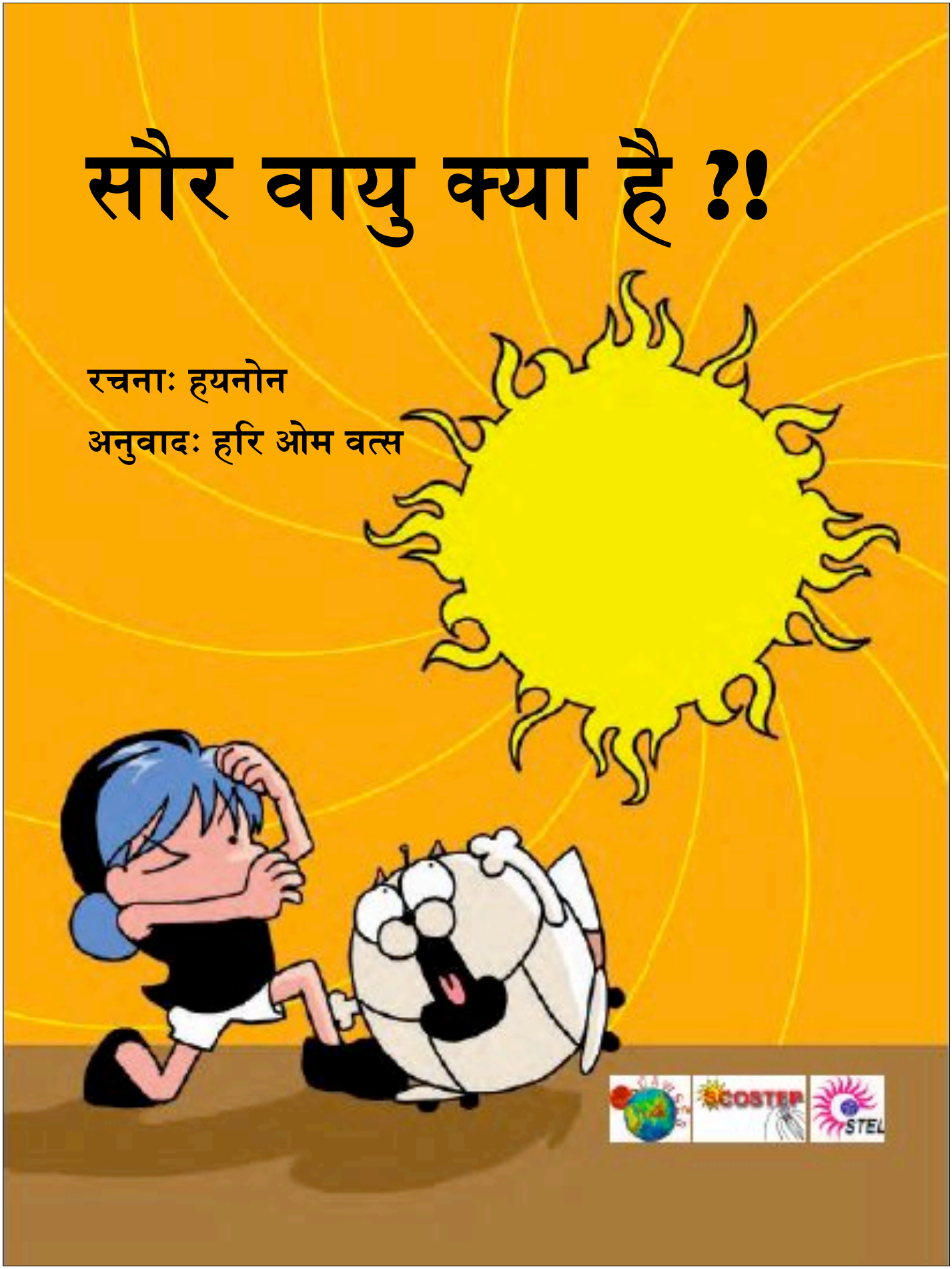
सौर वायु क्या है ?!

