Úvodní list

Předmět:	Fyzika
Cílová skupina:	5.-8. ročník ZŠ
Délka trvání:	90 min.
Název hodiny:	Vesmír (Sluneční soustava a magnetismus v kosmickém prostoru)
Výukový celek:	Vesmír
Vzdělávací oblast v RVP:	Člověk a příroda
Vzdělávací obor:	Vesmír
Mezipředmětové vztahy:	Matematika – výpočet rychlosti; geometrie Dějepis – nástup moderního myšlení založeného na pozorování a experimentu Biologie – podmínky pro vznik života
Výukové metody a organizační formy výuky:	Výklad, projekce vizuálních materiálů, samostatná práce, žákovský experiment, práce s textem, opakování. Frontální, skupinová ve dvojicích, individuální
Vstupní předpoklady:	Žák se již setkal s pojmy gravitační síla, zrychlení, magnetismus, hvězda, planeta, geomagnetické pole.
Výukové cíle a Očekávané výstupy:	Žák dovede a) graficky znázornit poměry velikostí Slunce, Země, Měsíce, vnitřních a vnějších planet Sluneční soustavy; b) nakreslit poměry vzdáleností planet od Slunce; c) znázornit systém planeta + měsíc(e), konkrétně pro soustavy Země a Měsic a Jupiter a čtyři největší měsíce; d) vlastními slovy vysvětlit význam magnetického pole pro jevy související se slunečním větrem. Žák má představu o velikostech a vzdálenostech ve Sluneční soustavě. Chápe vliv gravitační a magnetické síly na dynamiku vesmírných těles a

	meziplanetárního prostředí. Chápe význam experimentu a pozorování. Dovede vyjádřit vztah mezi vzdáleností tělesa a jeho oběžnou drahou.
Klíčové kompetence:	Kompetence k učení – Žák se učí propojovat poznatky s ději v běžném životě (gravitace, elektromagnetické jevy). Kompetence k řešení problémů – Žák se učí porozumět danému problému a zjednodušovat kroky směřující k jeho lepšímu pochopení. Kompetence komunikativní – Žák se učí úsporně a přesně komunikovat prostřednictvím odborného jazyka a převádět si složitá fakta na snadnější modelové příměry. Kompetence sociální a personální – Žák se učí vytvářet sebehodnocení a zdokonalovat svou práci individuální i skupinovou. Kompetence pracovní – Žák se učí trpělivosti, pečlivosti a vynalézavosti, s níž lze složité problémy modelovat jednoduššími příměry.
Formy a prostředky hodnocení	Hodnocení nakresleného modelu. Slovní hodnocení průběžné i závěrečné, sebehodnocení, zpětná vazba. Vypracování závěrečného testu.
Kritéria hodnocení:	Porozumění zadaným úkolům. Vypracování zadaných úloh.
Pomůcky:	Základní geometrické nástroje (kružítko, pravítko), silné (neodymové) magnety, železný prach, plazmová koule.

Časový a obsahový plán výukového celku (2x45 min. + ev. nadstandard v kroužku)

Název hodiny: Vesmír (Sluneční soustava a magnetismus v kosmickém prostoru)

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Poznámka
5	Výklad – prezentace	Úvodní přednáška (videoprojekce – Sluneční soustava)	Sledování, diskuse	Klasifikace těles Sluneční soustavy, zajímavé objekty Sluneční soustavy
25	Experiment – model Sluneční soustavy	Vysvětlení modelu, pomoc při vytváření a doplňujících činnostech.	Aktivní tvorba – kreslení, výpočty, vyplnění pracovních sešitů (samostatná práce)	Model Sluneční soustavy -a) vzdálenosti nebo b) měřítka
5	Vyhodnocení experimentu	Ověření výsledků	Srovnání se spolužáky, kontrola	
10	Opakování	Zadání testu a kontrola	Vyplnění testu	
5	Výklad - prezentace	Přednáška – sluneční aktivita	Sledování, diskuse	Vliv sluneční aktivity na objekty ve Sluneční soustavě, magnetismus
30	Experimenty	Vysvětlení experimentů, rozdání pomůcek, pomoc při experimentech	Pokusy s magnety a železným prachem – vyplnění pracovních sešitů (práce jednotlivě nebo ve dvojicích)	Dipolové pole, geomagnetické pole, simulace slunečního větru a magnetosféry

5	Vyhodnocení experimentů	Diskuze o experimentech		Význam magnetického pole Země
5	Opakování - test	Zadání testu a kontrola	Vyplnění testu	

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pracovní list pro studenta

Název: Vesmír (Měřítka ve Sluneční soustavě a Magnetismus na Zemi a kosmickém prostoru)

Jméno:

Část 1 - Měřítka ve Sluneční soustavě

Vzdálenosti a velikosti těles ve Sluneční soustavě udávané v kilometrech jsou těžko představitelné (například vzdálenost mezi Zemí a Měsícem je 384 400 km, vzdálenost Neptun – Slunce je 4 500 milionů km atd.). Pro vzájemné porovnání velikostí a vzdáleností je možné použít tzv. astronomickou jednotku AU (z anglického slova Astronomical Unit), která je rovna průměrné vzdálenosti Slunce – Země, která činí 149,6 mil. km. Potom je možné například psát, že vzdálenost Jupitera od Slunce je 5,2 AU (viz 4. sloupec tabulky 1).

Skutečné vzdálenosti jsou vzhledem k rozměrům těles Sluneční soustavy větší, než by se na první pohled mohlo zdát a vzájemné rozdíly ve velikostech planet či porovnání se Sluncem může také být překvapivé. V následujících úkolech si vytvoříme jednoduchý model Sluneční soustavy, nejdříve z hlediska **vzdálenosti** od Slunce – vypočítáš si i oběžné doby jednotlivých planet. Druhý model bude z hlediska **vzájemných velikostí**.

Úkol 1 - Vzdálenosti ve Sluneční soustavě

Výklad

Sluneční soustava je tvořena největším tělesem (hvězdou) Sluncem a ostatními tělesy, které okolo něj obíhají, tedy osmi planetami a jejich měsíci a dalšími menšími tělesy jako jsou komety, planetky a asteroidy, které Slunce obíhají s různou rychlostí a oběžnou dobou. Planety jsou ve Sluneční soustavě **malé vnitřní kamenné**, jejichž složení je podobné Zemi (Merkur, Venuše, Země, Mars) a **velké vnější plynné** (tzv. plynní obři – Jupiter, Saturn, Uran, Neptun), které jsou složené převážně z kapalného plynu. Všechny vnější velké planety mají soustavu měsíců a prstenců. Nejkrásnější prstence má planeta Saturn. Měsíce jsou přírodní satelity, které obíhají okolo planet. Zemský Měsíc sice není největším měsícem, ale je velmi velký vůči svojí mateřské planetě vzhledem k ostatním planetám. Trpasličí planety jsou menší tělesa než planety (trochu nelogický je jejich název – protože trpasličí planeta není planeta, ani její podskupina). Planetky jsou pak malá tělesa obíhající kolem Slunce, ale většinou jsou velmi malé a mají nepravidelný tvar. Název planetky zahrnuje asteroidy a další objekty. Dva pásy, které obsahují velké množství planetek, se nazývají pás asteroidů (menší pás mezi Marsem a Jupiterem) a Kuiperův pás (větší pás za planetou Neptun). Ve velmi velké vzdálenosti od Slunce, zhruba na polovině cesty k nejbližší hvězdě, se pravděpodobně nachází Oortův oblak, mračno zmrzlého materiálu, ze kterého občas „vypadne“ některá z dlouhoperiodických komet. Komety jsou **malá ledová tělíska**, která se při přiblížení ke

Slunci zahřívají a jejich led se vypařuje, což často vytváří ohon dlouhý několik milionů km, který je pozorovatelný a míří vždy od Slunce (takže ohon je při pohyby komety od Slunce před kometou). Někteří vědci se domnívají, že komety bombardováním Země přinesly na Zem podstatnou část zásob vody, nebo dokonce přinesly na svém povrchu zárodky života. I když je to zajímavá hypotéza, tak ale nevysvětluje záhadu vzniku života – jen ho odsouvá na jiné místo.

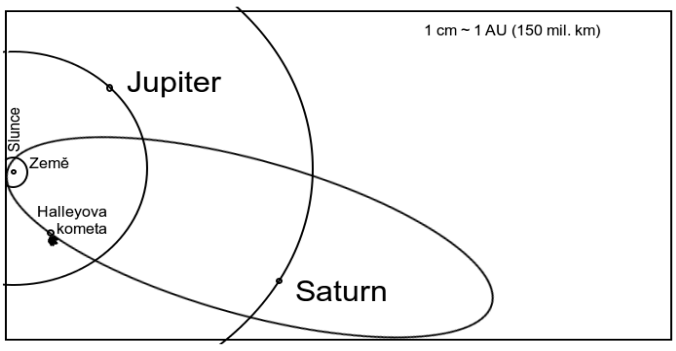
Zářijová kometa z roku 1882 byla tak jasná, že byla vidět dokonce i během dne. Zdroj: D. Gill.

Nakresli model Sluneční soustavy v měřítku, kde 1 AU (150 mil. km) ~ 0,5 cm.

Pomůcky: Čtverečkovaný papír A3, kreslící potřeby, kružítko nebo provázek s tužkou, pravítko.

