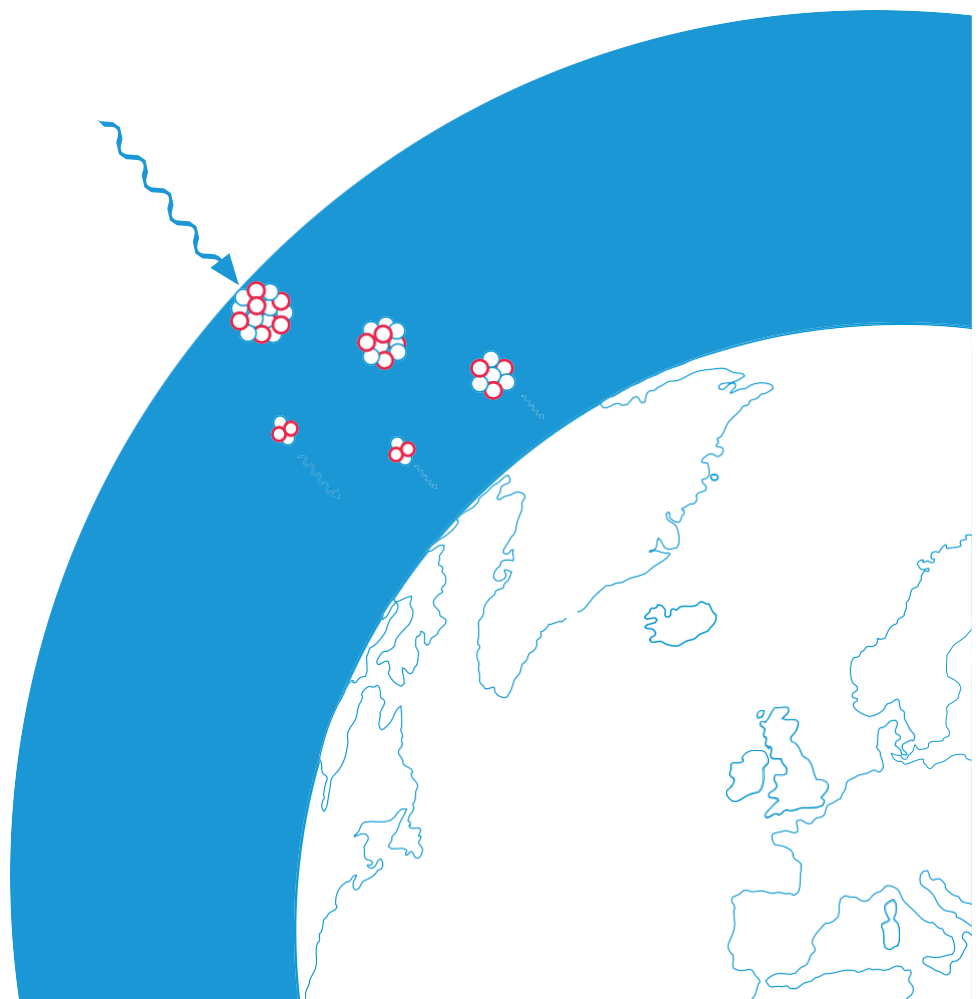
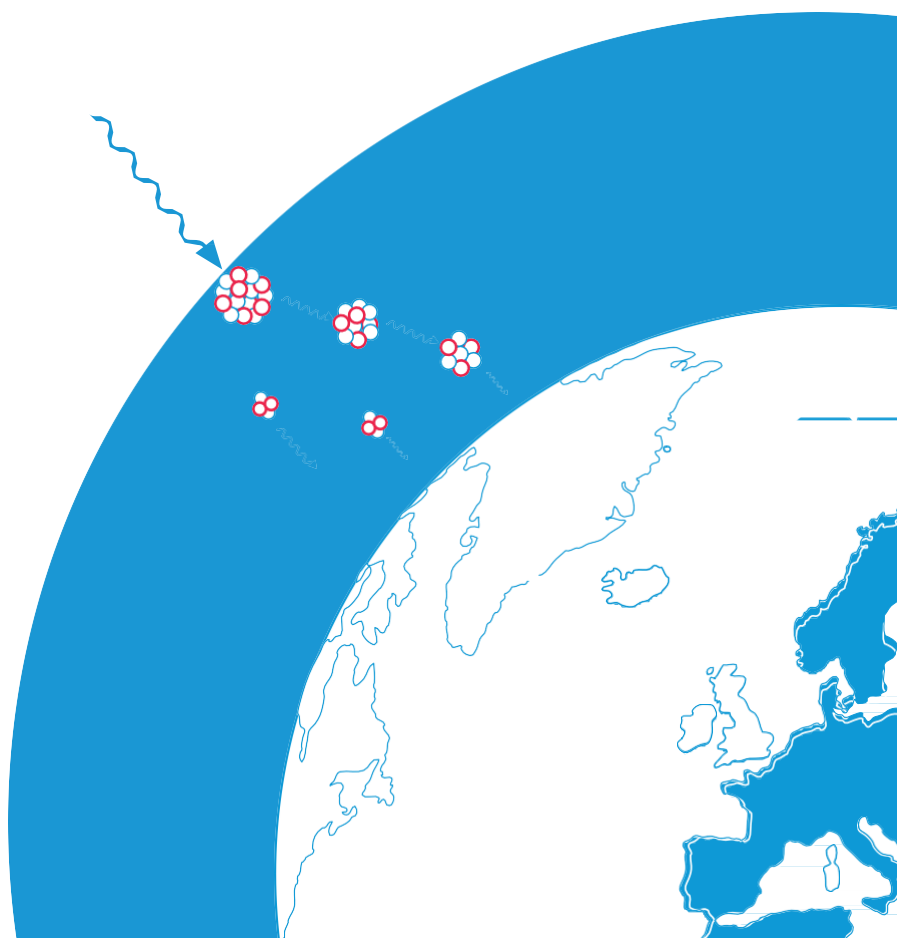


