

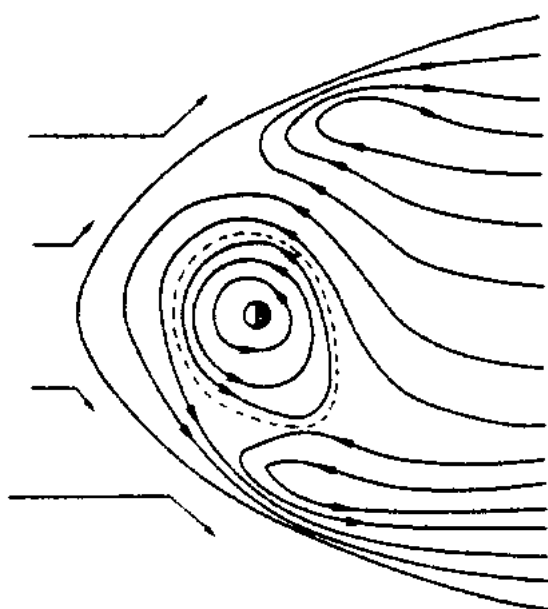
De koppeling tussen de magnetosfeer en de ionosfeer

Door J. De Keyser

De stromingen in het buitenste gedeelte van de magnetosfeer worden beheerst door de interactie tussen de zonnwind en de magnetosfeer, en de stromingen in het binnenste gedeelte van de magnetosfeer worden bepaald door de ionosfeer die meedraait met de Aarde. De stromingen zijn niet onderling onafhankelijk en zijn verbonden door een stroom van elektrisch geladen deeltjes (elektrische stromen dus) in de magnetosfeer. Alhoewel de mechanismen van deze koppeling nog niet volledig begrepen worden, is het duidelijk dat het voornaamste resultaat van dit reusachtig elektrisch circuit is, dat de energie van de zonnwind als warmte wordt afgestaan aan de ionosfeer van de Aarde.

De stromingen in de magnetosfeer

De stromingen in de magnetosfeer (ook de "magnetosferische convectie" genoemd) zijn nauw verbonden met het elektrisch veld van de magnetosfeer, omdat deeltjes met een lage energie bewegen op "elektrische iso-potentiale oppervlakken" (oppervlakken met een constante potentiaal).



De bijgevoegde figuur (naar Nishida, JGR 71, 5669, 1966) geeft een zeer eenvoudig model van de stromingen in een equatoriale doorsnede van de magnetosfeer, waarbij de Zon zich links bevindt. Het plasma in de "magnetische laag" stroomt van links naar rechts langs de C-vormige magnetopauze. In de nabijheid van de Aarde draait het plasma eenvoudig mee met de dagelijkse rotatie van de Aarde.

Het plasma stroomt naar de Aarde toe in het centrale gedeelte van de staart van de magnetosfeer (aan de rechterkant van de figuur). Deze beweging ontstaat door de interactie tussen de zonnwind en de staart van de magnetosfeer.

Het plasma stroomt naar de Aarde toe in het centrale gedeelte van de staart van de magnetosfeer (aan de rechterkant van de figuur). Deze beweging ontstaat door de interactie tussen de zonnwind en de staart van de magnetosfeer.

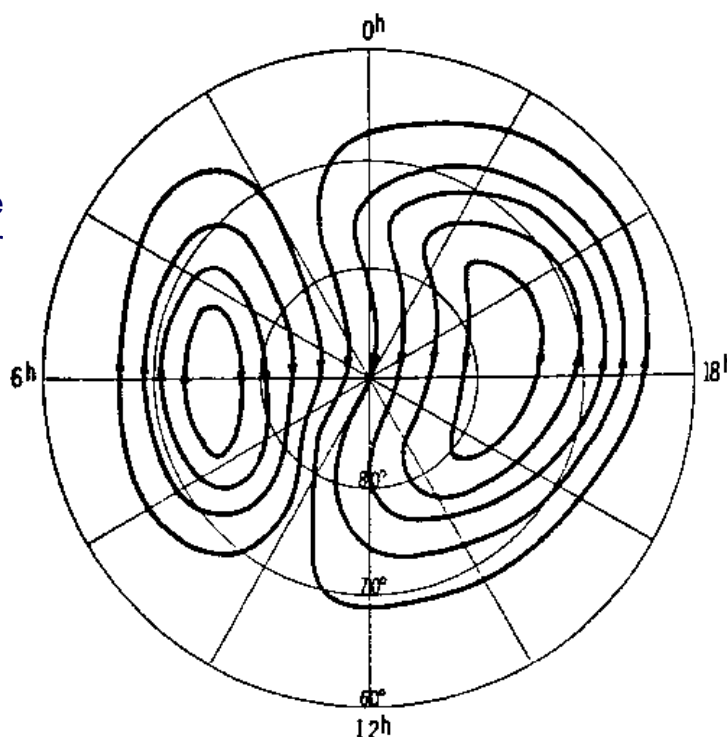


De stromingen in de ionosfeer

In de gebieden met een ijz plasma zijn de magnetische veldlijnen goede elektrische geleiders. De veldlijnen gedragen zich als elektrische stroomgeleiders die de magnetosferische gebieden met een grotere dichtheid (zoals in de staart van de magnetosfeer) verbinden met de ionosfeer. Het elektrisch veld van de magnetosfeer - en daardoor ook het stromingspatroon - wordt daardoor opgedrongen aan de ionosfeer. De ionosfeer gedraagt zich tezelfdertijd als een weerstand (zoals een weerstand in een elektrisch waterverwarmingstoestel). De weerstand is echter afhankelijk van veel factoren, en is bv. veel lager wanneer de ionosfeer baadt in het zonlicht. De dynamische veranderingen in de ionosfeer zullen daardoor ook de stromingen in de magnetosfeer beïnvloeden. Het beeld van de "magnetosferische convectie" dat hierboven gegeven werd, is daarom te sterk vereenvoudigd.