Pracovní postup

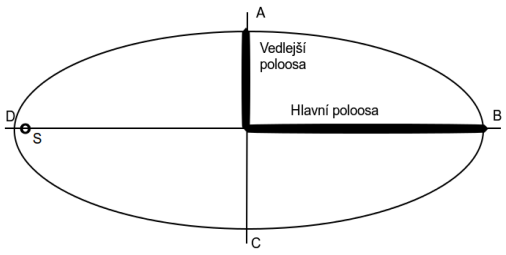
Zhruba 2 cm od kratšího okraje papíru (uprostřed kratší strany) bude tečka znázorňující Slunce. Podle tabulky si odečti vzdálenosti planet od Slunce v AU a kružítkem nebo provázkem s přivázanou tužkou nakresli dráhy planet a každou dráhu označ slovně. Nakresli i dráhu trpasličí planety Pluto, která přestala být planetou od velké astronomické konference v Praze v roce 2006. Zakresli i dráhu Halleyovy komety, která obíhá Slunce po elipse. Obrázek by měl vypada zhruba podle náčrtu, ale bude mít všechny vnitřní malé planety (Merkur, Venuše, Mars) a zbývající vnější velké planety (Uran a Neptun) a dvě trpasličí planety Ceres a Pluto. Pás asteroidů se nachází mezi Marsem a Jupiterem. Kuiperův pás začíná zhruba na úrovni Uranu. Oba pásy vytečkuj nebo vystínuj tužkou. Poznámka: V daném měřítku by bylo Slunce menší než 0,1 mm, ale aby bylo vůbec na obrázku vidět, tak ho označ malým kolečkem nebo tečkou, stejně jako ještě mnohem menší planety a kometu (tu můžeš znázornit jako kolečko s chvostem mířícím od Slunce).



Otázka: Oortův oblak se do obrázku nevejde, tak napiš jeho vzdálenost v daném měřítku v metrech.

Odpověď: Vnitřní a vnější hranice Oortova oblaku má **v daném měřítku** vzdálenost … m a … m.

Dráha Halleyovy komety tvoří **elipsu**. Zkonstruovat ji můžeš takto: Slunce je bod S. Vzdálenost |SD|=0,6 AU, |SB|=35 AU; |AC|=9 AU. Body A-D propoj podle ruky nebo podle křivítka hladkou křivkou (elipsou).



Úloha: Ke každé dráze planet Merkur–Neptun a Ceres a Pluto zapiš do tabulky a do obrázku dobu oběhu v pozemských letech. Doba oběhu planet se vypočítá podle 2. Keplerova zákona, ze kterého se dá odvodit následující vztah:

(Doba oběhu[rok])^2 = (Vzdálenost [AU])^3.

Příklad pro Jupiter: Doba oběhu Jupiteru bude

(Doba oběhu)^2 = (Vzdálenost [AU])^3 = $(5,2)^3$

Doba oběhu = $\sqrt{5,2^3} = \sqrt{140,6}$ = **11,9 let.**

Těleso	Průměr (km)	Průměr (ZP)	Vzdálenost (AU)	Zajímavost	Doba oběhu (let)
Slunce	1 392 000	109,2		Změna magnetického pole po 11 letech (sluneční cyklus)	x
Merkur	4 880	0,4	0,4	Teploty na povrchu od -173 do 430°C	0,25
Venuše	12 100	0,9	0,7	Planeta s nejvyšší průměrnou teplotou (460°C), skleníkový efekt, tlak 90 atmosfér	
Země	12 742	1,0		Život, voda ve třech skupenstvích	1
Mars	6 780	0,5	1,5	Přítomnost vody, velmi nízký tlak atmosféry (asi jako na Zemi v 35 km)	
Jupiter	139 800	11,0	5,2	Nejvíc měsíců (min. 67)	11,9
Saturn	116 400	9,1	9,5	Krásné prstence	
Uran	50 720	4,0	19,2	Osa směřuje ke Slunci	
Neptun	49 240	3,9	30,1	Největrnější planeta (rychlost větru až 2 100 km/h)	
Ceres	950	0,1	2,77	První objevený asteroid (1801)	4,6
Pluto	2 360	0,2	39	Od objevu 1930 prohlášeno za planetu, od roku 2006 (největší) trpasličí planeta	
Halleyova kometa	15x8	0,001	35-0,6 AU	Pozorována již v 244 př.n.l., záznamy z Číny, Babylónie. V roce 1705 poznal A. Halley její pravidelnost.	75
Pás asteroiů			2,2-3,2	Zhruba 1 milión asteroidů s velikostí nad 1 km. Srážka rakety s asteroidy je ale vzhledem k velkým vzdálenostem asterioidů nízká.	
Kuiperův pás			30-50	Nacházejí se zde tři trpasličí planety Pluto, Haumea, Makemake a další menší tělesa (led)	
Oortův oblak			5 000 –50 000	Hypotetický oblak, možná zdroj dlouhoperiodických komet. Jen lehce vázán gravitací ke Slunci.	

Kontrola: tabulka musí mít 1+15 řádek Slunce-Oortův oblak (WORD je schovává)

Úkol 2 – Měřítka velikostí ve Sluneční soustavě

Nakresli tělesa Sluneční soustavy v měřítku, kde 1 ZP (12 742 km) ~ 1 cm.

Pomůcky: Čtverečkovaný papír A3, kreslící potřeby, kružítko nebo provázek s tužkou, pravítko.

Pracovní postup

Největším tělesem bude Slunce, které má více než stokrát větší průměr než Země. Do obrázku se nevejde celé, ale to nevadí, stačí jen část. Nakreslit ho můžeš buď velkým kružítkem nebo provázkem a tužkou uchycenou do oka provázku.

Dále pokračuj s nakreslením planet a jejich měsíců. Planety rozmísti tak, aby se všechny vešly. Jupiter a Saturn mají mnoho měsíců, ale stačí, když nakreslíš jen ty největší, které jsou v tabulce. Čtyřem největším Jupiterovým měsícům se podle jejich objevitele někdy říká Galileovy měsíce. Země má jen jediný měsíc (Měsíc), ale v porovnání s velikostí Země je velmi velký. Oběh měsíců okolo planet znázorni mírně zboku, takže dráhy budou vypadat jako elipsy (podobně jako když se podíváš na talíř ze strany). Hlavní poloosy elips budou přesně stejné jako vzdálenosti v tabulce. Všechny vzdálenosti jsou udávané od středu planet.

*Poznámka: Další měsíce kreslit nebudeme, protože by byly příliš malé (například dva Marsovy měsíce Phobos a Deimos by měly jen asi setinu milimetru) nebo protože jich je prostě příliš mnoho (Saturn má 53 měsíců, Uran 27, Neptun 14). Merkur a Venuše měsíc nemají, Pluto má pět známých měsíců (**s děsivými názvy z řecké mytologie Cháron, Styx, Nix, Kerberos a Hydra). Cháron je vzhledem k Plutu tak těžký, že Pluto a Cháron obíhají okolo společného bodu nad povrchem Pluta.***

Planeta – satelit	Průměr (ZP)	Vzdálenost (ZP)	Zajímavost
Země	1		
---Měsíc	0.27	30	Roztavené vnější jádro
Jupiter	11		
---Io	0.29	33	400 aktivních sopek
---Europa	0.25	52	Hluboký oceán s vodou a ledem – život?
---Ganymede	0.41	84	Největší měsíc Slun. soustavy
---Callisto	0.38	148	Plný kráterů
Saturn	9.1		
Titan	0.4	96	Největší Saturnův měsíc
---prstence		5,5-11	Tělesa a tělíska o velikosti metrů až mikrometrů

Zajímavost: Většina těles sluneční soustavy má jméno z řecké, římské, severské a další mytologie. Například Mars je pojmenován kvůli své krvavé barvě po římském bohu války (názvy měsíců Phobos a Deimos znamenají Strach a Hrůza), Titáni jsou potomci bohyně Země (Gaia) a boha Nebes (Uran), Venuše byla římská bohyně krásy a lásky, trpasličí planeta Makemake (objevena na Velikonoce 2005) je pojmenována po božstvu obyvatel Velikonočních ostrovů.

Otázka: Pluto je jméno boha podsvětí. Vybavíš si, kdo byl Cháron a co je Styx? A kdo byli Kerberos a Hydra?

Odpověď:

Část 2 – Magnetismus na Zemi a v kosmickém prostoru

Magnetické pole můžeme pozorovat buď v okolí magnetů (v magnetech jsou zdrojem magnetismu vázané proudy v částicích magnetu) nebo v okolí vodičů (zde je zdrojem elektrický proud). V obou případech magnetické pole vzniká působením pohybujících se elektricky nabitých částic. Feromagnetické materiály (železo, nikl, kobalt) či zmagnetizované předměty jsou magnetickým polem ovlivňovány. Příkladem je přitahování železných materiálů k magnetu nebo ustálení střelky kompasu v zemském magnetickém poli. Magnetické síly se projevují tak, že **opačné póly** magnetů **se navzájem přitahují** a **stejné (souhlasné) se odpuzují**. Magnetické pole má planeta Země, ale i některé další planety jako například Merkur nebo všechny velké planety Jupiter, Saturn, Uran a Neptun. Magnetické pole mají i hvězdy (tedy i Slunce). Většina měsíců (kromě Ganymede) magnetické pole nemá.