učenje z vesoljem

→ MEGLIČNA CELICA

Radioaktivnost v kozmičnem okolju





Pregled	stran 3
Osnovne informacije	stran 4
Priprava poskusa	stran 6
Odgovori na vprašanja za pogovor	stran 8
Odgovori za delovne liste učencev	stran 11
Povezave	stran 12

→ MEGLIČNA CELICA

Radioaktivnost v kozmičnem okolju

PREGLED

Starostni razpon: 14–18 let

Tip: predstavitev/skupinsko delo

Zahtevnost: srednja

Priprava učitelja: 5 minut na meglično celico

Potreben čas za izvedbo dejavnosti: 1 ura

Cena na komplet: srednje visoka (5–25 evrov na meglično celico)

Lokacija: majhen zaprti prostor

Potrebujemo: vir nizke stopnje sevanja, suh led (trden CO₂), alkohol

Dijaki bodo spoznali:

- osnovne delce;
- interakcijo delcev;
- atomsko število, masno število;
- sevanje in radioaktivni razpad;
- radioaktivni razpad kot vir energije za vesoljska plovila;
- negativne učinke ionizirajočega sevanja na elektroniko;
- interakcijo med nabitimi delci in magnetnimi polji;
- kozmične žarke, vključno z njihovimi interakcijami z atmosfero.

Potrebujete tudi:



↑ Video o megličnih celicah (VP03). Oglejte si razdelek s povezavami.

Povzetek

Meglične celice so škatle, izdelane posebej za zaznavanje nabitih delcev in sevanja. Pri tej dejavnosti se meglična celica uporablja za opazovanje delcev alfa in beta, nabitih produktov radioaktivnega razpada torija-232. Učenci morajo biti seznanjeni s konceptom radioaktivnega razpada in razlikami med alfa in beta sevanjem. Ta poskus bo učencem pomagal pri razumevanju s pomočjo fizičnega prikaza radioaktivnega razpada.

Učenci bodo opazovali sledi kondenzacije, ki jih nabiti delci puščajo za seboj v meglični celici, in se naučili prepoznati delce na podlagi lastnosti sledi. Sledi kozmičnih žarkov je mogoče videti v meglični celici, kar bi lahko zagotovilo izhodišče za vnos kozmičnih žarkov in njihov odklon z zemeljskim magnetnim poljem. Učenci bodo vadili računanje in pisanje enačb radioaktivnega razpada. Pogovorili se bodo o posledicah sevanja za ESA, vključno z negativnimi učinki sevanja na vezja in uporabo radioaktivnega razpada kot vira energije.

