w otwartej przestrzeni kosmicznej, co umożliwia bezpieczne funkcjonowanie organizmów żywych.

doświadczenie 3. badanie kosmicznych filtrów – ochrona przed UV

materiały

- koraliki UV (fotochromowe)
- kremy z różnymi filtrami UV (np. SPF 15, SPF 30, SPF 50)
- przezroczyste woreczki strunowe
- latarki UV

przebieg doświadczenia

- włóżcie po kilka koralików do osobnych, przezroczystych woreczków strunowych
- posmarujcie każdy woreczek od zewnątrz innym kremem SPF (15, 30, 50)
- włączcie latarkę UV i oświetlcie po kolei każdy woreczek przez około 15 sekund przy zachowaniu bezpiecznej odległości
- zwróćcie uwagę na to, jak zmienia się zabarwienie koralików w poszczególnych woreczkach – które koraliki zabarwiły się najmocniej, a które pozostały najjaśniejsze?

wyjaśnienie

Koraliki użyte w doświadczeniu zawierają specjalne pigmenty, które zmieniają barwę pod wpływem promieniowania ultrafioletowego. Promieniowanie UV jest niewidzialne dla ludzkiego oka i stanowi część promieniowania emitowanego przez Słońce. W naszym

doświadczeniu latarka UV pełniła rolę źródła promieniowania słonecznego, natomiast koraliki obrazowały jego oddziaływanie na skórę.

Doświadczenie pokazało, że kremy z filtrem przeciwsłonecznym ograniczają ilość promieniowania UV docierającego do koralików. Koraliki osłonięte kremem zmieniały barwę słabiej niż koraliki niechronione. Wyższa wartość SPF oznacza większą ochronę przede wszystkim przed promieniowaniem UVB, pod warunkiem nałożenia odpowiedniej ilości preparatu. Krem nie zatrzymuje jednak całego promieniowania UV.

Doświadczenie obrazuje również jeden z problemów, z którymi mierzą się astronauci w przestrzeni kosmicznej. Na Ziemi atmosfera, a w szczególności warstwa ozonowa, pochłania znaczną część szkodliwego promieniowania ultrafioletowego emitowanego przez Słońce. Poza atmosferą nie ma takiej naturalnej ochrony, dlatego astronauci muszą korzystać ze specjalnych osłon i skafandrów.

Wizjery skafandrów kosmicznych są wykonane z materiałów ograniczających przenikanie promieniowania ultrafioletowego. Bez takiej ochrony skóra i oczy astronauty byłyby narażone na silne promieniowanie słoneczne, które mogłoby prowadzić do uszkodzenia tkanek. Również nieosłonięte koraliki wystawione na intensywne promieniowanie UV szybko zmieniłyby kolor.

Na koniec pierwszej części naszej lekcji sprawdzimy, jak radzimy sobie z kolejnym wyzwaniem kosmosu – skrajnymi temperaturami. Przypomnijmy – po stronie słonecznej statek nagrzewa się do ponad +120°C, a w cieniu spada do -150°C. Jak to możliwe, że w środku astronauci nie zamarzają ani się nie gotują? Użyjemy kamery termowizyjnej, żeby „zobaczyć" promieniowanie cieplne i sprawdzić, jak działają kosmiczne osłony termiczne.

doświadczenie 4. temperatura

materiały

- kamera termowizyjna podłączona do tabletu/telefonu
- folia termiczna NRC srebrno-złota (koc ratunkowy)
- arkusze różnych materiałów do porównania (np. bawełniana koszulka, karton, folia bąbelkowa)
- źródło ciepła (np. dłoń ucznia, kubek z ciepłą wodą lub ciepły kaloryfer)

przebieg doświadczenia

- skierujcie kamerę termowizyjną na klasę/ochotnika – pokażcie na ekranie, że kamera rejestruje promieniowanie podczerwone – twarz i dłonie są jasne/czerwone/żółte (ciepłe), ubrania czy ławki ciemne/niebieskie (chłodniejsze)
- krok 1. (zwykłe materiały) – zasłońcie dłoń ucznia lub ciepły kubek zwykłą kartką papieru lub bawełnianą szmatką – na kamerze termowizyjnej nadal widać ślad ciepła przenikający przez materiał
- krok 2. (kosmiczny materiał – folia NRC) – zasłońcie tę samą dłoń/kubek arkuszem folii termicznej (NRC) – kamera pokazuje, że ciepło całkowicie „znika", a folia staje się na ekranie ciemna/zimna, działa jak idealne lustro odbijające temperaturę otoczenia

wyjaśnienie

To, co widzimy na ekranie kamery termowizyjnej, przedstawia rozkład promieniowania podczerwonego emitowanego przez obserwowane obiekty. Na podstawie jego natężenia kamera określa przybliżoną temperaturę ich powierzchni.