Het beeld van de "magnetosferische convectie" dat hierboven gegeven werd, is daarom te sterk vereenvoudigd.

De figuur hiernaast (naar Nagata en Kokubun, Rept. Ionosphere Space Res. Japan 16, 256, 1962) geeft het typische stromingspatroon in de ionosfeer boven de noordpool (de richting van de Zon komt overeen met 12 h, terwijl 0 h de richting van de staart van de magnetosfeer aangeeft). De magnetische veldlijnen verbinden de twee convectiecellen in de ionosfeer met respectievelijk het pre- en post-middernachtelijke stromingspatroon in de staart van de magnetosfeer.



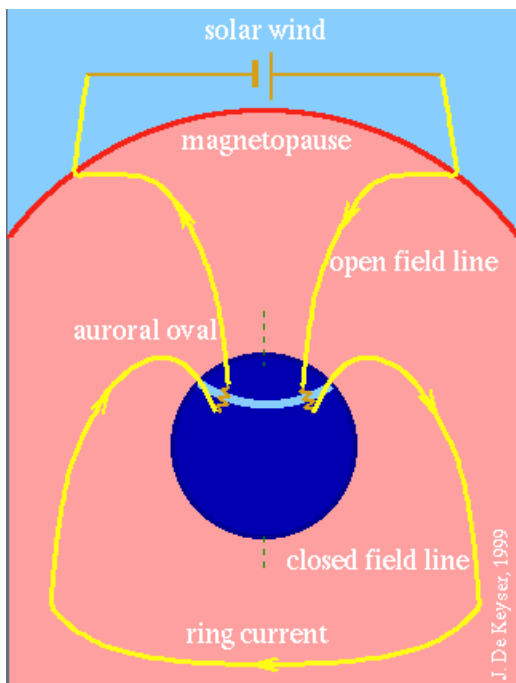
Het elektrisch potentiaalverschil tussen het centrum van beide convectiecellen is typisch enkele keren 10.000 Volt. De grootte wordt in belangrijke mate bepaald door de omgevende zonnwind.



De elektrische stromen tussen de magnetosfeer en de ionosfeer

De geleidbaarheid van de ionosfeer is niet oneindig en daarom sluit de ionosfeer de elektrische potentiaalverschillen in de magnetosfeer niet kort. Daardoor vloeien onafgebroken elektrische stromen doorheen het systeem van de met elkaar verbonden ionosfeer en magnetosfeer.

De zonnewind die de stromingen in het buitenste gedeelte van de magnetosfeer veroorzaakt, is de energiebron. Inderdaad, de beweging van een geleidend medium in het magnetisch veld van de Aarde wekt een elektrische potentiaal op, juist zoals in de dynamo van een fiets, de rotatie van het fietswiel gebruikt wordt om een elektrische geleider te doen ronddraaien in een permanent magneetveld, waardoor elektriciteit wordt opgewekt. Omdat de geladen deeltjes zich langs de veldlijnen bewegen, vloeit de elektrische stroom langs die magnetische veldlijnen in de magnetosfeer, die zich dus gedragen als elektrische geleiders. Deze elektrische stromen noemt men daarom ook "veldgebonden stromen" (of "stromen van Birkeland"). Zij transporteren elektromagnetische energie naar de ionosfeer toe. De ionosfeer zelf gedraagt zich als een weerstand waarin de elektromagnetische energie gedissipeerd wordt onder de vorm van warmte, waardoor het bovenste gedeelte van de atmosfeer opwarmt.



Een meer gedetailleerd beeld van dit stroomcircuit is weergegeven in het diagram. Het diagram geeft een beeld gezien vanuit de staart van de magnetosfeer naar de Zon toe. De elektromotorische krachtbron is de beweging van de zonnewind. De stroom dringt binnen in het onderste gedeelte van de magnetopauze langs open magnetische veldlijnen en vloeit door de ionosferische weerstand weer naar buiten als een veldgebonden stroom in een gesloten veldlijn. Deze stroom gaat dan verder door de plasmalaag en draagt daar bij tot de dwarse ringstroom in de staart van de magnetopauze (ook soms de "gedeeltelijke ringstroom" genoemd). De stroom vloeit dan terug langs gesloten veldlijnen naar de ionosfeer toe, er doorheen, en weer naar buiten langs open veldlijnen.

Als gevolg van dit stroomcircuit wordt de energie van de zonnewind getransporteerd naar de ionosfeer en daar omgezet in warmte. Deze omzetting gebeurt in het lichtblauwe gedeelte van de figuur. Dit gebied, ook de "poollicht ovaal" genoemd, scheidt de open en de gesloten magnetische veldlijnen van de Aarde van elkaar. In dat gebied ontstaat ook de aurora's.