Dijaki bodo izboljšali:

- Splošne eksperimentalne sposobnosti, vključno z ustrezno uporabo opreme ter izvajanjem in zapisovanjem opazovanj.
- Komunikacijo in razpravo o rezultatih s postavljanjem ustreznih vprašanj za razširitev razumevanja in znanja o temi.
- Svojo uporabo znanja, pridobljenega z eksperimentalnimi opazovanji, za reševanje teoretičnih problemov.

→ OSNOVNE INFORMACIJE

Z izumom prve meglične celice se je rodila nova veja fizike – preučevanje delcev in njihovih interakcij. Meglične celice nam omogočajo opazovanje nabitih delcev, da določimo njihove lastnosti in jih lahko podrobneje razumemo.

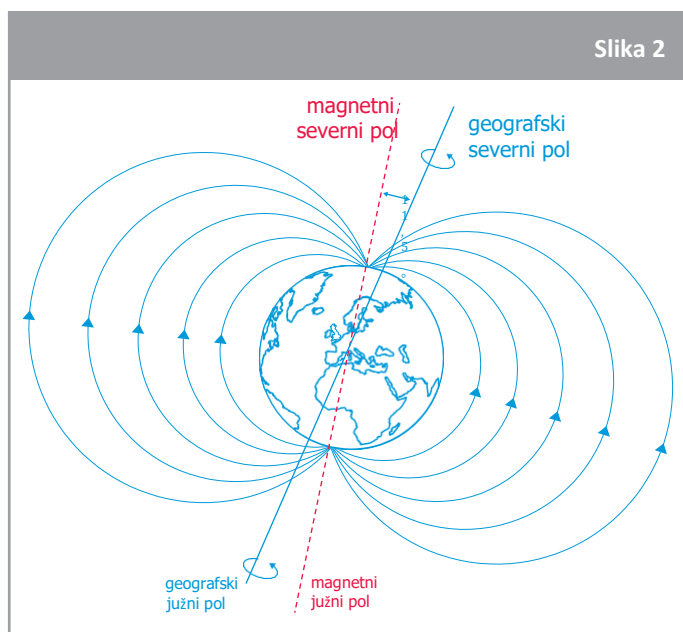
Znotraj celice se molekule alkohola v obliki hlapov ionizirajo, ko jih v bližini preidejo nabiti delci. To povzroči, da se alkoholna para kondenzira v kapljice tekočine, kar ima za posledico vidno kondenzacijsko sled (contrail), kjer je nabit delec medsebojno vplival na alkohol. Dolžina in debelina te sledi je odvisna od mase delca.

Ti nabiti ionizirajoči delci izhajajo iz različnih virov, vključno z materiali, ki so izpostavljeni radioaktivnemu razpadu. Med radioaktivnim razpadom nestabilni atomi razpadejo na manjše, stabilnejše atome, ki sproščajo alfa sevanje (delec, sestavljen iz dveh nevtronov in dveh protonov) ali beta sevanje (elektron ali **pozitron***).



Slika 1

↑ Sateliti ESA Swarm krožijo okoli Zemlje in proučujejo njeno magnetno polje.



Slika 2

↑ Zemljino magnetno polje. Rotacijska os in os magnetnega polja sta različno poravnani in se ne sekata v središču Zemlje.

Poleg radioaktivnega razpada je v vesolju prisotno veliko ionizirajočega sevanja, ki izvira iz virov, kot so npr. **kozmični žarki***, **sončni veter*** in **koronarni izbruhi mase***. Gibajoče se nabite delce odklanjajo magnetna polja, zato je Zemlja pred ionizirajočim vesoljskim sevanjem v veliki meri zaščitena z lastnim magnetnim poljem – magnetosfero, ki jo trenutno preučujeta satelita ESA Swarm (Slika 1) in Cluster. Magnetosfera nastane zaradi gibanja magnetnih elementov železa in niklja v Zemljinem jedru. Magnetne silnice Zemlje so prikazane na Sliki 2.