Úkol 3 – Dipólové magnetické pole

Výklad

Dipólové pole je nejjednodušším případem uspořádání magnetického pole. Slovo dipólové znamená, že magnet má dva póly, které jsou propojené siločarami, které na jednom pólu vystupují a v druhém pólu se opět vrací. Typickým případem je tyčový magnet.

Úkol: Znázorni siločáry magnetického pole pomocí tyčového magnetu.

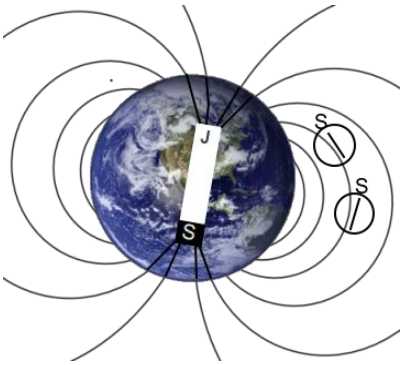
Pomůcky: tyčový magnet, železné piliny, papírová nebo plastová podložka

Pracovní postup: pod desku umísti tyčový magnet a na desku nasypej železné piliny. Pilinami zatřes, až se vytvoří vzor. Nakresli výsledek uspořádání:

Úkol 4 – Měření směru geomagnetického pole

Výklad

Geomagnetické (zemské magnetické) pole vzniká díky elektrickým proudům v pohybujícím se tekutém železném vnějším jádru Země. Výsledné magnetické pole se dá zjednodušeně znázornit jako dipólové pole s tyčovým magnetem uvnitř Země a s vystupujícími siločarami. Osa magnetického pole je oproti ose rotace Země skloněná asi o 11°, takže magnetické póly se neshodují se zeměpisnými póly. Severní magnetický pól se nachází v Arktidě na sever od Kanady, jižní magnetický pól je v blízkosti pobřeží Antarktidy. Ve skutečné situaci dochází na Zemi ke změnám magnetického pole. Magnetické póly chaoticky putují o několik kilometrů za rok a navíc dochází jednou za čas (průměrně za 500 tisíc let) k přepólování - to znamená, že si severní magnetický pól vymění pozici s jižním magnetickým pólem. To, kdy se tak stane, je velmi těžké předpovědět, ale víme, že poslední přepólování nastalo před 780 tisíci let.



Poznámka: I když má zemský magnetický pól na severní polokouli vlastně jižní polaritu, tak se mu říká zemský severní magnetický pól. Je to z historických důvodů - severní magnetický pól střelky kompasu je přitahován k opačnému (jižnímu) pólu.

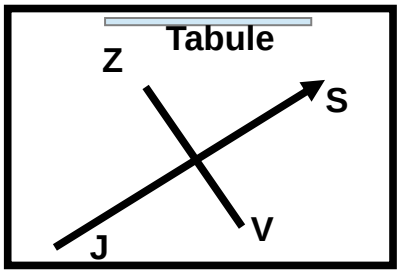
Směr magnetického pole je možné měřit například kompasem. V následujícím experimentu si vytvoř vlastní kompas ze silného neodymového magnetu a tenké nitě.

Úkol: Vytvoř si kompas z magnetu a nitě a nakresli směr S-J, V-Z

Pomůcky: Silný magnet, nit, železný háček na uchycení magnetu

Provedení: tyčový magnet uvaž uprostřed na provázek a pozoruj chování magnetu (můžeš ho lehce roztočit a pozorovat, zda se ustálí), případně ho zkoušet otáčet točením nitě v prstech. Načrtni od ruky nákres třídy (stěny a označ přední stěnu, kde je tabule) a označ směr Sever – Jih, Východ – Západ (S, J, V, Z). Protože možná nevíš přesně, který pól magnetu ukazuje na sever a který na jih, tak zkus použít další vodítka (Slunce, směr k nějakému známému místu atd.).

Místo pro nakreslení výsledku:



Úkol 5 – Magnetosféra planet

Sluneční vítr, meziplanetární magnetické pole a magnetosféra

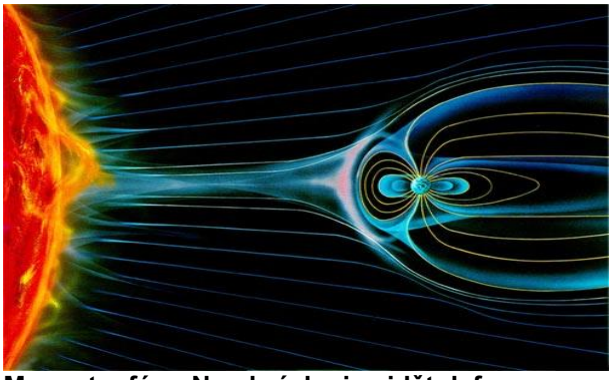
Slunce neustále vyvrhuje nabité částice (H^+, He^{++}, e^-), které proudí vysokou rychlostí zhruba 300 – 1000 km/s a které s sebou nesou magnetické pole (jsou zmagnetizované). Těmto částicím se říká sluneční vítr. Povrchy planet, které mají magnetické pole, jsou do velké míry před tímto slunečním větrem chráněné.

Magnetický obal planet s magnetickým polem se nazývá **magnetosféra.** Ta je je definována jako prostor, kde převládá magnetické pole planety nad magnetickým polem vnějšího prostoru (slunečního větru).

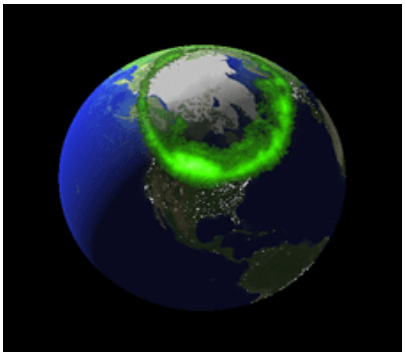
Magnetosféra **chrání Zemi** před nabitými částicemi slunečního větru, protože ty jsou stáčeny tzv. Lorentzovou silou, která je kolmá na směr pohybujících se částic i na směr magnetického pole. Výsledkem je potom kruhový pohyb částic okolo siločar, částice jsou na siločáry jakoby vázané a mohou okolo siločar pouze kroužit nebo se pohybovat podél nich. Zachycené částice se **podél siločar** mohou z kosmického prostoru dostat v polárních oblastech (místech, kde siločáry vstupují do Země) až do vyšší atmosféry okolo 100 km, kde se sráží s molekulami řídkého plynu a vyzáří svoji energii ve formě viditelného světla nebo UV záření. Vytváří se zde takzvaný polární ovál (prstenec), který je možné spatřit například z kosmického prostoru, ale je vidět i na některých planetách.

Polární záře. Zdroj: fineartamerica.com

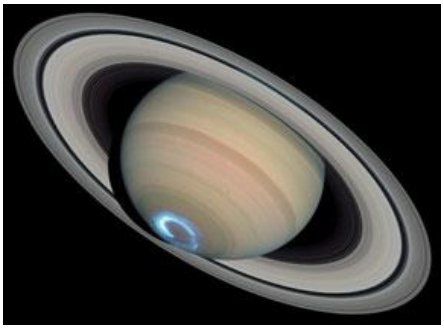
Jedním z viditelných produktů srážek je polární záře, která se vyskytuje nejčastěji v polárních oblastech, ale v případě silnější sluneční aktivity ji je možné pozorovat i ve středních šířkách. Polární záři se také říká aurora a je pozorovatelná jak na severní polokouli (Skandinávie, Finsko, Rusko, Kanada, Aljaška), tak i na jižní polokouli (Antarktida, Austrálie, Argentina). Magnetické pole, které je unášeno slunečním větrem, je mnohem slabší než magnetické pole v blízkosti Země. Ve velké vzdálenosti od Země se ale zemské magnetické pole zeslabuje a je magnetickým polem slunečního větru deformováno. To znázorňuje obrázek Magnetosféra, kde je schematicky vidět proudění slunečního větru a jeho tlak na zemskou magnetosféru. To způsobuje na denní (na obrázku levé) straně stlačení zemského magnetického pole a na noční straně jeho natažení do obrovské vzdálenosti několika desítek až stovek zemských poloměrů.



Magnetosféra. Na obrázku je vidět deformace zemského magnetického pole důsledkem tlaku slunečního větru. Zdroj: www.nasa.gov



Polární ovál Země. Zdroj: www.nasa.gov



Protože Saturn má silné magnetické pole, je možné pozorovat polární záři i na této planetě. Foto z Hubbleova teleskopu. Zdroj: www.nasa.gov

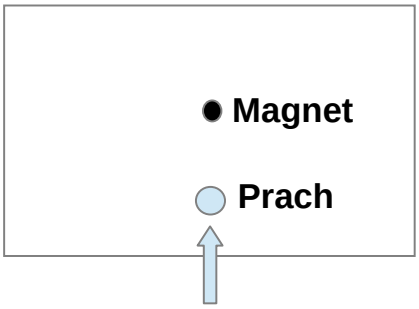
Působení slunečního větru na zemskou magnetosféru je možné znázornit i pomocí železných pilin a magnetu.

Úkol: vytvoř vzor z pilin pomocí magnetu a pohybujících se pilin:

Pomůcky: Papír, malý kulatý magnet, železný prach, tenká trubička (brčko nebo ještě tenčí).