रचनाः ह्यनोन

अनुवादः हरि ओम वत्स



अदृश्य सौर वायु को देखना

सौर सक्रियता लगभग ११ वर्षों में बदलती है। सूर्य कलंकों की संख्या एक सक्रिय काल में एक बार अधिकतम होती है जिसे हम "सौर उच्चिष्ठ" कहते हैं। तथा शांतकाल में सूर्य कलंक लगभग समाप्त हो जाते हैं जिसे हम "सौर निम्निष्ठ" कहते हैं।

यह विदित है कि सूर्य से उत्सर्जित प्रकाश ऊर्जा भी बदलती है। तथापि इसका परिवर्तन कम केवल मात्र ०.१ % ही होता है कि हमें ११ वर्ष के काल में सूर्य की चमक में कोई घटत या बढ़त प्रतीत ही नहीं होती।

सूर्य से उत्सर्जित ऊर्जा का सबसे बड़ा भाग हमें प्रकाश के रूप में प्राप्त होता है उससे कम न्युट्रिनों व सौर वायु लाते हैं। २००२ के नोबेल पुरस्कार ने न्युट्रिनों को अब एक महत्वपूर्ण विषय बना दिया है। इस मूल कण की यह विशेषता है कि यह अन्य सभी पदार्थों से निष्क्रयता दर्शाता है इस कारण यह पृथ्वी के भी आरपार निकल जाता है और अत्यधिक ऊर्जा होने पर भी इनका पृथ्वी पर नगण्य प्रभाव होता है। सूर्य की ऊर्जा तीसरा अत्यधिक वाहक सौर वायु, प्रकाश की तुलना में १० लाख में से केवल १ भाग ही लाती है फिर भी यदि हम सौर वायु को देख पाते तो सौर काल में होने वाले परिवर्तन हमें चौंका अवश्य देते।

नीचे का चित्र एक विशेष प्रकार की प्रेक्षणों द्वारा बनाया गया है (अंतिम पृष्ठ पर इन्हें स्पष्ट किया है)। यह एक सौर काल में सौर वायु की गति वितरण दर्शाता है। ७००-८०० किमी प्रति सैकंड वाली तीव्र सौर वायु गहरे नीले रंग द्वारा दिखाया है। लाल रंग गर्मी का प्रतीक है, उसकी तरफ वाले रंग सौर वायु की गति का घटना दिखाते है। ३००-४०० किमी प्रति सैकंड वाली सबसे धीमी सौर वायु लाल रंग द्वारा दिखाई गई है। इस चित्र में सूर्य की प्रत्येक प्रतिमा वर्ष १९९१ से २००० तक की औसत वार्षिक सौर वायु को दर्शाती है।

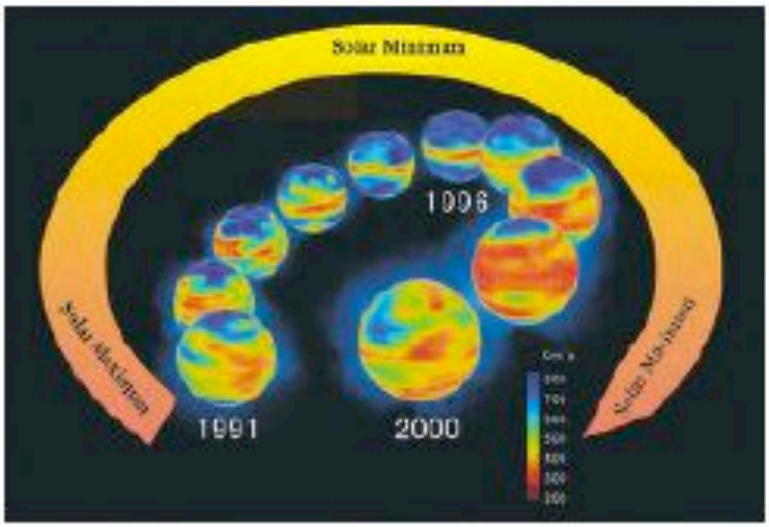
सौर सक्रियता के प्रतीक सूर्य कलंकों की संख्या १९९१ (सौर उच्चिष्ठ) से धीरे २ घटना प्रारम्भ करके वर्ष १९९६ (सौर निम्निष्ठ) में लगभग लुप्त हो जाती है। उसके पश्चात धीरे २ बढ़कर वर्ष २००० (अगले सौर उच्चिष्ठ) तक फिर अधिकतम हो जाती है।

१९९६ वाली प्रतिमा में आप पाओगे कि उच्च गति वाली सौर वायु सूर्य के केवल विषुवतीय क्षेत्र में एक मेखला के रूप में प्रवाहित हो रही है, जबकि मध्य अक्षांश वाले अधिकतर भाग तथा ध्रुवीय क्षेत्र में कम गति वाली सौर वायु है।