***Pozitron**: delec z enako maso kot elektron, a z nasprotnim nabojem.

***Kozmični žarki**: delci z zelo visoko energijo, večinoma protoni in atomska jedra, ki izvirajo iz Sonca in objektov zunaj Osončja.

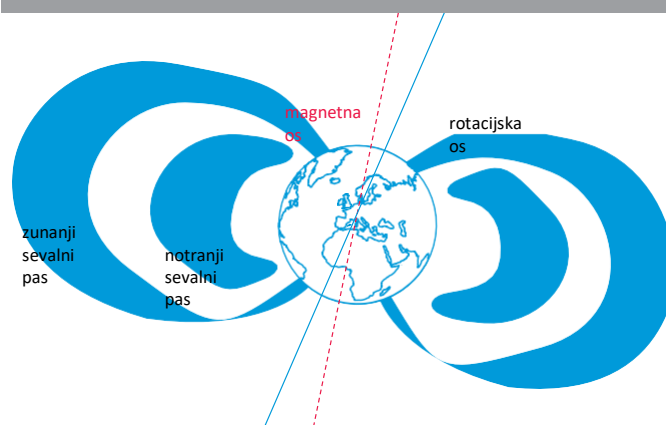
***Sončni veter**: tok nabitih delcev, ki jih oddaja Sonce – predvsem elektronov in protonov.

***Koronarni izmet mase**: izbruh elektromagnetnega sevanja, delcev in magnetnih polj, izvrženih iz sončne korone v vesolje.

Nabiti delci in sevanje se lahko ujamejo v magnetne silnice Zemlje, koncentrirane v notranjih in zunanjih **Van Allenovih sevalnih pasovih***, prikazanih na Sliki 3. To lahko negativno vpliva na elektronsko opremo na krovu vesoljskih plovil, ki krožijo okoli Zemlje, čeprav se sevanje lahko uporablja tudi za pozitivne namene. Vesoljsko plovilo se lahko napaja prek Seebeckovega efekta; temperaturna razlika med dvema električnima prevodnikoma (inducirana s segrevanjem enega s pomočjo sevanja) lahko povzroči napetostno razliko med obema, kar povzroči pretok toka.

Meglično celico je mogoče nadalje razviti z vključitvijo magnetnega polja, ki odbija premikajoče se nabite delce. Smer in velikost odklona sta odvisna od naboja delca. To dejstvo je bilo ključnega pomena pri odkritju antimaterije leta 1932, ko je Carl Anderson uporabil meglično celico z magnetnim poljem za opazovanje kozmičnih žarkov, nabitih delcev iz vesolja, in ugotovil, da so bili nekateri delci odklonjeni v nasprotno smer, kot se od njih pričakuje.

Slika 3



↑ Van Allenovi sevalni pasovi. Dva kroga v obliki krofa, ki krožita okoli Zemlje in vsebujeta ujete nabite delce.

***Van Allenovi sevalni pasovi**: plasti energijsko nabitih delcev, ki jih magnetno polje ohranja na mestu okoli Zemlje. Višina se giblje od približno 1.000 do 60.000 km nad površjem Zemlje.

→ PRIPRAVA POSKUSA

Učenje z veseljem – videoposnetek meglična celica | VP03, ki je na voljo na spletni strani ESA Education, prikazuje celotno nastavitev in uporabo meglične celice. Ta videoposnetek lahko uporabite, da učence usmerite pri pripravi lastnih celic in jim razložite, kaj opazujejo, ali kot alternativo izdelavi megličnih celic v učilnici.