Provedení: Pod papír A4 (lépe A3 a nejlépe do plastové misky s rovným dnem) nalep malý silný magnet na místo M. Papír otoč tak, že magnet bude ležet na stole a papír bude nad ním. Vytvoř malou hromádku na místě P z železného prachu. Opatrně foukej na hromádku směrem k magnetu a pozoruj vzor, který se vytvoří. Pokus můžeš ještě jednou nebo dvakrát

zopakovat. Zkus příště foukat silněji/slaběji, případně z menší/větší vzdálenosti a zkus pozorovat rozdíly



Nakresli výsledek svého pokusu (vzor, který byl vytvořen):

Otázka: Tento pokus znázorňoval mechanismus, který je podobný jako ochrana Země magnetickým polem. Můžeš napsat, co symbolizují železné částice? K čemu bys přirovnal/a magnet? Co podle tebe znázorňuje vytvořený vzor okolo magnetu? A co představují zachycené částice těsně nad magnetem?
Odpověď:

Závěr

Planeta Země má magnetické pole, které je důležité jako ochrana před částicem slunečního větru, které by byly nebezpečné pro život i pro existenci zemské atmosféry. V blízkosti Země je magnetické pole symetrické a připomíná dipólové rozložení, ale ve větší vzdálenosti je formováno meziplanetárním magnetickým polem unášeným slunečním větrem. Magnetické pole má nejen planeta Země, ale i například velké planety či Slunce. Hranice magnetosféry (magnetického obalu Země) sahá do vzdálenosti asi pěti zemských poloměrů, což je několikanásobně víc, než kam sahá zemská atmosféra a ta je tak před slunečním větrem chráněna. I přes to se nabité částice mohou do atmosféry dostávat. Interakce nabitých částic a atmosféry způsobuje například krásný efekt polární záře.

Pracovní list pro pedagoga

Název: Vesmír (Měřítka ve Sluneční soustavě a Magnetismus na Zemi a kosmickém prostoru)

Jméno: **{Poznámky pro pedagoga jsou zeleně v závorkách}**

Část 1 - Měřítka ve Sluneční soustavě

Vzdálenosti a velikosti těles ve Sluneční soustavě udávané v kilometrech jsou těžko představitelné (například vzdálenost mezi Zemí a Měsícem je 384 400 km, vzdálenost Neptun – Slunce je 4 500 milionů km atd.). Pro vzájemné porovnání velikostí a vzdáleností je možné použít tzv. astronomickou jednotku AU (z anglického slova Astronomical Unit), která je rovna průměrné vzdálenosti Slunce – Země, která činí 149,6 mil. km. Potom je možné například psát, že vzdálenost Jupitera od Slunce je 5,2 AU (viz 4. sloupec tabulky 1).

Skutečné vzdálenosti jsou vzhledem k rozměrům těles Sluneční soustavy větší, než by se na první pohled mohlo zdát a vzájemné rozdíly ve velikostech planet či porovnání se Sluncem může také být překvapivé. V následujících úkolech si vytvoříme jednoduchý model Sluneční soustavy, nejdříve z hlediska **vzdálenosti** od Slunce – vypočítáš si i oběžné doby jednotlivých planet. Druhý model bude z hlediska **vzájemných velikostí**.

Úkol 1 - Vzdálenosti ve Sluneční soustavě

Výklad

Sluneční soustava je tvořena největším tělesem (hvězdou) Sluncem a ostatními tělesy, které okolo něj obíhají, tedy osmi planetami a jejich měsíci a dalšími menšími tělesy jako jsou komety, planetky a asteroidy, které Slunce obíhají s různou rychlostí a oběžnou dobou. Planety jsou ve Sluneční soustavě **malé vnitřní kamenné**, jejichž složení je podobné Zemi (Merkur, Venuše, Země, Mars) a **velké vnější plynné** (tzv. plynní obři – Jupiter, Saturn, Uran, Neptun), které jsou složené převážně z kapalného plynu. Všechny vnější velké planety mají soustavu měsíců a prstenců. Nejkrásnější prstence má planeta Saturn. Měsíce jsou přírodní satelity, které obíhají okolo planet. Zemský Měsíc sice není největším měsícem, ale je velmi velký vůči svojí mateřské planetě vzhledem k ostatním planetám. Trpasličí planety jsou menší tělesa než planety (trochu nelogický je jejich název – protože trpasličí planeta není planeta, ani její podskupina). Planetky jsou pak malá tělesa obíhající kolem Slunce, ale většinou jsou velmi malé a mají nepravidelný tvar. Název planetky zahrnuje asteroidy a další objekty. Dva pásy, které obsahují velké množství planetek, se nazývají pás asteroidů (menší pás mezi Marsem a Jupiterem) a Kuiperův pás (větší pás za planetou Neptun). Ve velmi velké vzdálenosti od Slunce, zhruba na polovině cesty k nejbližší hvězdě, se pravděpodobně nachází Oortův oblak, mračno zmrzlého materiálu, ze kterého občas „vypadne“ některá z dlouhoperiodických komet. Komety jsou **malá ledová tělíska**, která se při přiblížení ke

Slunci zahřívají a jejich led se vypařuje, což často vytváří ohon dlouhý několik milionů km, který je pozorovatelný a míří vždy od Slunce (takže ohon je při pohyby komety od Slunce před kometou). Někteří vědci se domnívají, že komety bombardováním Země přinesly na Zem podstatnou část zásob vody, nebo dokonce přinesly na svém povrchu zárodky života. I když je to zajímavá hypotéza, tak ale nevysvětluje záhadu vzniku života – jen ho odsouvá na jiné místo.

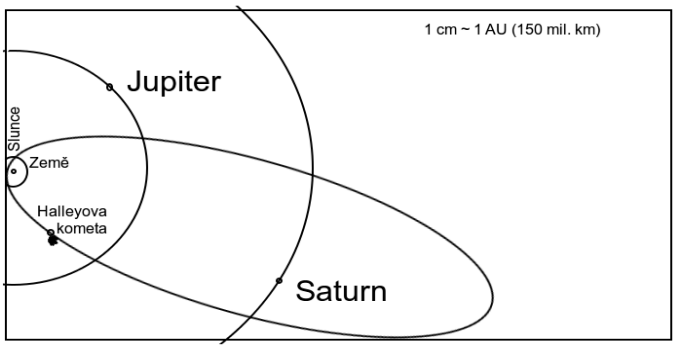
Zářijová kometa z roku 1882 byla tak jasná, že byla vidět dokonce i během dne. Zdroj: D. Gill.

Nakresli model Sluneční soustavy v měřítku, kde 1 AU (150 mil. km) ~ 0,5 cm.

Pomůcky: Čtverečkovaný papír A3, kreslící potřeby, kružítko nebo provázek s tužkou, pravítko.

Pracovní postup

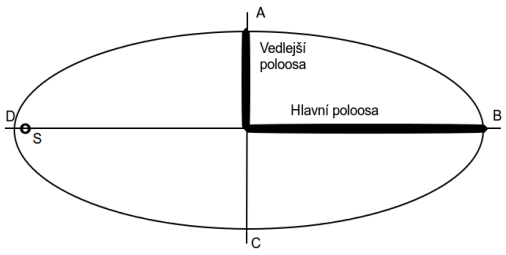
Zhruba 2 cm od kratšího okraje papíru (uprostřed kratší strany) bude tečka znázorňující Slunce. Podle tabulky si odečti vzdálenosti planet od Slunce v AU a kružítkem nebo provázkem s přivázanou tužkou nakresli dráhy planet a každou dráhu označ slovně. Nakresli i dráhu trpasličí planety Pluto, která přestala být planetou od velké astronomické konference v Praze v roce 2006. Zakresli i dráhu Halleyovy komety, která obíhá Slunce po elipse. Obrázek by měl vypada zhruba podle náčrtu, ale bude mít všechny vnitřní malé planety (Merkur, Venuše, Mars) a zbývající vnější velké planety (Uran a Neptun) a dvě trpasličí planety Ceres a Pluto. Pás asteroidů se nachází mezi Marsem a Jupiterem. Kuiperův pás začíná zhruba na úrovni Uranu. Oba pásy vytečkuj nebo vystínuj tužkou. Poznámka: V daném měřítku by bylo Slunce menší než 0,1 mm, ale aby bylo vůbec na obrázku vidět, tak ho označ malým kolečkem nebo tečkou, stejně jako ještě mnohem menší planety a kometu (tu můžeš znázornit jako kolečko s chvostem mířícím od Slunce).



Otázka: Oortův oblak se do obrázku nevejde, tak napiš jeho vzdálenost v daném měřítku v metrech.

Odpověď: Vnitřní a vnější hranice Oortova oblaku má **v daném měřítku** vzdálenost … m a … m.

Dráha Halleyovy komety tvoří **elipsu**. Zkonstruovat ji můžeš takto: Slunce je bod S. Vzdálenost |SD|=0,6 AU, |SB|=35 AU; |AC|=9 AU. Body A-D propoj podle ruky nebo podle křivítka hladkou křivkou (elipsou).



Úloha: Ke každé dráze planet Merkur–Neptun a Ceres a Pluto zapiš do tabulky a do obrázku dobu oběhu v pozemských letech. Doba oběhu planet se vypočítá podle 2. Keplerova zákona, ze kterého se dá odvodit následující vztah:

(Doba oběhu[rok])^2 = (Vzdálenost [AU])^3.