जब सूर्य सक्रिय हो जाता है तो निम्न गति वाली सौर वायु, सूर्य की सतह के अधिकांश क्षेत्र से आने लगती है। इसके विपरीत उच्च गति वाली सौर वायु, केवल ध्रुवीय क्षेत्र में ही सीमित रहती है। इसी प्रकार सौर उच्चिष्ठ काल में सूर्य की सतह के लगभग अधिकांश क्षेत्र में कम गति वाली सौर वायु ही प्रवाहित होती है।

सौर वायु अंतरिक्ष के विशाल अंतग्रहीय क्षेत्र में प्रवाहित होती है। सूर्य सक्रियता के साथ यह ग्रहों एवं अंतर्ग्रहीय क्षेत्र को प्रभावित करती है।

अब आओ परीक्षण करें कि सौर वायु हमारे जीवन को कैसे प्रभावित करती है।



सौर वायु के वितरण में वार्षिक परिवर्तन (सौर-पार्थिव पर्यावरण प्रयोगशाला द्वारा प्रेक्षण एवं दत्त विश्लेषण

आज एक रमणीय दिन है !
विज्ञान प्रेमी मोल एवं उसका रोबोटिक कुत्ता मिरूबो ने ऐसे ही धूप में भ्रमण का निर्णय लिया है।
मुझे अच्छी अनुभूति हो रही है !
मुझे भी ऐसा ही है ! मैं धूप सेंकना पसंद करती हूँ।
आह
मोल, क्या तुम्हारे विचार में यह विचित्र नहीं है कि प्रकाश तथा गर्मी इतनी दूर से सूर्य से चलकर हमारे पास पहुँचती है ?

अरे ! मैंने सुना है कि कुछ विचित्र ...
... यह भी प्रकाश तथा गर्मी के साथ ही आती है।
मोल, आओ अभी जाकर वैज्ञानिक से पूछते हैं।
हाँ जी वैज्ञानिक !
वास्तव में यह विचित्र वस्तु क्या है जो सूर्य हमें देता है ?
अरे, बच्चों शांति से रहो, तुम क्या मानते हो ?
सूर्य से पृथ्वी पर आते हैं प्रकाश, न्युट्रिनों तथा
सौर वायु।
हाँ मैं भी वही मानता हूँ, परंतु यह सौर वायु क्या है ?