Oprema za vsak poskus

Vnaprej pripravite:

- plastični akvarij srednje velikosti;
- klobučevino z lepilno podlago (ali običajno klobučevino in lepilo, primerno za klobučevino in plastiko)

Oprema za izvedbo poskusa:

- dve volframovi varilni palici s torijevim oksidom (ali drug vir alfa/beta);
- približno 2,5 kg suhega ledu (CO₂ v trdnem stanju);
- 20 ml izopropilnega alkohola, znanega tudi kot izopropanol (ali etanol, če ta ni na voljo);
- plastični akvarij z vnaprej pritrjeno klobučevino;
- dva kovinska pladnja (pekači so primerna izbira);
- en kos črnega kartona ali laminiranega črnega papirja (za oblaganje pladnjev, če niso temni);
- en ali dva vira močne svetlobe (npr. svetlobni trak LED, svetilka ali luč za diaproyektor);
- list papirja za ovijanje ene palice;
- kit za plakate ali lepilo za večkratno uporabo;
- pipeta
- termo zaščitne rokavice;
- zaščitna očala (en par na osebo).

Priprava

1. Iz klobučevine izrežite trakove na širino približno 4 cm in na dolžino, enako stranicam rezervoarja.
2. Ko je akvarij zgoraj odprt, vsako od štirih stranic akvarija obložite s trakovi iz klobučevine (med uporabo morajo biti blizu vrha komore – glejte sliko na delovnem listu za učence). Najpreprosteje je s klobučevino z lepilom na zadnji strani, vendar lahko za pritrditev klobučevine uporabite tudi lepilo. Alkohol bo deloval kot topilo, zato je treba vsa lepila pred uporabo preizkusiti.
3. Navodila za izvedbo poskusa so navedena v dokumentu o dejavnostih za učence (poučevanje s prostorom – meglična celica | P03b).

Varnost in zdravje!

Oglejte si pravilnik šole in nacionalne varnostne smernice za Slovenijo ter izpolnite oceno tveganja.

Izopropanol (in drug alkohol, če se uporablja):

- Izopropanol je zelo vnetljiv in dražil. Ne uporabljajte ga v bližini ognja in uporabljajte zaščitna očala.
- Prepričajte se, da je prostor dobro prezračen in nemudoma ponovno zaprite steklenico s propanolom.

Suhi led:

- Poskrbite, da bo prostor dobro prezračen, da preprečite visoke ravni ogljikovega dioksida.
- Obsežno vdihavanje hladnih hlapov lahko povzroči poškodbe pljuč/napade astme.
- Uporabljajte zaščito za oči in toplotno izolirane rokavice, da preprečite opekline zaradi neposrednega stika s suhim ledom ali hladno opremo. V primeru opeklina s suhim ledom zdravite kot običajno opeklino – 10 minut namakajte pod hladno vodo in po potrebi poiščite dodatno zdravniško pomoč.
- Suhega ledu NE shranjujte v popolnoma zaprti posodi, ker se bo kopičil ogljikov dioksid. Posoda mora biti jasno označena.

Volframove varilne palice s torijevim oksidom – vir sevanja:

- Torijev oksid v volframovih varilnih palicah vsebuje oddajnik alfa delcev. Ima zelo nizko penetracijo, zato je ob upoštevanju ustreznih previdnostnih ukrepov varen za uporabo.
- Priporočamo, da večje število palic shranite v kovinsko škatlo in jo označite z opozorilom o radioaktivnosti ter jih shranite skupaj z drugimi radioaktivnimi viri v vaši šoli.
- Če palica kaže znake luščenja ali razpadanja, jo je treba ustrezno odstraniti.
- Nobenega dela ali palice ne smete zaužiti. Čeprav je to zelo malo verjetno, v primeru zaužitja katerega koli dela palice poiščite zdravniško pomoč, še preden upoštevate šolski pravilnik o radioaktivnih snoveh.

→ ODGOVORI NA VPRAŠANJA ZA POGOVOR

1. Od kod izvira večina sledi?

Večinoma izvirajo iz dveh volframovih palic s torijevim oksidom.

2. Opazujemo radioaktivni razpad palic s torijevim oksidom. Kaj bi lahko pokazale sledi? Sledi prikazujejo poti alfa in beta delcev, ki nastanejo pri radioaktivnem razpadu torija-232 v varilnih palicah.

3. Ali obstajajo razlike med sledmi vsake od palic?

Od odvite palice se vidijo tako dolge tanke sledi kot kratke debele sledi. Od ovite palice se vidijo samo dolge tanke sledi.