Příklad pro Jupiter: Doba oběhu Jupiteru bude

(Doba oběhu)^2 = (Vzdálenost [AU])^3 = $(5,2)^3$

Doba oběhu = $\sqrt{5,2^3} = \sqrt{140,6}$ = **11,9 let.**

Těleso	Průměr (km)	Průměr (ZP)	Vzdálenost (AU)	Zajímavost	Doba oběhu (let)
Slunce	1,392,000	109.2		Změna magnetického pole po 11 letech (sluneční cyklus)	x
Merkur	4,880	0.4	0.4	Teploty na povrchu od -173 do 430°C	0,25
Venuše	12,100	0.9	0.7	Planeta s nejvyšší průměrnou teplotou (460°C), skleníkový efekt, tlak 90 atmosfér	0,6
Země	12,742	1.0		Život, voda ve třech skupenstvích	1
Mars	6,780	0.5	1.5	Přítomnost vody, velmi nízký tlak atmosféry (asi jako na Zemi v 35 km)	1,9
Jupiter	139,800	11.0	5.2	Nejvíc měsíců (min. 67)	11,9
Saturn	116,400	9.1	9.5	Krásné prstence	29,5
Uran	50,720	4.0	19.2	Osa směřuje ke Slunci	84
Neptun	49,240	3.9	30.1	Největrnější planeta (rychlost větru až 2 100 km/h)	165
Ceres	950	0.1	2.77	První objevený asteroid (1801)	4,6
Pluto	2,360	0.2	39	Od objevu 1930 prohlášeno za planetu, od roku 2006 (největší) trpasličí planeta	244 výpočet, 247 pozorování
Halleyova kometa	15x8	0.001	35-0,6 AU	Pozorována již v 244 př.n.l., záznamy z Číny, Babylónie. V roce 1705 poznal A. Halley její pravidelnost.	75
Pás asteroiů			2,2-3,2	Zhruba 1 milión asteroidů s velikostí nad 1 km. Srážka rakety s asteroidy je ale vzhledem k velkým vzdálenostem asterioidů nízká.	
Kuiperův pás			30-50	Nacházejí se zde tři trpasličí planety Pluto, Haumea, Makemake a další menší tělesa (led)	
Oortův oblak			5 000 –50 000	Hypotetický oblak, možná zdroj dlouhoperiodických komet. Jen lehce vázán gravitací ke Slunci.	

Kontrola: tabulka musí mít 1+15 řádek Slunce-Oortův oblak (WORD je schovává)

Úkol 2 – Měřítka velikostí ve Sluneční soustavě

Nakresli tělesa Sluneční soustavy v měřítku, kde 1 ZP (12 742 km) ~ 1 cm.

Pomůcky: Čtverečkovaný papír A3, kreslící potřeby, kružítko nebo provázek s tužkou, pravítko.

Pracovní postup

Největším tělesem bude Slunce, které má více než stokrát větší průměr než Země. Do obrázku se nevejde celé, ale to nevadí, stačí jen část. Nakreslit ho můžeš buď velkým kružítkem nebo provázkem a tužkou uchycenou do oka provázku.

Dále pokračuj s nakreslením planet a jejich měsíců. Planety rozmísti tak, aby se všechny vešly. Jupiter a Saturn mají mnoho měsíců, ale stačí, když nakreslíš jen ty největší, které jsou v tabulce. Čtyřem největším Jupiterovým měsícům se podle jejich objevitele někdy říká Galileovy měsíce. Země má jen jediný měsíc (Měsíc), ale v porovnání s velikostí Země je velmi velký. Oběh měsíců okolo planet znázorni mírně zboku, takže dráhy budou vypadat jako elipsy (podobně jako když se podíváš na talíř ze strany). Hlavní poloosy elips budou přesně stejné jako vzdálenosti v tabulce. Všechny vzdálenosti jsou udávané od středu planet.

*Poznámka: Další měsíce kreslit nebudeme, protože by byly příliš malé (například dva Marsovy měsíce Phobos a Deimos by měly jen asi setinu milimetru) nebo protože jich je prostě příliš mnoho (Saturn má 53 měsíců, Uran 27, Neptun 14). Merkur a Venuše měsíc nemají, Pluto má pět známých měsíců (**s děsivými názvy z řecké mytologie Cháron, Styx, Nix, Kerberos a Hydra). Cháron je vzhledem k Plutu tak těžký, že Pluto a Cháron obíhají okolo společného bodu nad povrchem Pluta.***

Planeta – satelit	Průměr (ZP)	Vzdálenost (ZP)	Zajímavost
Země	1		
---Měsíc	0.27	30	Roztavené vnější jádro
Jupiter	11		
---Io	0.29	33	400 aktivních sopek
---Europa	0.25	52	Hluboký oceán s vodou a ledem – život?
---Ganymede	0.41	84	Největší měsíc Slun. soustavy
---Callisto	0.38	148	Plný kráterů
Saturn	9.1		
Titan	0.4	96	Největší Saturnův měsíc
---prstence		5,5-11	Tělesa a tělíska o velikosti metrů až mikrometrů

Zajímavost: Většina těles sluneční soustavy má jméno z řecké, římské, severské a další mytologie. Například Mars je pojmenován kvůli své krvavé barvě po římském bohu války (názvy měsíců Phobos a Deimos znamenají Strach a Hrůza), Titáni jsou potomci bohyně Země (Gaia) a boha Nebes (Uran), Venuše byla římská bohyně krásy a lásky, trpasličí planeta Makemake (objevena na Velikonoce 2005) je pojmenována po božstvu obyvatel Velikonočních ostrovů.

Otázka: Pluto je jméno boha podsvětí. Vybavíš si, kdo byl Cháron a co je Styx? A kdo byli Kerberos a Hydra?
{Cháron: převozník mrtvých přes řeku Styx
Kerberos: vícehlavý pes hlídající vstup do podsvětí
Hydra: Devítihlavá smrtící příšera, se kterou bojoval Herkules (vše řecká mytologie)}

Část 2 – Magnetismus na Zemi a v kosmickém prostoru

Magnetické pole můžeme pozorovat buď v okolí magnetů (v magnetech jsou zdrojem magnetismu vázané proudy v částicích magnetu) nebo v okolí vodičů (zde je zdrojem elektrický proud). V obou případech magnetické pole vzniká působením pohybujících se elektricky nabitých částic. Feromagnetické materiály (železo, nikl, kobalt) či zmagnetizované předměty jsou magnetickým polem ovlivňovány. Příkladem je přitahování železných materiálů k magnetu nebo ustálení střelky kompasu v zemském magnetickém poli. Magnetické síly se projevují tak, že **opačné póly** magnetů **se navzájem přitahují** a **stejné (souhlasné) se odpuzují**. Magnetické pole má planeta Země, ale i některé další planety jako například Merkur nebo všechny velké planety Jupiter, Saturn, Uran a Neptun. Magnetické pole mají i hvězdy (tedy i Slunce). Většina měsíců (kromě Ganymede) magnetické pole nemá.

Úkol 3 – Dipólové magnetické pole

Výklad

Dipólové pole je nejjednodušším případem uspořádání magnetického pole. Slovo dipólové znamená, že magnet má dva póly, které jsou propojené siločarami, které na jednom pólu vystupují a v druhém pólu se opět vrací. Typickým případem je tyčový magnet.

Úkol: Znázorni siločáry magnetického pole pomocí tyčového magnetu.

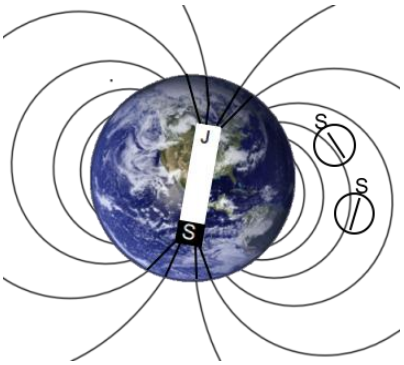
Pomůcky: tyčový magnet, železné piliny, papírová nebo plastová podložka

Pracovní postup: pod desku umísti tyčový magnet a na desku nasypej železné piliny. Pilinami zatřes, až se vytvoří vzor. Nakresli výsledek uspořádání:

Úkol 4 – Měření směru geomagnetického pole

Výklad

Geomagnetické (zemské magnetické) pole vzniká díky elektrickým proudům v pohybujícím se tekutém železném vnějším jádru Země. Výsledné magnetické pole se dá zjednodušeně znázornit jako dipólové pole s tyčovým magnetem uvnitř Země a s vystupujícími siločarami. Osa magnetického pole je oproti ose rotace Země skloněná asi o 11°, takže magnetické póly se neshodují se zeměpisnými póly. Severní magnetický pól se nachází v Arktidě na sever od Kanady, jižní magnetický pól je v blízkosti pobřeží Antarktidy. Ve skutečné situaci dochází na Zemi ke změnám magnetického pole. Magnetické póly chaoticky putují o několik kilometrů za rok a navíc dochází jednou za čas (průměrně za 500 tisíc let) k přepólování - to znamená, že si severní magnetický pól vymění pozici s jižním magnetickým pólem. To, kdy se tak stane, je velmi těžké předpovědět, ale víme, že poslední přepólování nastalo před 780 tisíci let.