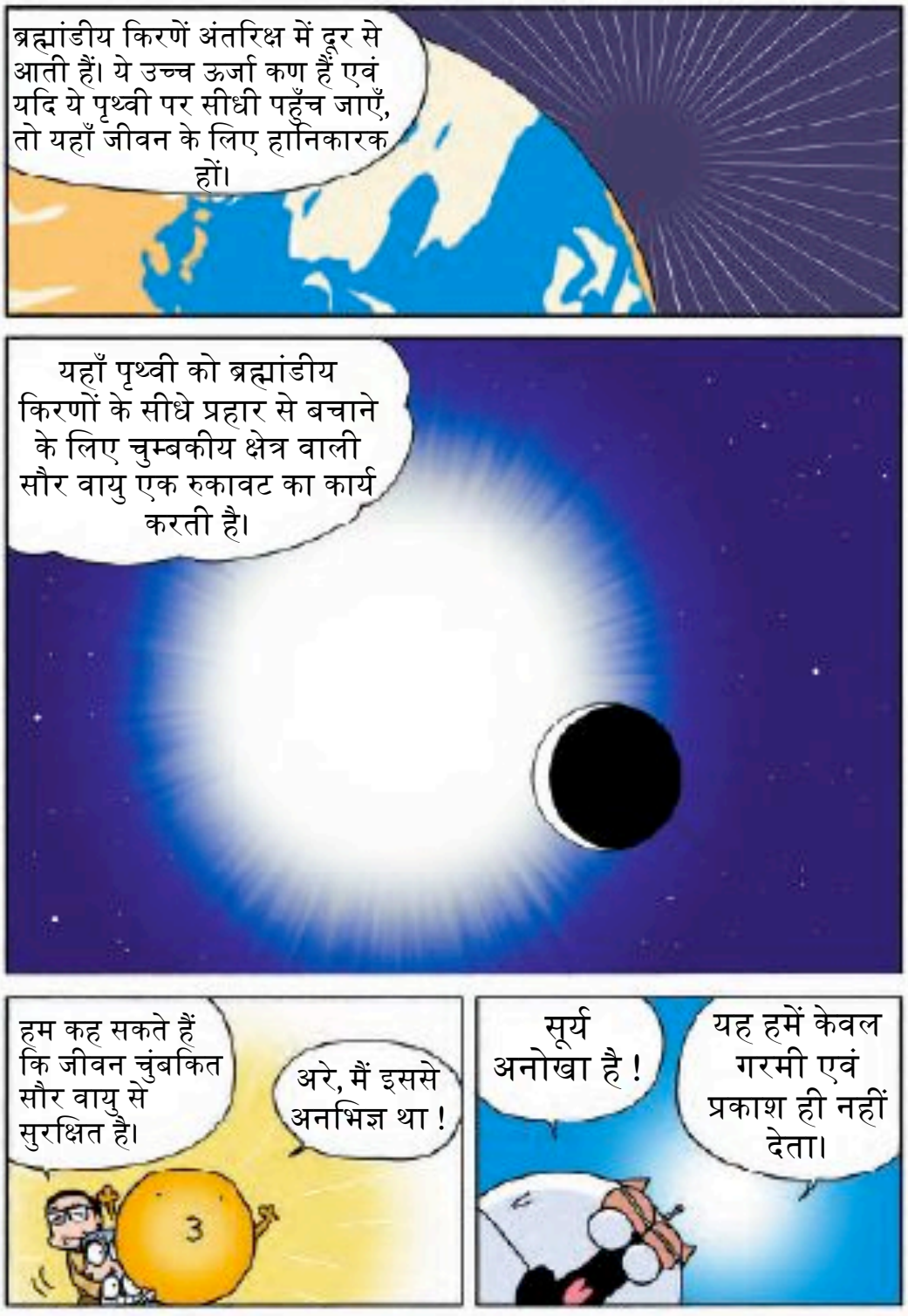
सर्व प्रथम, सूर्य में क्या होता है यह समझें।
सूर्य में नाभिकी संलग्न नाम की क्रिया होती है जिसमें ४ हाइड्रोजन नाभिक मिलकर १ हिलीयम नाभिक बनाते हैं।
यह क्रिया ऊर्जा उत्पन्न करती है जो सूर्य की सतह तक पहुँच जाती है।
सूर्य की सतह पर हाइड्रोजन परमाणुओं का तापमान दस लाख °C से अधिक तक पहुँच जाता है, तब ये इलेक्ट्रोन एवं प्रोटोन में विभाजित हो जाते हैं।
इन्हें प्लैज्मा कहते हैं। यह प्लैज्मा गैस उच्च दबाव पर होने के कारण सूर्य की सतह से बाहर फिक जाती है।
तब प्लैज्मा गैस तमाम अंतराग्रहिक क्षेत्र में ३०० से ८०० किमी प्रति सेकंड जैसी अति उच्च गति से प्रवाहित होती रहती है।
वही सौर वायु है।

क्या सौर वायु पृथ्वी की सतह से टकराती है ?
मैंने ऐसी वायु कभी नहीं देखी।
धड़ाका !! शोर एवं खड़खड़ाहट !
जिसे तुम वायु कहते हो यह उस से बिलकुल भिन्न है।
सौर वायु एक विरल गैस है।
चिल्लाहट गर्जन
यह चीजों को उस तरह नहीं उड़ाती जैसे तुम सोचते हो।
हवा के झोंकों से पत्तियों का लरजना पृथ्वी पर वायु का प्रतीक है। वास्तव में पुच्छल तारे की पूँछ का गहन परीक्षण सौर वायु को दर्शाता है
पुच्छल तारे की नीली पूँछ सौर वायु के घसीटने से बनती है।
पुच्छल तारे की सफेद पूँछ सूर्य-प्रकाश के दबाव द्वारा धकेलने से बनती है।