4. Kakšna je razlika med alfa in beta razpadom?

Radioaktivni razpad je proces, pri katerem jedro nestabilnega atoma izgubi energijo z oddajanjem ionizirajočega sevanja, da se popravi razmerje med protoni in nevtroni v njegovem jedru. Obstajata dve glavni vrsti radioaktivnega razpada: alfa in beta.

Pri alfa razpadu se oddata dva protona in dva nevtrona. Tako ostane hčerinski delec z masnim številom, ki je za štiri manjše, in atomskim številom, ki je za dva manjše od prvotnega atoma. Uran-238 npr. razpade z emisijo alfa, pri čemer izgubi dva protona in dva nevtrona, da postane torij-234.

Za beta razpad sta dve možnosti:

β^- : Neutron se spremeni v proton in pri tem odda elektron.

β^+ : Proton se spremeni v nevtron in pri tem odda pozitron.

5. Ali bi lahko razlike med alfa in beta razpadom vplivale na sledi, ki jih vidite? Alfa delci so fizično večji in bolj ionizirajoči kot beta delci, ker imajo naboj +2 iz dveh protonov. Pred prenosom vse njihove kinetične energije imajo razmeroma kratko pot. To pomeni, da so sledi alfa delcev krajše in debelejše, dolge približno 2–5 cm. Ker imajo šibkejši naboj, so beta delci manj ionizirajoči in zato potujejo dlje, preden izgubijo vso energijo.

Ustvarjajo daljše sledi, do 10 cm.

Samo beta delci se opazujejo za palico, zavito v papir. To je zato, ker alfa delci oddajo vso svojo energijo delcem papirja, tako da jih ionizirajo, preden lahko dosežejo alkoholne hlape.

Beta delci ne

ionizirajo tako močno in zato potujejo naravnost skozi papir, ki obdaja palico, ne da bi z njim reagirali. Zelo kratka prodorna razdalja sevanja alfa je jasna – alfa delci izgubijo vso svojo energijo na kratki razdalji.

6. Kako nastanejo sledi meglične celice?

Alkohol v klobučevini je zelo hlapljiv in hitro tvori paro na vrhu meglične celice. Ker dno meglične celice zaradi suhega ledu doseže nizko temperaturo, se alkoholna para med padanjem hitro ohladi. Alkohol bi pri tej nižji temperaturi naravno kondenziral v tekočino, saj je pod vreliščem.



↑ Palica s torijevim oksidom, ki oddaja alfa in beta.

Delci plina pa za kondenzacijo potrebujejo »seme«, majhen delec, motnjo, na kateri lahko rastejo. Ker v komori ni semen, se na dnu meglične celice nabere tanka »super nasičena« plast alkohola, ki ne more kondenzirati.

Nabiti delec (kot je alfa delec, ki nastane zaradi radioaktivnega razpada), ki gre skozi komoro, na svoji poti ionizira molekule alkohola. Te ionizirane molekule alkohola delujejo kot seme za okoliške nevtralne molekule alkohola, kar jim omogoča, da kondenzirajo v kapljice, ki tvorijo sled, ki jo je mogoče videti v celici. Kmalu po nastanku kapljice padejo na dno meglične celice in se razpršijo; sled je vidna le nekaj sekund.

7. Kozmični žarki so visokoenergijski delci iz vesolja. Kako jih opazujemo?

Občasno boste morda opazili sledi, za katere se zdi, da ne izvirajo iz volframovih palic s torijevim oksidom. Čeprav so to lahko produkti naključnih radioaktivnih razpadov zunaj celice, so pogosteje posledica kozmičnih žarkov sonca in drugih predmetov v vesolju, kot so zvezde in galaksije. Kozmični žarki iz vesolja vstopajo v ozračje in medsebojno delujejo z atmosferskimi delci. Te interakcije najprej ustvarijo delce, imenovane **pioni***. Pion zelo hitro propade, pogosto v **mione***. Mione je mogoče opazovati kot izjemno dolge, tanke, ravne sledi v meglični celici.