W przestrzeni kosmicznej nie ma powietrza, dlatego ciepło nie jest przekazywane do otoczenia przez konwekcję. Pomiędzy statkiem a przestrzenią kosmiczną wymiana energii zachodzi przede wszystkim za pośrednictwem promieniowania cieplnego.

Folia NRC oraz wielowarstwowa izolacja termiczna MLI stosowana na statkach kosmicznych ograniczają wymianę ciepła przez promieniowanie. Ich błyszczące powierzchnie odbijają znaczną część padającego promieniowania słonecznego, a jednocześnie zmniejszają wypromieniowywanie energii cieplnej przez osłonięty obiekt.

Dzięki niewielkiej masie i odpowiedniej budowie wielowarstwowa izolacja skutecznie chroni statek i jego wyposażenie przed nadmiernym nagrzewaniem oraz wychładzaniem. Nie zastępuje jednak wszystkich innych materiałów ochronnych, ponieważ nie zapewnia wytrzymałości mechanicznej ani pełnej ochrony przed promieniowaniem jonizującym.

podsumowanie

Dzisiaj udowodniliśmy doświadczalnie, że kosmos to środowisko wysoce niesprzyjające ludzkiemu życiu. Aby przetrwać w nim chociażby kilka minut, musimy zmierzyć się z trzema głównymi wyzwaniami.

wyzwanie kosmiczne	efekt zaobserwowany w doświadczeniu	jak z nim walczymy?
próżnia i bardzo niskie ciśnienie	wrzenie wody w temp. pokojowej (strzykawka) oraz rozprężanie gazów (balon)	hermetyczne kabiny i ciśnieniowe skafandry
promieniowanie UV i jonizujące	zmiana koloru koralików pod wpływem UV (brak tarczy ziemskiej)	wizjery pokryte złotem, osłony z polimerów i wody
skrajne temperatury	zniknięcie promieniowania cieplnego za folią NRC – na kamerze termowizyjnej	wielowarstwowa izolacja refleksyjna oraz bielizna chłodzona cieczą

przebieg lekcji

część II – misja na Marsa

wprowadzenie

Wiemy już, z jakimi zagrożeniami musimy się zmierzyć w otwartej przestrzeni kosmicznej oraz w jaki sposób chronią nas statki kosmiczne i skafandry. Podczas dzisiejszej lekcji opuścimy okolice Ziemi i wyruszymy w wielomiesięczną podróż na Marsa. Wspólnie przekonamy się, czy na Czerwonej Planecie panują warunki bardziej przyjazne dla człowieka, czy też czekają tam na nas zupełnie nowe zagrożenia.

Mars jest czwartą planetą od Słońca, a jego średnica jest niemal dwukrotnie mniejsza od średnicy Ziemi. Ma dwa niewielkie księżyce – Fobosa i Deimosa. Powierzchnia Marsa przypomina zimną, skalistą pustynię. Średnia temperatura wynosi tam około −60°C, chociaż na planecie występują pory roku, a latem temperatura w pobliżu równika może okresowo wzrosnąć nawet do około +20°C.

Mars jest nazywany Czerwoną Planetą ze względu na obecność tlenków żelaza w jego skałach i pyle, które nadają powierzchni charakterystyczną, rdzawoczerwoną barwę.