अब मैं समझा कि इसे "वायु" क्यों कहते हैं। यह अंतरिक्ष में बिलकुल वायु की ही तरह बहती है।
समझे ?
जैसा यहाँ चित्र में दर्शाया है, सूर्य कई चुम्बकों की तरह है।
ये एक जटिल चुम्बकीय क्षेत्र रेखा समूह को उत्पन्न करते हैं।
सूर्य में से यह सौर वायु कुछ चीज साथ ले जाती है।
प्लैज्मा में चुम्बकीय क्षेत्र को समावेषित करने का गुण होता है।
जब कोरोना की गैस सूर्य से बाहर निकलकर अंतराग्रहीय क्षेत्र में जाती है तो चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं को खींच लेती है

सूर्य के घूर्णन के कारण बाहर फैलती हुई चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ विशाल कुंडलियाँ बना देती है।
सूर्य की चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ अवश्य ही पृथ्वी तक पहुँचती है।
तुम्हारे विचार से जब सौर वायु एवं चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ पृथ्वी से टकराएँ तो क्या हो।
?
जैसा कि तुम जानते हो कि पृथ्वी भी उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुवों वाला एक विशाल चुम्बक है।
पृथ्वी की चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ ढाल की तरह सौर वायु को रोक रही हैं।
इस ढाल का आभार, कि हम सौर वायु के भय से सुरक्षित हैं।
तथापि यह ढ़ाल हमें सौर वायु से पूर्ण सुरक्षित नहीं रख सकती है।
सौर वायु जब भू-चुम्बकीय क्षेत्र से टकराती है तो इसकी विशाल ऊर्जा विभिन्न रूप में चुम्बकीय मंडल में प्रवेश कर लेती है।

सूर्य की ऊर्जा से उत्पन्न चमत्कारों में से एक ध्रुवीय ज्योति या उषा है !
सौर वायु का प्लैज्मा प्रवाह पृथ्वी के ऊपरी वायुमंडलीय अणुओं एवं परमाणुओं से टकराकर उषा उत्पन्न करता है।
सौर क्रियाशीलता के अनुरूप सौर वायु की अवस्था अकस्मात बदल जाती है।
यह बदलाव उपग्रह नष्ट कर सकता है तथा इससे प्रेरित तीव्र धाराएँ पृथ्वी पर विद्युत तंत्रों को क्षति ग्रस्त भी कर देती है।
यद्यपि सौर वायु अदृश्य है तथा पृथ्वी पर इसे संसूचित नहीं किया जा सकता है। हमारे जीवन तथा वातावरण पर इसके प्रभावों को कई प्रकार देखा जा सकता है।
वास्तव में सौर वायु के दुष्परिणाम है।
तथापि, सौर वायु के बिना और भी दुष्परिणाम हो सकते हैं।


ब्रह्मांडीय किरणें अंतरिक्ष में दूर से आती हैं। ये उच्च ऊर्जा कण हैं एवं यदि ये पृथ्वी पर सीधी पहुँच जाएँ, तो यहाँ जीवन के लिए हानिकारक हों।
यहाँ पृथ्वी को ब्रह्मांडीय किरणों के सीधे प्रहार से बचाने के लिए चुम्बकीय क्षेत्र वाली सौर वायु एक रुकावट का कार्य करती है।
हम कह सकते हैं कि जीवन चुंबकित सौर वायु से सुरक्षित है।
अरे, मैं इससे अनभिज्ञ था !
सूर्य अनोखा है !
यह हमें केवल गरमी एवं प्रकाश ही नहीं देता।

सौर वायु कितनी दूर तक जाती है ?
क्या यह पृथ्वी से दूर जाती है ?
हाँ, १९७० के दशक के अंत में यह खोजने के लिए वोएजर तथा पायोनियर अंतरिक्ष यान सौर-मंडल की सीमा की ओर छोडे गए।
वोएजर सौर-मंडल की सीमा की ओर से आने वाले रेडियो उत्सर्जनों एवं कणों का अध्ययन करता है।
अपनी २५ वर्षों की उड़ान के बाद, वोएजर ने आश्चर्यजनक विवरण प्रस्तुत किया कि ...
सूर्य से ९० एयु जितनी दूर तक भी सौर वायु बह रही है।
बुध
शुक्र
पृथ्वी
मंगल
गुरु
शनि
वरुण
उरण
प्लूटो
90 AU
पृथ्वी और सूर्य के बीच की दूरी १ खगोलीय इकाई (एयु) लगभग पंद्रह सौ लाख किमी है।
वाह, सौर वायु इतनी दूर तक जाती है ?!
९० गुणा पंद्रह सौ लाख किमी है... वाह !
खैर, यह एक भारी व शक्तिशाली वायु होनी चाहिए !
अविश्वसनीय