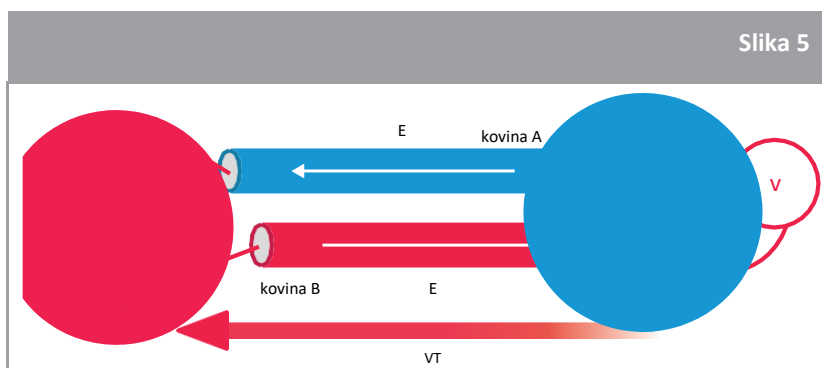
8. Kakšni so lahko učinki sevanja na vesoljska plovila?

Ionizirajoče sevanje lahko izloči elektrone v električnih tokokrogih, kar povzroči motnje v električnih sistemih na satelitih, ki krožijo okoli Zemlje. V večini primerov ta učinek preprosto opazimo kot zmanjšanje kakovosti podatkov, vendar se učinki povečajo med dogodki, kot so izbruhi koronarne mase zaradi povečane intenzivnosti ionizirajočih delcev. To lahko povzroči presežek toka skozi tokokrog, kar lahko povzroči poškodbe ali uniči opremo. Inženirji satelitov in vesoljskih plovil morajo zato zaščititi občutljiva vezja pred škodljivim vesoljskim sevanjem. Najenostavnejši pristop k temu je, da jih zaščitijo s posebej zasnovanim materialom, ki vsebuje atome z visokim atomskim številom in posledično visokim številom protonov in nevtronov, ki lahko absorbirajo velik del vesoljskega sevanja.

9. Kako lahko radioaktivni razpad uporabimo kot vir energije v vesolju?

Radioaktivni razpad proizvaja energijo, ki povzroči segrevanje materiala. To izkorišča Seebeckov efekt; gre za pojav, pri katerem lahko temperaturna razlika med dvema različnima električnima vodnikoma povzroči napetostno razliko med njima. En prevodnik se segreje z radioaktivnim razpadom, medtem ko se drugi prevodnik ohladi, npr. tako da ga izpostavimo hladnemu vesoljskemu okolju. Ogreti elektroni bodo tekli iz bolj vročega

prevodnika v hladnejši prevodnik. Če sta prevodnika povezana z električnim tokokrogom, bo znotraj tokokroga tekla enosmerni tok (Slika 5). Ta metoda proizvodnje energije je bila uporabljena v številnih vesoljskih plovilih, kot sta misija ESA Ulysses in misija ESA/NASA/ASI Cassini-Huygens.



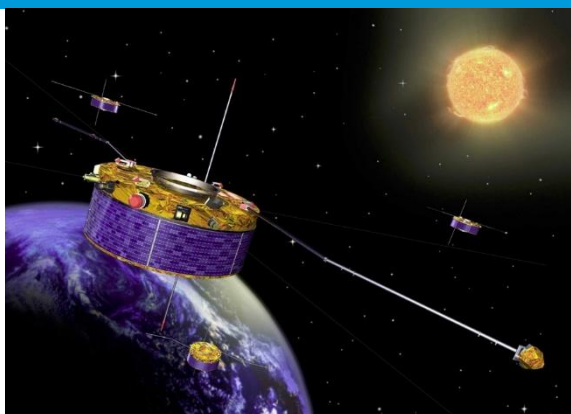
↑ Seebeckov efekt.

***Pion (Pi mezon):** vrsta delcev, veliko manjših od atoma. Obstajajo trije različni pioni; π_0 , π^+ in π^- .

***Mion:** delec z enakim nabojem kot elektron, vendar z veliko večjo maso.

Ali veš?