Ze względu na ogromną odległość między Ziemią a Marsem załogowa misja na tę planetę byłaby bardzo ryzykowna, skomplikowana i kosztowna. Wymagałaby zgromadzenia zapasów żywności, wody, tlenu i paliwa na długi czas, a także opracowania sposobów ich odzyskiwania lub wytwarzania podczas misji.

pytanie od nauczyciela

Co już wiecie o Marsie i jak myślicie – dlaczego do tej pory żaden człowiek nie postawił tam stopy, a planetę badają wyłącznie roboty i łaziki?

możliwe odpowiedzi uczniów

- Mars jest bardzo daleko, więc podróż trwa niezwykle długo
- jest tam zimno, nie ma tlenu do oddychania i brak jest wody w stanie ciekłym
- taka wyprawa kosztuje bardzo dużo pieniędzy
- ludzie mogliby tam zachorować z powodu promieniowania

Więcej informacji znajduje się w *Dodatkowych informacjach merytorycznych*.

część główna zajęć

rozmowy międzyplanetarne

Czy zastanawialiście się kiedyś, jak wygląda rozmowa telefoniczna z kimś na innej planecie? W kosmosie nic nie porusza się szybciej niż światło i fale radiowe, ale odległości są tak wielkie, że sygnał potrzebuje sporo czasu na pokonanie drogi. Wykonajmy proste doświadczenie, które pokaże nam problem kosmicznego opóźnienia.

doświadczenie 1. opóźnienie komunikacyjne

materiały

- piłka tenisowa
- stoper

przebieg doświadczenia

- piłka tenisowa symbolizuje sygnał radiowy przesyłany z Ziemi na Marsa
- stańcie w kole lub w długim rzędzie
- włączcie stoper i podawajcie sobie szybko piłkę z rąk do rąk aż do ostatniej osoby
- ostatnia osoba (Mars) po odebraniu sygnału natychmiast podaje piłkę tą samą drogą z powrotem na Ziemię
- zatrzymajcie stoper i sprawdźcie czas

wyjaśnienie

W naszym doświadczeniu czas, w którym piłka wędrowała od osoby do osoby, miał zobrazować kosmiczne opóźnienie komunikacyjne. Nawet jeśli podawaliśmy piłkę najszybciej, jak potrafimy, sygnał potrzebował czasu, aby przebyć całą drogę i wrócić. W kosmosie wiadomości nie podróżują z rąk do rąk, ale lecą jako fale radiowe z prędkością światła (czyli najszybciej, jak to w ogóle możliwe we Wszechświecie). Jednak odległości między planetami są tak gigantyczne, że nawet światło potrzebuje dużo czasu na ich pokonanie. W przypadku komunikacji między Ziemią a Marsem, czas podróży sygnału w jedną stronę waha się od 3 do 22 minut (w zależności od tego, jak blisko siebie znajdują się akurat obie planety). Oznacza to, że jeśli astronauta na Marsie powie przez radio „Cześć, jak tam na Ziemi?", odpowiedź od bazy usłyszy najwcześniej po sześciu, a w najgorszym wypadku po 44 minutach.

tlen na Marsie

nauczyciel pyta

Pamiętacie nasze doświadczenie ze strzykawką z poprzednich zajęć? Pokazaliśmy wtedy, że gdy obniżamy ciśnienie, woda zaczyna wrzeć w coraz niższej temperaturze. Na Marsie atmosfera jest aż 100 razy rzadsza niż na Ziemi – ciśnienie jest tam skrajnie niskie. Co by się stało z człowiekiem, który wyszedłby na powierzchnię Marsa bez skafandra?

co może się wydarzyć, jeśli stanęlibyśmy na Marsie bez skafandra?

- płyny na powierzchni naszego ciała mogłyby zacząć wrzeć, ze względu na niskie ciśnienie na Marsie – to parowanie bardzo szybko by nas wychłodziło
- jeśli chodzi o krew, to nie zagotuje się ona w ułamku sekundy, ponieważ nasze ciało i naczynia krwionośne działają jak naturalny kombinezon ciśnieniowy i utrzymują własne, wyższe ciśnienie wewnątrz organizmu
- atmosfera Marsa składa się niemal w 95% z trującego dla nas dwutlenku węgla (CO_2) – z powodu braku tlenu w płucach stracilibyśmy przytomność już po około 10–15 sekundach

Na Marsie nie możemy po prostu otworzyć okna i odetchnąć. Żeby tam przeżyć, musimy sami wyprodukować tlen. Ale skąd go wziąć, skoro wokół są tylko skały i trująca atmosfera? Rozwiązaniem jest woda (H_2O), która składa się z dwóch pierwiastków – cząsteczek wodoru oraz tlenu. Za pomocą prądu elektrycznego możemy „rozbić" wodę na części pierwsze i odzyskać z niej tlen.