Poznámka: I když má zemský magnetický pól na severní polokouli vlastně jižní polaritu, tak se mu říká zemský severní magnetický pól. Je to z historických důvodů - severní magnetický pól střelky kompasu je přitahován k opačnému (jižnímu) pólu.

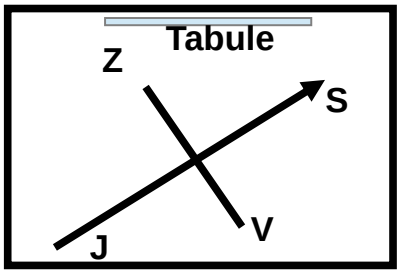
Směr magnetického pole je možné měřit například kompasem. V následujícím experimentu si vytvoř vlastní kompas ze silného neodymového magnetu a tenké nitě.

Úkol: Vytvoř si kompas z magnetu a nitě a nakresli směr S-J, V-Z

Pomůcky: Silný magnet, nit, železný háček na uchycení magnetu

Provedení: tyčový magnet uvaž uprostřed na provázek a pozoruj chování magnetu (můžeš ho lehce roztočit a pozorovat, zda se ustálí), případně ho zkoušet otáčet točením nitě v prstech. Načrtni od ruky nákres třídy (stěny a označ přední stěnu, kde je tabule) a označ směr Sever – Jih, Východ – Západ (S, J, V, Z). Protože možná nevíš přesně, který pól magnetu ukazuje na sever a který na jih, tak zkus použít další vodítka (Slunce, směr k nějakému známému místu atd.).

Místo pro nakreslení výsledku:



Úkol 5 – Magnetosféra planet

Sluneční vítr, meziplanetární magnetické pole a magnetosféra

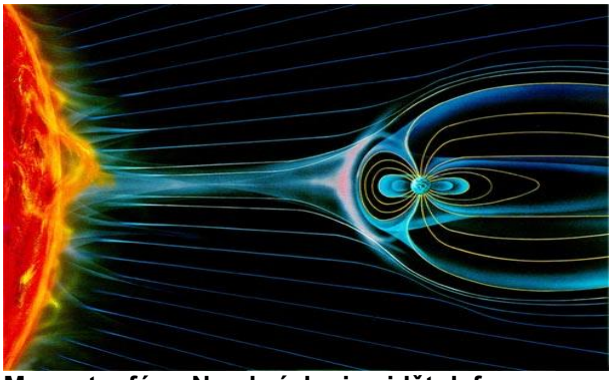
Slunce neustále vyvrhuje nabité částice (H^+, He^{++}, e^-), které proudí vysokou rychlostí zhruba 300 – 1000 km/s a které s sebou nesou magnetické pole (jsou zmagnetizované). Těmto částicím se říká sluneční vítr. Povrchy planet, které mají magnetické pole, jsou do velké míry před tímto slunečním větrem chráněné.

Magnetický obal planet s magnetickým polem se nazývá **magnetosféra.** Ta je je definována jako prostor, kde převládá magnetické pole planety nad magnetickým polem vnějšího prostoru (slunečního větru).

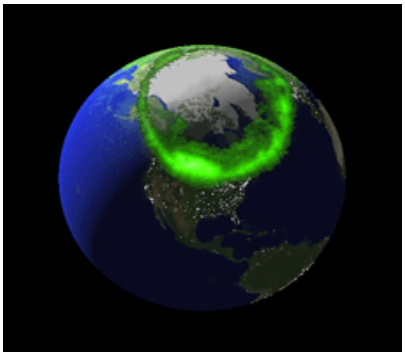
Magnetosféra **chrání Zemi** před nabitými částicemi slunečního větru, protože ty jsou stáčeny tzv. Lorentzovou silou, která je kolmá na směr pohybujících se částic i na směr magnetického pole. Výsledkem je potom kruhový pohyb částic okolo siločar, částice jsou na siločáry jakoby vázané a mohou okolo siločar pouze kroužit nebo se pohybovat podél nich. Zachycené částice se **podél siločar** mohou z kosmického prostoru dostat v polárních oblastech (místech, kde siločáry vstupují do Země) až do vyšší atmosféry okolo 100 km, kde se sráží s molekulami řídkého plynu a vyzáří svoji energii ve formě viditelného světla nebo UV záření. Vytváří se zde takzvaný polární ovál (prstenec), který je možné spatřit například z kosmického prostoru, ale je vidět i na některých planetách.

Polární záře. Zdroj: fineartamerica.com

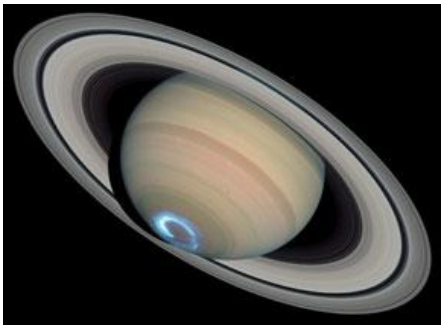
Jedním z viditelných produktů srážek je polární záře, která se vyskytuje nejčastěji v polárních oblastech, ale v případě silnější sluneční aktivity ji je možné pozorovat i ve středních šířkách. Polární záři se také říká aurora a je pozorovatelná jak na severní polokouli (Skandinávie, Finsko, Rusko, Kanada, Aljaška), tak i na jižní polokouli (Antarktida, Austrálie, Argentina). Magnetické pole, které je unášeno slunečním větrem, je mnohem slabší než magnetické pole v blízkosti Země. Ve velké vzdálenosti od Země se ale zemské magnetické pole zeslabuje a je magnetickým polem slunečního větru deformováno. To znázorňuje obrázek Magnetosféra, kde je schematicky vidět proudění slunečního větru a jeho tlak na zemskou magnetosféru. To způsobuje na denní (na obrázku levé) straně stlačení zemského magnetického pole a na noční straně jeho natažení do obrovské vzdálenosti několika desítek až stovek zemských poloměrů.



Magnetosféra. Na obrázku je vidět deformace zemského magnetického pole důsledkem tlaku slunečního větru. Zdroj: www.nasa.gov



Polární ovál Země. Zdroj: www.nasa.gov



Protože Saturn má silné magnetické pole, je možné pozorovat polární záři i na této planetě. Foto z Hubbleova teleskopu. Zdroj: www.nasa.gov

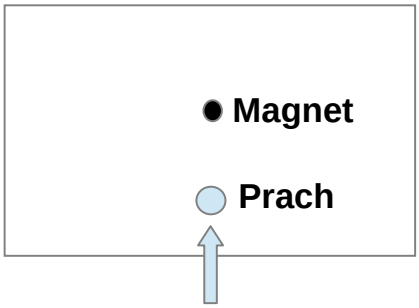
Působení slunečního větru na zemskou magnetosféru je možné znázornit i pomocí železných pilin a magnetu.

Úkol: vytvoř vzor z pilin pomocí magnetu a pohybujících se pilin:

Pomůcky: Papír, malý kulatý magnet, železný prach, tenká trubička (brčko nebo ještě tenčí).

Provedení: Pod papír A4 (lépe A3 a nejlépe do plastové misky s rovným dnem) nalep malý silný magnet na místo M. Papír otoč tak, že magnet bude ležet na stole a papír bude nad ním. Vytvoř malou hromádku na místě P z železného prachu. Opatrně foukej na hromádku směrem k magnetu a pozoruj vzor, který se vytvoří. Pokus můžeš ještě jednou nebo dvakrát zopakovat. Zkus příště foukat silněji/slaběji, případně z menší/větší vzdálenosti a zkus

pozorovat rozdíly. {Množství železného prachu stačí velmi malé, aby vytvořil hromádku o průměru cca 4 mm, protože je velmi jemný.}

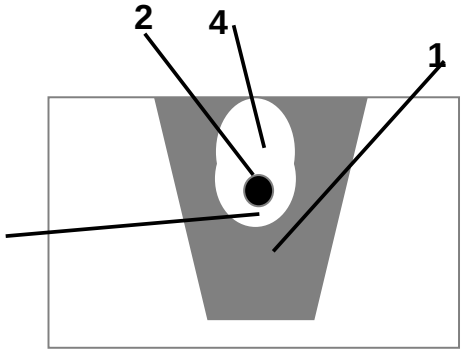


Nakresli výsledek svého pokusu (vzor, který byl vytvořen):

Otázka: Tento pokus znázorňoval mechanismus, který je podobný jako ochrana Země magnetickým polem. Můžeš napsat, co symbolizují železné částice? K čemu bys přirovnal/a magnet? Co podle tebe znázorňuje vytvořený vzor okolo magnetu? A co představují zachycené částice těsně nad magnetem?

Odpověď:

{Foukání do železného prachu připomíná sluneční vítr proudící v kosmickém prostoru, magnetické pole magnetu připomíná magnetické pole Země chránící před pronikáním částic. Výsledkem pokusu by měl být železný prach, který se neusadí rovnoměrně, ale vytvoří prázdnou oblast okolo magnetu s hranicí, která je závislá na dosahu magnetického pole magnetu. Reprezentuje rozhraní magnetosféra (ovlivněna magnetickým polem magnetu) -kosmický prostor (bez ovlivnění magnetickým polem magnetu).