इसमें कोई संदेह नहीं है, क्योंकि सूर्य प्रति सेकंड दस लाख टन सौर वायु बाहर निकालता है।
क्या !!
दस लाख टन ?!
नहीं नहीं ! सूर्य पिचककर सिकुड़ जाएगा !!
हाँ अवश्य। पर चिंता की कोई आवशयकता नहीं।
सूर्य ३०० शंख टन मात्रा सौर वायु के रूप में बाहर भेजता है।
और, सूर्य की कुल मात्रा ३०० शंख गुणा ७०० शंख टन है।

साधरण गणना से तो ७०० शंख वर्षों में सूर्य का सम्पूर्ण पदार्थ क्षय होगा।
फिर से आश्चर्य ! ७०० शंख वर्ष ?!
सौर वायु का परिमाण बड़ा होने पर भी सूर्य क्षय नहीं होगा।
वास्तव में सूर्य महान है।
सौर वायु इस समय भी प्रवाहित हो रही है।
मोल तथा मिरूबो हम से कहीं दूर अंतरिक्ष में अनंत तक सौर वायु के प्रवाह पर विचार करें।

सौर वायु क्या है ?!

हलो, वैज्ञानिक। सूर्य से प्रवाहित होने वाले सौर वायु के विषय में आज मेरा एक प्रश्न है। क्या यह अंतरिक्ष केंद्र से देखी जा सकती है ?

पृथ्वी के पास बहने वाली सौर वायु में केवल १० कण प्रति घन सेमी आयतन में होते हैं। यह लगभग एक शून्य जैसी विरल गैस है, इससे उत्सर्जित प्रकाश नग्न है आँख सीधे से नहीं दिखता है।

सौर वायु की खोज कब हुई ? इस अदृश्य को कैसे देखा ? मेरे पास कोई सुराग नहीं है।

क्योंकि कभी-कभी भू-चुम्बकीय क्षेत्र विक्षोभ होता है अथवा सूर्य धब्बों की घट-बढ़ या प्रज्वलन के कुछ दिनों उषा दिखती हैं, अतः वर्ष १९०० से लोग सोचने लगे कि सूर्य से प्रकाश के साथ कुछ अन्य भी पृथ्वी पर आता है।

क्या जब सूर्य धब्बे क्षय हो जाते हैं तो सौर वायु नहीं बहती ?

अरे हाँ यह हमेशा बहती है। वास्तव में सौर वायु सूर्य का वायुमंडल ही है। लगभग १९५० में, एक जर्मन वैज्ञानिक एल वायरमेंन ने धूमकेतुओं की पूँछों के अध्ययन से पाया कि सौर वायु सदा ही बहती है, तब भी जब सूर्य पर कोई धब्बा नहीं होता।

धूमकेतु की पूँछ एक जहाज के पाल की तरह सौर वायु में फड़फड़ाते रहने जैसी है।

सौर वायु सीधी कब देखी गई ?

१९६२ में सौर वायु का अस्तित्व सिद्ध हुआ। अंतरिक्ष यान मैरिनर II ने शुक्र की ओर जाते हुए पथ में सौर वायु के सीधे संसूचन में सफलता पाई।

यह एक महान खोज थी, क्या ऐसा नहीं है ?

वास्तव में, मैरिनर II की सफलता से ४ वर्ष पहले, एक अमेरिकन वैज्ञानिक ई पारकर ने सौर वायु का सिद्धांत विकसित किया। उनके अनुमान से इसकी गति कई सौ किलोमीटर जितनी तीव्र होती है। उन्होंने ही इसे सौर वायु नाम दिया था।

सौर वायु पृथ्वी कितनी दूर तक जाती है ?

यह शनि एवं उरण से आगे जाकर , अंत में अंतरतारीय गैस से टकराती है। वहाँ तक पहुँचकर सौर वायु विरल, ठंडी एवं कमजोर हो जाती है। वह क्षेत्र जहाँ सौर वायु तथा अंतरतारीय गैस के दबाव संतुलित हो जाते है, सौर-मंडल की सीमा है।

सौर-मंडल से आगे कैसा है ?