Za chwilę sami zostaniemy inżynierami kosmicznymi i w naszym klasowym laboratorium wyprodukujemy tlen z wody.

doświadczenie 2. produkcja tlenu – elektroliza wody

materiały

- dwie elektrody grafitowe lub żelazne gwoździe
- kable z krokodylkami
- bateria 9V
- woda
- szczypta soli Epsom
- zlewka
- wskaźnik pH (opcjonalnie)

przebieg doświadczenia

- do zlewki z wodą dodajcie szczyptę soli (oraz opcjonalnie wskaźnik) i zamieszajcie
- za pomocą kabli z krokodylkami podłączcie obie elektrody do biegunów baterii (jedną do plusa, drugą do minusa). Uwaga – od momentu podłączenia elektrod do baterii nie powinny się one ze sobą stykać, gdyż może to prowadzić do przeskoku iskry

- umieśćcie elektrody w zlewce tak, aby się ze sobą nie stykały
- odczekajcie chwilę i obserwujcie, co dzieje się na powierzchni elektrod oraz czy roztwór zmienia kolor (jeśli został dodany wskaźnik pH)

wyjaśnienie

Doświadczenie, które przeprowadziliśmy, to elektroliza wody. Pod wpływem prądu elektrycznego dostarczanego przez baterię woda ulega rozkładowi, w wyniku którego powstają dwa gazy – wodór i tlen. Na obu elektrodach można zauważyć drobne pęcherzyki wydzielających się gazów.

Jeżeli do roztworu dodano wskaźnik kwasowo-zasadowy, w pobliżu elektrod mogła nastąpić zmiana jego barwy. Wynika ona ze zmian odczynu roztworu zachodzących podczas reakcji elektrodowych. Środowisko zasadowe będzie powstawać przy katodzie (podłączonej do ujemnego bieguna baterii). Tam też powstanie wodór. Natomiast środowisko kwasowe powstaje przy anodzie (dodatni biegun baterii), gdzie powstaje tlen.

Wytwarzanie tlenu w przestrzeni kosmicznej ma ogromne znaczenie. Na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej potrzebny załodze tlen jest wytwarzany między innymi poprzez elektrolizę wody, a energia elektryczna niezbędna do działania urządzeń pochodzi z paneli fotowoltaicznych.

Możliwość pozyskiwania tlenu będzie również bardzo ważna podczas przyszłych misji na Marsa. Marsjańska atmosfera zawiera jedynie około 0,13% tlenu, podczas gdy atmosfera ziemska zawiera go około 21%. Astronauci będą potrzebowali tlenu nie tylko do oddychania, lecz także jako utleniacza w paliwie rakietowym, umożliwiającego pracę silników podczas startu z powierzchni Marsa i rozpoczęcia podróży powrotnej na Ziemię.

powierzchnia Marsa

Na początku zajęć powiedzieliśmy, że powierzchnia Marsa jest pokryta związkami żelaza nadającymi jej charakterystyczną rdzawoczerwoną barwę. Jak jednak mogły one powstać? Przeprowadźmy prostą reakcję chemiczną, aby zobaczyć proces przypominający rdzewienie materiałów zawierających żelazo.

doświadczenie 3. rdzawa powierzchnia Marsa

materiały

- sól
- woda utleniona
- ciepła woda
- wełna stalowa

przebieg doświadczenia

- włóżcie kawałek wełny stalowej do zlewki, wełny dotykajcie tylko w rękawiczkach
- wsypcie do zlewki łyżeczkę soli
- wlejcie ciepłą wodę (tak, aby przykryła wełnę) i zamieszajcie

- za pomocą pipety dodajcie dwie porcje wody utlenionej (dwie pipety – 6 ml) i ponownie zamieszajcie
- odczekajcie około 5 minut i obserwujcie zmiany

wyjaśnienie

Wełna stalowa zawiera żelazo, które w obecności wody i tlenu ulega korozji. Sól zwiększa przewodnictwo roztworu i przyspiesza ten proces, natomiast woda utleniona dostarcza dodatkowego utleniacza. Na powierzchni wełny powstają związki żelaza, między innymi tlenki, wodorotlenki i uwodnione produkty korozji, które mają żółtą, pomarańczową lub brunatną barwę.