1- železný prach usazený na papíru vlivem foukání do hromádky
2 - prach usazený těsně nad magnetem, reprezentuje částice zachycené atmosférou v blízkosti polárních oblastí, které by ve skutečnosti byly vyzářené jako polární záře
3 - čistý prostor chráněný magnetickým polem magnetu
4 - čistý prostor za magnetem, oproti prostoru 3 je protažen do větší vzdálenosti}

Závěr

Planeta Země má magnetické pole, které je důležité jako ochrana před částicem slunečního větru, které by byly nebezpečné pro život i pro existenci zemské atmosféry. V blízkosti Země je magnetické pole symetrické a připomíná dipólové rozložení, ale ve větší vzdálenosti je formováno meziplanetárním magnetickým polem unášeným slunečním větrem. Magnetické pole má nejen planeta Země, ale i například velké planety či Slunce. Hranice magnetosféry (magnetického obalu Země) sahá do vzdálenosti asi pěti zemských poloměrů, což je několikanásobně víc, než kam sahá zemská atmosféra a ta je tak před slunečním větrem chráněna. I přes to se nabité částice mohou do atmosféry dostávat. Interakce nabitých částic a atmosféry způsobuje například krásný efekt polární záře.

Test znalostí

1. Magnetické pole Země
a) vzniká v roztaveném vnějším jádru Země
b) je důsledkem velkého tyčového magnetu umístěného v jádru Země
c) je neměřitelné

2. Magnetické pole Země
a) je stálé a nemění se
b) se pravidelně mění, přesně každých 521 tisíc let se otočí póly
c) není stálé, ale jeho chování je těžké předpovídat

3. Sluneční vítr
a) je název pro rychlý pohyb neutrálních částic, hlavně kyslíku a dusíku v blízkosti Země
b) jsou rychle pohybující se částice, hlavně $H^{+,}$ He^{++} a elektrony s rychlostmi běžně nad 300 km/s
c) nebyl nikdy naměřen, pouze se o něm spekuluje, že by mohl existovat mimo zemskou atmosféru

4. Magnetosféra
a) je oblast, kde jsou nabité částice ovlivňovány magnetickým polem planety
b) je oblast mimo magnetické pole planety
c) je oblast přesně mezi planetou a Sluncem

5. Částice slunečního větru
a) nesou magnetické pole a v přítomnosti jiného magnetického pole dochází ke změně jejich směru vlivem Lorentzovy síly
b) procházejí nerušeně přes jakékoliv magnetické pole
c) jsou hustší než zemská atmosféra, takže pronikají všechny až na Zem

6. Polární záře (jedna nebo dvě odpovědi jsou špatně, zakroužkuj je)
a) je nejčastěji pozorovaná v oblasti tak zvaného polárního oválu
b) vzniká srážkami nabitých částic se zemskou atmosférou
c) je pozorovatelná jen ze Země, z kosmického prostoru není vidět
d) vyskytuje se i na jiných planetách, než je Země, například na Jupiteru nebo Saturnu
e) byla pozorována například v České republice, Itálii a výjimečně i v Karibiku
f) bývá spojena se změnou magnetického pole, tzv. geomagnetickou bouří
g) její barva může být červená, fialová, žlutozelená i modrá
h) je běžně pozorovaná v severní Evropě a Kanadě, ale nikdy nebyla pozorovaná ve Spojených státech

7. Magnetické pole na povrchu Země
a) je asi dvakrát silnější než magnetické pole slunečního větru ve vzdálenosti 1AU od Slunce
b) je více než tisíckrát větší než magnetické pole slunečního větru ve vzdálenosti 1AU od Slunce
c) je asi poloviční než magnetické pole slunečního větru ve vzdálenosti 1AU od Slunce

8. Magnetické pole Země se zvyšující se vzdáleností
a) klesá
b) nemění se
c) se vzdáleností roste

9. Ze všech planet Sluneční soustavy má nejsilnější magnetické pole
a) Země
b) Jupiter
c) Venuše
d) všechny planety mají stejně silné magnetické pole jako Země, jen Merkur nemá žádné magnetické pole

10. Nakresli schematicky magnetické pole Země

a) v přítomnosti slunečního větru:

b) pokud by neexistoval sluneční vítr

11. Geomagnetická bouře
a) se projevuje změnami v magnetickém poli Země a může vyřadit z provozu transformátory velkých měst
b) ještě nikdy nenastala, ale může nastat při srážce s kometou nesoucí magnetické pole
c) nikdy nenastala a ani nemůže nastat, protože Země má magnetické pole, které ji chrání

12. Zemské magnetické pole se
a) měřilo v historii, ale v současnosti se s výjimkou amatérských nadšenců neměří
b) do začátku 20. století prakticky neměřilo

c) studuje více než tři sta let a výzkum se v současnosti provádí na zemi i na satelitech v okolí Země

Spoj související pojmy

magnetický dipól	**oblast dominujícího magnetického pole**
siločára	**polární oblasti**
sluneční vítr **aurora**	**tyčový magnet** **čtvrté skupenství hmoty**
magnetosféra	**rychlé, elektricky nabité částice**
plazma	**stáčení částice kolmo na rychlost i směr magnetického pole**
Lorentzova síla	**myšlená čára znázorňující směr magnetického pole**

Sluneční soustava

1. Sluneční soustava se skládá z
a) dvou hvězd Slunce alfa a Slunce beta, které mají společné těžiště uvnitř Slunce alfa, dále osmi planet, jejich měsíců a velkého množství komet a asteroidů
b) centrálního tělesa Slunce, vnitřních a vnějších planet, měsíců, asteroidů, trpasličích planet a dalších těles
c) planet, Slunce, měsíců a dalších těles, z nichž všechny obíhají Zemi rychlostí, která je úměrná jejich vzdálenosti od Země

2. Zaškrtni všechna nepravdivá tvrzení
a) člověk vstoupil kromě Měsíce i na Mars
b) jediná planeta, která nemá ani jeden měsíc, je Mars
c) existence Jupiteru i Saturnu byla známá již ve starověku
d) největší měsíc ve Sluneční soustavě je Měsíc
e) největší planetou Slune
ní soustavy je Jupiter, nejmenší planetou je Merkur
f) existence života byla prokázána na Marsu a na Europě
g) ohon komety směřuje vždy směrem od Slunce, protože je natahován slunečním zářením a slunečním větrem
h) ohon komety směřuje vždy za kometou

i) největší planeta Sluneční soustavy je Saturn, nejmenší planeta Sluneční soustavy je Pluto

3. Mezinárodní kosmická stanice obíhá Zemi ve výšce 410 km. Stav beztíže na stanici je způsoben
a) velmi slabou gravitační silou Země v tak velké vzdálenosti/výšce (asi jedno procento gravitace na povrchu Země)
b) rovnováhou mezi gravitační silou Země a odstředivou silou obíhající stanice, gravitační zrychlení by jinak bylo asi 85 procent hodnoty na Zemi
c) stav beztíže je psychický klam obyvatel stanice, kteří jsou dezorientováni neobvyklým pohledem na planetu

4. Doba oběhu planet okolo Slunce
a) závisí zejména na jejich hmotnosti, proto težší planety jako Jupiter mají delší dobu oběhu než Země nebo Mars
b) závisí pouze na vzdálenosti od Slunce. Vzdálenější planety oběhnou Slunce za delší dobu
c) všechny vnitřní planety včetně Země oběhnou Slunce za 365,24 dne, vnější planety přesně za dvojnásobek
d) závisí pouze na poměru vzdálenosti a hmotnosti planety

5. Prstence
a) má Saturn i další velké planety, ale Saturnovy prstence jsou nejzřetelnější
b) má pouze Saturn
c) byly pozorovány poprvé až z kosmu

6. Pale blue dot (bledá modrá tečka) je označení
a) planety Země vyfotografované ze vzdálenosti 6 miliard km (za nejvzdálenější planetou Neptunem)
b) planety Země pozorované prvním kosmonautem Gagarinem při jeho obletu Země
c) planety Země pozorované prvním návštěvníkem Měsíce Armstrongem na černé měsíční obloze
d) náplň borůvkových knedlíků ve školní jídelně

7. Pás asteroidů
a) je tak hustý, že se prakticky nedá proletět
b) je největším zdrojem meteoritů dopadlých na Zem
c) jeho celková hmotnost je více než polovina hmotnosti Země
d) vůbec se nepohybuje, protože malé asteroidy nepodléhají gravitační síle, takže nemusejí obíhat kolem Slunce

8. Oortovo mračno
a) obklopuje Slunce zhruba v poloviční vzdálenosti než nejbližší hvězda Alfa Centauri a je pravděpodobně zdrojem komet
c) jeho existence je naprosto vyloučena
d) je tak daleko, že již není vůbec vázáno na gravitační pole Slunce

9. Představ si, že by byla objevena další trpasličí planeta ve vzdálenosti 100 AU. Jsi schopný/á spočítat dobu, za jakou oběhne Slunce? *Nápověda: oběžná doba se vypočte jako druhá odmocnina z třetí mocniny vzdálenosti.*
Odpověď: Oběžná doba by byla let.

10. Existence mimozemského života nebyla ani potvrzena, ani vyvrácena. Co si myslíš ty? Existuje někde mimo Zemi život? A pokud si myslíš, že ano, můžeš popsat, kde bys ho našel/našla a jak si ho představuješ?