सौर-मंडल से बाहर होते ही तापमान अत्याधिक उच्च, लगभग ८००० K है। इस क्षेत्र में सौर वायु की तरह आयनित तथा उदासीन दोनों ही हाड्रोजन होती हैं, तथापि यह अति महीन है। उन अणुओं का घनत्व पृथ्वी के पास बहने वाली सौर वायु से एक दसांश जितना कम होता है।

धूमकेतु की पूँछ तरह सौर-मंडल की बड़ी पूँछ अंतरतारीय गैस में प्रवाहित होनी चाहिए।

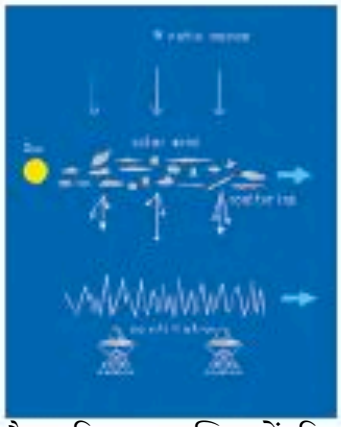
अब मैं पूँछ के महत्व को समझा। मेरी पूँछ को देखो ! क्या तुम्हें चाहिए।

वास्तव में नहीं .....

सौर वायु के प्रेक्षणों के लिए निगाहें आकाश पर डालो

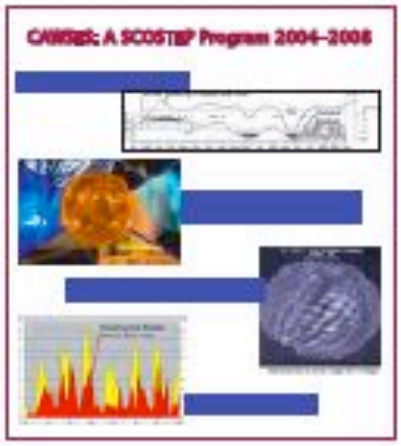
सौर वायु के प्रेक्षणों के लिए कई उपग्रह छोडे गए, परंतु इनके प्रक्षेप-पथ कक्षीय तल को पार नहीं कर सके। केवल यूलेसिस नामक सौर-प्रोब जो १९९० में प्रक्षेपित किया था, अपने प्रक्षेप-पथ के झुकाव को गुरु के महान गुरुत्व की सहायता से लगभग ९० डिग्री बदलकर कक्षीय तल को पार करने में सक्षम रहा। तथापि, उस समय उपग्रह पर अधिक प्रोब कार्यरत नहीं थे। विशाल अंतरग्रहीय माध्यम में बहने वाली सौर वायु का सम्पूर्ण दृश्य लगभग असंभव था।

वास्तव में, भू-स्थित प्रेक्षणों द्वारा ही उपग्रह के सौर वायु के प्रेक्षणों को पूर्ण किया जा सकता है। कैम्ब्रिज विश्व विद्यालय के ए. ह्यविस एवं साथियों ने १९६४ में दर्शाया कि बाहरी ब्रेह्मांड से आने वाली रेडियो तरंगों की तीव्रता कुछ क्षणों में कम व अधिक होती है। यह पृथ्वी के वायुमंडलीय अनियमितताओं के कारण रात में तारों के टिमटिमाने की प्रक्रिया जैसी है। तारों का प्रकाश जब वायुमंडल से गुजरता है तो प्रकाश के विभिन्न दिशाओं में छिन्न-भिन्न होने से तारा टिमटिमाता प्रतीत होता है।



जैसा कि ऊपर चित्र में दिखाया है कि रेडियो श्रोत से आने वाली रेडियो तरंगों को आवेशित कण या सौर वायु प्लैज्मा छिन्न-भिन्न कर देते हैं। पृथ्वी से सभी दिशाओं में अनेकों रेडियो श्रोत दिखाई पड़ते हैं। इन रेडियो तरंगों का टिमटिमाना हम पृथ्वी पर कम समय में विभिन्न क्षेत्रों, जैसे कक्षीय तल के पास, दूर तथा सूर्य के इर्द-गिर्द सौर वायु कैसी है को समझने के महत्वपूर्ण संकेत देता है।