Mars jest nazywany Czerwoną Planetą, ponieważ jego pył i skały zawierają duże ilości tlenków żelaza. Związki te nadają powierzchni Marsa charakterystyczną, rdzawoczerwoną barwę. Doświadczenie nie odtwarza dokładnie warunków panujących na Marsie, lecz pokazuje, w jaki sposób utlenianie żelaza może prowadzić do powstawania barwnych produktów podobnych do rdzy.

magnetyzm Marsa

Gdybyście wzięli ze sobą na Marsa zwykły igłowy kompas, byłby on całkowicie bezużyteczny, ponieważ ta planeta nie posiada magnetosfery. Dlaczego Ziemia chroni nas potężną tarczą magnetyczną, a Mars ją stracił? Zobaczmy, jak wyglądają szczątkowe pola magnetyczne Czerwonej Planety.

doświadczenie 4. magnetyzm lokalny

materiały

- folia magnetyczna
- małe magnesy

przebieg doświadczenia

Na początek przyłóżcie folię magnetyczną do magnesu i zaobserwujcie, co się dzieje. Spróbujcie zbadać swoje otoczenie i wyszukać, które przedmioty zawierają magnes (telefon, tablet itd.).

Następnie przystąpcie do drugiej części doświadczenia. Przyłóżcie kilka magnesów w różnych miejscach folii.

Zobaczcie, jak teraz tworzą się mniejsze, niezależne od siebie kształty i skupiska.

wyjaśnienie

Ziemię otacza rozległe pole magnetyczne, które jest wytwarzane przez ruch przewodzącej materii w jej ciekłym jądrze zewnętrznym. Pole to wpływa między innymi na ustawienie igły kompasu oraz zmienia tory wielu naładowanych cząstek docierających ze Słońca.

Mars nie ma obecnie podobnego, globalnego pola magnetycznego. Badania jego skorupy wskazują jednak, że we wczesnej historii planety takie pole istniało. Było ono wytwarzane przez mechanizm nazywany dynamem planetarnym, związany z ruchem przewodzącej materii we wnętrzu Marsa. Z czasem działanie tego mechanizmu ustało, chociaż dokładne przyczyny tego procesu nadal są badane.

Brak globalnego pola magnetycznego ułatwił wiatrowi słonecznemu oddziaływanie na górne warstwy marsjańskiej atmosfery. W ciągu miliardów lat proces ten przyczyniał się do stopniowej utraty części atmosfery w przestrzeni kosmicznej. Nie był to jednak jedyny czynnik, który doprowadził Marsa do obecnego, zimnego i suchego stanu.

W drugiej części doświadczenia jeden duży magnes przedstawiał w uproszczeniu globalne pole magnetyczne, podobne do pola Ziemi. Kilka mniejszych magnesów może natomiast posłużyć jako model dzisiejszego Marsa. W niektórych obszarach jego skorupy znajdują się silnie namagnesowane skały, które zachowały ślady dawnego pola magnetycznego planety.

Skały te tworzą lokalne pola magnetyczne. Niektóre z ich zamkniętych linii mogą układać się ponad powierzchnią w struktury przypominające niewielkie kopuły lub parasole. Naukowcy określają takie obszary między innymi jako lokalne anomalie magnetyczne, pola magnetyczne skorupy albo miniaturowe magnetosfery. Nie tworzą one jednak jednej, szczelnej osłony otaczającej całą planetę.

podsumowanie

cecha/parametr	Ziemia	otwarty kosmos	Mars
główne cechy	życie, woda w stanie ciekłym	próżnia, bardzo niskie ciśnienie	mroźna pustynia, średnia temp. –60°C
atmosfera/ ciśnienie	1013 hPa (tlen 21%)	próżnia	6–7 hPa (95% CO_2, rzadka atmosfera)
księżyce	1 (Księżyc)	-	2 (Fobos, Deimos)
ochrona	magnetosfera i gęsta atmosfera	brak	szczątkowy magnetyzm, bardzo cienka atmosfera
eksploracja	ludzie (na co dzień)	stacje kosmiczne, satelity, sondy	łaziki bezzałogowe, satelity, sondy