Spoj čarou související pojmy

Slunce **heliocentrismus**	**trpasličí planeta *(dvě možnosti)*** **termonukleární reakce**
Pluto, Makemake, Ceres	**Keplerův zákon**
Hubble **doba oběhu planety** **Pluto, Makemake**	**Titan** **Kuiperův pás** **teleskop**
Saturn	**představa, že planety obíhají Slunce**

Test znalostí

1. Magnetické pole Země a)
a) vzniká v roztaveném vnějším jádru Země
b) je důsledkem velkého tyčového magnetu umístěného v jádru Země
c) je neměřitelné

2. Magnetické pole Země c)
a) je stálé a nemění se
b) se pravidelně mění, přesně každých 521 tisíc let se otočí póly
c) není stálé, ale jeho chování je těžké předpovídat

3. Sluneční vítr b)
a) je název pro rychlý pohyb neutrálních částic, hlavně kyslíku a dusíku v blízkosti Země
b) jsou rychle pohybující se částice, hlavně $H^{+,}$ He^{++} a elektrony s rychlostmi běžně nad 300 km/s
c) nebyl nikdy naměřen, pouze se o něm spekuluje, že by mohl existovat mimo zemskou atmosféru

4. Magnetosféra a)
a) je oblast, kde jsou nabité částice ovlivňovány magnetickým polem planety
b) je oblast mimo magnetické pole planety
c) je oblast přesně mezi planetou a Sluncem

5. Částice slunečního větru a)
a) nesou magnetické pole a v přítomnosti jiného magnetického pole dochází ke změně jejich směru vlivem Lorentzovy síly
b) procházejí nerušeně přes jakékoliv magnetické pole
c) jsou hustší než zemská atmosféra, takže pronikají všechny až na Zem

6. Polární záře (jedna nebo dvě odpovědi jsou špatně, zakroužkuj je) špatně:c), h)
a) je nejčastěji pozorovaná v oblasti tak zvaného polárního oválu
b) vzniká srážkami nabitých částic se zemskou atmosférou
c) je pozorovatelná jen ze Země, z kosmického prostoru není vidět
d) vyskytuje se i na jiných planetách, než je Země, například na Jupiteru nebo Saturnu
e) byla pozorována například v České republice, Itálii a výjimečně i v Karibiku
f) bývá spojena se změnou magnetického pole, tzv. geomagnetickou bouří
g) její barva může být červená, fialová, žlutozelená i modrá
h) je běžně pozorovaná v severní Evropě a Kanadě, ale nikdy nebyla pozorovaná ve Spojených státech

7. Magnetické pole na povrchu Země b)
a) je asi dvakrát silnější než magnetické pole slunečního větru ve vzdálenosti 1AU od Slunce
b) je více než tisíckrát větší než magnetické pole slunečního větru ve vzdálenosti 1AU od Slunce
c) je asi poloviční než magnetické pole slunečního větru ve vzdálenosti 1AU od Slunce

8. Magnetické pole Země se zvyšující se vzdáleností a)
a) klesá
b) nemění se
c) se vzdáleností roste

9. Ze všech planet Sluneční soustavy má nejsilnější magnetické pole b)
a) Země
b) Jupiter
c) Venuše
d) všechny planety mají stejně silné magnetické pole jako Země, jen Merkur nemá žádné magnetické pole

10. Nakresli schematicky magnetické pole Země

a) v přítomnosti slunečního větru: dipólové pole

b) pokud by neexistoval sluneční vítr: magnetické pole stlačené na denní straně a s protaženými siločarami na noční straně

11. Geomagnetická bouře a)
a) se projevuje změnami v magnetickém poli Země a může vyřadit z provozu transformátory velkých měst
b) ještě nikdy nenastala, ale může nastat při srážce s kometou nesoucí magnetické pole
c) nikdy nenastala a ani nemůže nastat, protože Země má magnetické pole, které ji chrání

12. Zemské magnetické pole se c)
a) měřilo v historii, ale v současnosti se s výjimkou amatérských nadšenců neměří

b) do začátku 20. století prakticky neměřilo
c) studuje více než tři sta let a výzkum se v současnosti provádí na zemi i na satelitech v okolí Země

13. Magnetické póly c)
a) souhlasné se přitahují, opačné se odpuzují
b) severní se přitahuje se severním, všechny ostatní kombinace se odpuzují
c) souhlasné se odpuzují, opačné se přitahují

Spoj čarou související pojmy

1 magnetický dipól	**5 oblast dominujícího magnetického pole**
2 siločára	**4 polární oblasti**
3 sluneční vítr	**2 tyčový magnet**
4 aurora	**6 čtvrté skupenství hmoty**
5 magnetosféra	**3 rychlé, elektricky nabité částice**
6 plazma	**7 stáčení částice kolmo na rychlost i směr magnetického pole**
7 Lorentzova síla	**2 myšlená čára znázorňující směr magnetického pole**

Sluneční soustava

1. Sluneční soustava se skládá z b)
a) dvou hvězd Slunce alfa a Slunce beta, které mají společné těžiště uvnitř Slunce alfa, dále osmi planet, jejich měsíců a velkého množství komet a asteroidů
b) centrálního tělesa Slunce, vnitřních a vnějších planet, měsíců, planetek, trpasličích planet a dalších těles
c) planet, Slunce, měsíců a dalších těles, z nichž všechny obíhají Zemi rychlostí, která je úměrná jejich vzdálenosti od Země

2. Zaškrtni všechna nepravdivá tvrzení - nepravdivá jsou: a), b), d), f), h), i)
a) člověk vstoupil kromě Měsíce i na Mars
b) jediná planeta, která nemá ani jeden měsíc, je Mars
c) existence Jupiteru i Saturnu byla známá již ve starověku

d) největší měsíc ve Sluneční soustavě je Měsíc
e) největší planetou Sluneční soustavy je Jupiter, nejmenší planetou je Merkur
f) existence života byla prokázána na Marsu a na Europě
g) ohon komety směřuje vždy směrem od Slunce, protože je natahován slunečním zářením a slunečním větrem
h) ohon komety směřuje vždy za kometou
i) největší planeta Sluneční soustavy je Saturn, nejmenší planeta Sluneční soustavy je Pluto

3. Mezinárodní kosmická stanice obíhá Zemi ve výšce 410 km. Stav beztíže na stanici je způsoben b)
a) velmi slabou gravitační silou Země v tak velké vzdálenosti/výšce (asi jedno procento gravitace na povrchu Země)
b) rovnováhou mezi gravitační silou Země a odstředivou silou obíhající stanice, gravitační zrychlení by jinak bylo asi 85 procent hodnoty na Zemi
c) stav beztíže je psychický klam obyvatel stanice, kteří jsou dezorientováni neobvyklým pohledem na planetu

4. Doba oběhu planet okolo Slunce
a) závisí zejména na jejich hmotnosti, proto težší planety jako Jupiter mají delší dobu oběhu než Země nebo Mars b)
b) závisí pouze na vzdálenosti od Slunce. Vzdálenější planety oběhnou Slunce za delší dobu
c) všechny vnitřní planety včetně Země oběhnou Slunce za 365,24 dne, vnější planety přesně za dvojnásobek
d) závisí pouze na poměru vzdálenosti a hmotnosti planety

5. Prstence a)
a) má Saturn i další velké planety, ale Saturnovy prstence jsou nejzřetelnější
b) má pouze Saturn
c) byly pozorovány poprvé až z kosmu

6. Pale blue dot (bledá modrá tečka) je označení a)
a) planety Země vyfotografované ze vzdálenosti 6 miliard km (za nejvzdálenější planetou Neptunem)
b) planety Země pozorované prvním kosmonautem Gagarinem při jeho obletu Země
c) planety Země pozorované prvním návštěvníkem Měsíce Armstrongem na černé měsíční obloze
d) náplně borůvkových knedlíků ve školní jídelně

7. Pás asteroidů b) - má hmotnost asi 4% hmotnosti Měsíce
a) je tak hustý, že se prakticky nedá proletět
b) je největším zdrojem meteoritů dopadlých na Zem
c) jeho celková hmotnost je více než polovina hmotnosti Země
d) vůbec se nepohybuje, protože malé asteroidy nepodléhají gravitační síle, takže nemusejí obíhat kolem Slunce

8. Oortovo mračno a)
a) obklopuje Slunce zhruba v poloviční vzdálenosti než nejbližší hvězda Alfa Centauri a je pravděpodobně zdrojem komet
c) jeho existence je naprosto vyloučena
d) je tak daleko, že již není vůbec vázáno na gravitační pole Slunce

9. Představ si, že by byla objevena další trpasličí planeta ve vzdálenosti 100 AU. Jsi schopný/á spočítat dobu, za jakou oběhne Slunce? *Nápověda: oběžná doba se vypočte jako druhá odmocnina z třetí mocniny vzdálenosti.*
Odpověď: Oběžná doba by byla 1000 let.

10. Existence mimozemského života nebyla ani potvrzena, ani vyvrácena. Co si myslíš ty? Existuje někde mimo Zemi život? A pokud si myslíš, že ano, můžeš popsat, kde bys ho našel/našla a jak si ho představuješ?

Spoj čarou související pojmy

1 Slunce	**3, 6 trpasličí planeta**
2 heliocentrismus	**1 termonukleární reakce**
3 Pluto, Makemake, Ceres	**2. Keplerův zákon**
4 Hubble	**7 Titan**
5 doba oběhu planety	**6 Kuiperův pás**
6 Pluto, Makemake	**4 teleskop**
7 Saturn	**2 představa, že planety obíhají Slunce**