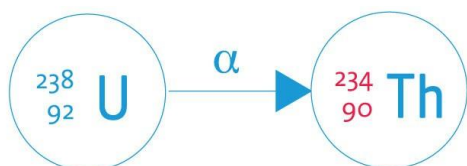
Misija ESA Cluster preučuje, kako stalni tok nabitih atomov in elektronov s Sonca vpliva na Zemljino magnetosfero. Ta tok delcev se imenuje sončni veter in sunki sončnega vetra lahko vplivajo na oskrbo z električno energijo tukaj na Zemlji (močan sunek lahko prepreči delovanje vseh elektronskih naprav!). Sončni veter lahko poškoduje tudi elektroniko na satelitih. Cluster preučuje pojave, ki lahko na ta način povzročijo škodo – pomaga nam pri pripravi na nenadne, potencialno nevarne izbruhe sončne energije!



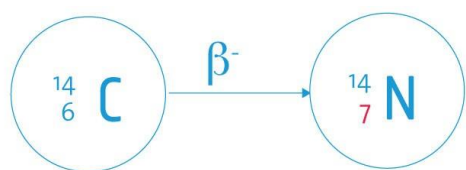
→ ODGOVORI PRI DEJAVNOSTIH ZA DIJAKE

1. Reakcije razpadanja

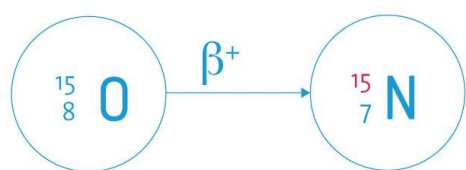
a. α -razpad



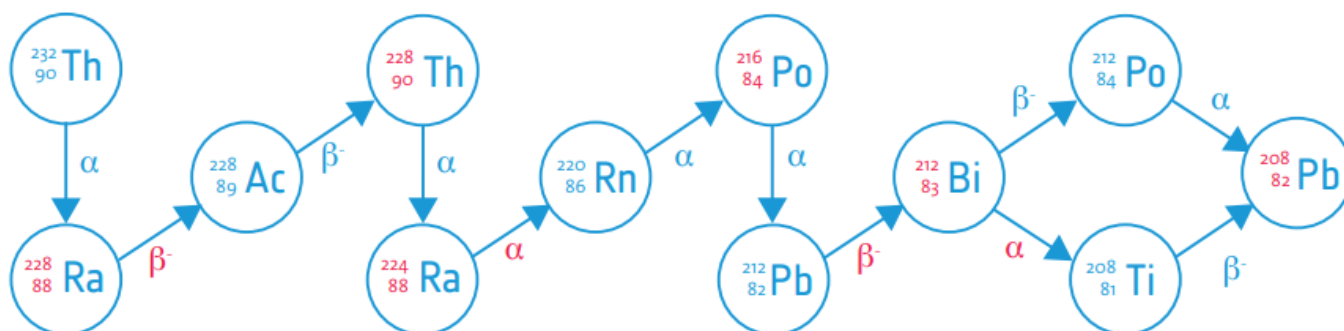
b. β^- -razpad (emisija elektronov):



c. β^+ -razpad (emisija pozitronov):



2. Razpad torija



3. Stabilen element, ki nastane na koncu verige razpada, je **svinec**.

Povezave

Zbirka Učenje z vesoljem

ESA učenje z vesoljem – video kuhanje kometa | VP03: www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/Cloud_chamber_classroom_demonstration_video_VP03

Misije in znanost, povezana z ESA

Misija ESA Cassini-Huygens: www.esa.int/Our_Activities/Our_Activities/Space_Science/Cassini-Huygens

Misija Cassini ob solsticiju: saturn.jpl.nasa.gov/

Misija ESA Ulysses: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Ulysses_overview

Misija ESA Swarm: www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/Swarm

Misija ESA Cluster: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cluster/Science_objectives

Članki ESA o radioaktivnem razpadu

Radioaktivni razpad titana poganja ostanek supernove: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Radioactive_decay_of_titanium_powers_supernova_remnant

Radioaktivno železo: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Integral/Radioactive_iron_a_window_to_the_stars

učenje z vesoljem – meglična celica | P03a
www.esa.int/education

V pisarni za izobraževanje ESA smo veseli vseh povratnih
informacij in komentarjev
teachers@esa.int

Izdelek ESA Education
Copyright © European Space Agency 2016