Podczas naszej dwuczęściowej podróży zobaczyliśmy, w jaki sposób technologia pozwala ludziom przetrwać w niezwykle trudnych warunkach przestrzeni kosmicznej, a także poznaliśmy bliżej Czerwoną Planetę. Choć Mars jest zimną, suchą i nieprzyjazną pustynią, dzięki pracy sond, lądowników i łazików wiemy o nim coraz więcej. Być może to właśnie ktoś z was w przyszłości stanie na jego powierzchni jako jeden z pierwszych ludzi.

dodatkowe informacje merytoryczne

próżnia i bardzo niskie ciśnienie (brak tlenu do oddychania)

W kosmosie nie ma powietrza, panuje tam próżnia. Oznacza to nie tylko brak tlenu do oddychania, ale też bardzo niskie ciśnienie (praktycznie go nie ma). Bez hermetycznego statku lub skafandra ludzkie ciało nie mogłoby funkcjonować.

Statek kosmiczny działa jak wielka, superszczelna puszka z własnym powietrzem.

niebezpieczne promieniowanie kosmiczne

Ziemia chroni nas przed szkodliwym promieniowaniem słonecznym i kosmicznym, dzięki atmosferze i polu magnetycznemu. W kosmosie tej ochrony brakuje, a promieniowanie może uszkadzać komórki organizmu oraz niszczyć elektronikę.

Aby zapobiec temu zjawisku, ściany statku i skafandry zawierają materiały bogate w wodór (np. specjalne tworzywa sztuczne i wodę), których zadaniem jest wyhamowanie tego promieniowania.

start rakiety i ogromne przeciążenia

Rakieta musi rozpędzić statek do około 7,9 km/s, aby wszedł na orbitę okołoziemską. Jeśli celem jest lot na Księżyc lub Marsa, potrzebna jest jeszcze większa prędkość. Podczas startu gwałtowne przyspieszenie wgniata astronautów w fotele. Ich ciało wydaje się wtedy kilka razy cięższe niż zwykle.

skrajne temperatury i wymiana ciepła

W kosmosie nie ma powietrza, które rozprowadzałoby ciepło. Strona skierowana ku Słońcu może nagrzewać się do ponad +120°C, natomiast po stronie zacienionej temperatura może spaść nawet do około –150°C. Rozwiązaniem tego problemu jest wykorzystywanie przez statki kosmiczne specjalnych błyszczących folii odbijających światło oraz systemu rur z krążącym płynem, który wyrównuje temperaturę.

mikrograwitacja (stan nieważkości)

Na orbicie astronauci stale „spadają” razem ze statkiem wokół Ziemi, co daje efekt braku ciążenia. W dłuższej perspektywie jest to niezdrowe – bez pracy mięśnie słabną, a kości tracą wapń. Aby zachować zdrowie, astronauci na stacji kosmicznej muszą obowiązkowo ćwiczyć przez około dwie godziny dziennie.

systemy podtrzymywania życia (powietrze i woda)

Człowiek w wydychanym powietrzu zostawia dwutlenek węgla, który w zamkniętej kabinie szybko stałby się trujący. Specjalne filtry chemiczne na bieżąco go usuwają i dostarczają świeży tlen. Woda jest cenna – na nowoczesnych stacjach odzyskuje się ją nawet ze skroplonej pary wodnej z oddechu i z moczu.

prąd i zasilanie

Wszystkie urządzenia (od komputerów po ogrzewanie) potrzebują energii. Głównym źródłem energii są rozkładane panele słoneczne wychwytujące światło oraz pojemne akumulatory, które zapewniają energię w czasie, gdy statek wlatuje w cień Ziemi. Czasem stosuje się też ogniwa paliwowe, które łączą wodór z tlenem, dając prąd oraz czystą wodę do picia.

wyposażenie bytowe (jedzenie, sen, higiena)

Podczas lotu kosmicznego astronauci używają lekkiej i trwałej żywności liofilizowanej oraz toalety podciśnieniowej. Śpiwory i przedmioty codziennego użytku są mocowane do ścian (na rzepy lub paski), co zapobiega dryfowaniu i chroni elektronikę. Zapewnienie odpowiednich warunków jest kluczowe dla zdrowia i formy psychofizycznej załogi.

komunikacja, nawigacja i sterowanie

Zaawansowane anteny radiowe i laserowe łączą statek z Ziemią. Do zmiany kierunku lotu używa się małych silniczków manewrowych, a pozycję w przestrzeni określają komputery i czujniki skierowane na gwiazdy

tarcza termiczna (bezpieczny powrót)

To jeden z najważniejszych elementów. Przy powrocie na Ziemię statek wpada w atmosferę z ogromną prędkością. Tarcie o powietrze rozgrzewa spód kapsuły do nawet 2000°C. Bez grubej tarczy chroniącej przed gorącem statek po prostu by spłonął.

ciśnieniowy skafander kosmiczny

Skafander to nie jest zwykłe ubranie. Utrzymuje on odpowiednie ciśnienie i chroni przed brakiem powietrza oraz bardzo małymi odłamkami skał kosmicznych (mikrometeoroidami).

plecakowy system podtrzymywania życia

Na plecach astronauta niesie minicentralę, która wtłacza tlen, usuwa dwutlenek węgla, zasila elektronikę i nadajnik radiowy. W razie awarii ma też małą, zapasową butlę awaryjną.

bielizna z chłodzeniem cieczowym

Praca w skafandrze przypomina ciężki trening w bardzo grubej kurtce. Aby astronauta się nie przegrzał, pod spód zakłada obcisły kombinezon przetykany dziesiątkami metrów cienkich rurek. Krąży w nich chłodna woda, która odbiera ciepło z ciała.

hełm

Szybka hełmu pokryta jest bardzo cienką warstwą złota. Działa ona jak potężne okulary przeciwsłoneczne, odbijając groźne promieniowanie UV i podczerwone, chroniąc wzrok przed oślepiającym Słońcem. Pod hełmem astronauci mają specjalną czapkę z mikrofonem i głośnikami (tzw. „czapkę Snoopy'ego") oraz kawałek miękkiej pianki wewnątrz hełmu, o którą mogą podrapać się po nosie, gdy zajdzie taka potrzeba.

rękawice, narzędzia i zabezpieczenia

Rękawice muszą być miękkie na palcach, ale grube i ciepłe. Wszystkie narzędzia są przywiązane na smyczach z karabińczykami, aby nie odleciały w przestrzeń kosmiczną, gdy wypuści się je z rąk. Astronauta jest też przypięty specjalną liną do statku.

trajektoria lotu i okno startowe

Ziemia krąży wokół Słońca po mniejszej orbicie i porusza się szybciej niż Mars. Rok marsjański, czyli czas jednego obiegu Marsa wokół Słońca, trwa około 687 dni ziemskich. Średnia prędkość orbitalna Ziemi wynosi około 30 km/s, natomiast Marsa około 24 km/s.

Statek kosmiczny nie leci w kierunku miejsca, w którym Mars znajduje się w chwili startu. Musi zostać skierowany tam, gdzie planeta znajdzie się po kilku miesiącach lotu. W przypadku typowej trajektorii transferowej podróż trwa około ośmiu–dziewięciu miesięcy.

Dogodne okno startowe dla lotu z Ziemi na Marsa pojawia się mniej więcej co 26 miesięcy. W chwili startu Mars powinien znajdować się na swojej orbicie odpowiednio przed Ziemią tak, aby statek kosmiczny i planeta dotarły w tym samym czasie do miejsca przecięcia ich torów.

logistyka i czynnik ludzki (odosobnienie i promieniowanie)

Ze względu na dużą odległość cała misja, obejmująca lot w obie strony oraz pobyt na Marsie, potrwałaby około dwóch–trzech lat. Wymaga to zgromadzenia ogromnych zapasów żywności, wody i paliwa, a także opracowania systemów umożliwiających ich odzyskiwanie lub wytwarzanie podczas misji.

Poza zagrożeniami fizycznymi, takimi jak promieniowanie kosmiczne i słoneczne, jednym z najważniejszych wyzwań jest kondycja psychiczna załogi. Długotrwałe przebywanie kilku osób w ograniczonej przestrzeni, w znacznej izolacji od Ziemi i bez możliwości szybkiego powrotu, może powodować silny stres, konflikty oraz pogorszenie samopoczucia psychicznego.

Minister Edukacji

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Edukacji w ramach programu „Kompas Młodego Obywatela”.