जापान में सौर-पार्थिव वातावरण प्रयोगशाला ४ विभिन्न स्थलों पर रेडियो दूरबीन लगाकर सौर वायु के प्रेक्षण करती है। उनमें से एक फ्युजी पर्वत पर ऊपर के चित्र में है। यह दूरबीन १०० मी. लंबी (पु.-प.) तथा २० मी. चौड़ी (उ.-द.) है, यह ३२७ मै. हर्त्स पर कार्य करती है। स्टेनलैस स्टील के १००० पतले तार परवलयिक ढाँचे पर वेल्ड करके एक विशाल परावर्तक सतह बनायी गई है।



सूर्य-पृथ्वी तंत्र का जलवायु एवं मौसम (CAWSES)

सौर-पार्थिव भौतिकी पर वैज्ञानिक समिति (SCOSTEP) का एक अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रम CAWSES है तथा अंतरिक्ष वातावरण एवं इसके जीवन और समाज पर प्रभावों के हमारे ज्ञान को सार्थक रूप से बढाने के उद्देश्य से बनाया गया है। इस ज्ञान वर्धन में आवश्यक प्रेक्षण, प्रतिरूपण एवं सैद्धांतिकी में अंतर्राष्ट्रीय सहयोग को बढाना, विकसित एवं विकासशील देश दोनों के वैज्ञानिकों को शामिल करना तथा सभी स्तरों पर विद्यार्थियों शिक्षा के अवसर प्रदान कराना है, CAWSES के मुख्य कार्य है। सूपृतजमौ का कार्यालय बोसटन विश्वविद्यालय, बोसटन, एमए, यूएसए में है। इस चित्र में इस चार प्रकरण दर्शाए हैं।

http://www.bu.edu/cawses

http://www.ngdc.noaa.gov/stp/scostep/scostep.html

सौर-पार्थिव वातावरण प्रयोगशाला (STEL), नागोया विश्वविद्यालय

जापान में (STEL) एक अंतर-विश्वविद्यालय सहयोगी तंत्र के तहत चलाया जाता है। जापान एवं विदेशी अनेक श्विविद्यालयों एवं संस्थाओं के सहयोग से सौर-पार्थिव तंत्र की संरचना और गतिकी पर अनुसंधान को बढ़ावा देना इसका उद्देश्य है। वायुमंडलीय वातावरण, आयन एवं चुम्बक मंडलीय वातावरण, सौर मंडलीय वातावरण तथा समाकलित अध्ययन इसके ४ विभाग हैं। संयुक्त अनुसंधान परियोजनाओं को समन्वित तथा दत्त आधारों के निर्माण हेतु संयुक्त प्रेक्षणों एवं दत्त संसाधन केंद्र भी इससे संलग्न है। इसकी ७ वेधशालाओं/केंद्रों पर विभिन्न भौतिक एवं रसायनिक तत्वों के भू-स्थित देशव्यापी प्रेक्षण होते हैं।

http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/

हयनोन

र्युक्यु विश्वविद्यालय के भौतिक विभाग से शिक्षित, हयनोन, एक लेखक एवं व्यंग चित्रकार, ने विज्ञान और कम्प्युटर खेलों में अपनी तीक्ष्ण पृष्ठभूमि से लोकप्रिय पत्रिकाओं में अनेक धारावाहिक प्रकाशित किए। उनकी समनरूप लेखन शैली विज्ञान प्रेम प्रदर्शित करती उचित ही स्वीकार है।

http://www.hayanon.jp/

कोदोमो नो कगकु (बच्चों के लिए विज्ञान)

सैबुंदो शिंकोगा प्रकाशन क. लि. द्वारा प्रकाशित कोदोमो नो कगकु बच्चों के लिए एक मासिक पत्रिका है। १९२४ में उदघाटन प्रति से लगातार यह पत्रिका दैनिक जीवन के वैज्ञानिक तथ्यों से लेकर अत्याधुनिक अनुसंधान विषयों तक के विभिन्न पहलुओं को प्रस्तुत कर विज्ञान की शिक्षा को प्रोन्नत कर रही है।

http://www.seibundo-net.co.jp/

"सौर वायु क्या है ?!" कोदोमो नो कगकु के सहयोग द्वारा प्रकाशित है। वाई. नोडा तथा वाई. कामिदे को इस कहानी के अंग्रेजी अनुवाद के लिए मोल, मिरूबो एवं वैज्ञानिक धन्यवाद देते हैं।

सौर-पार्थिव वातावरण प्रयोगशाला, नागोया विश्वविद्यालय एवं सौर-पार्थिव भौतिकी की वैज्ञानिक समिति के CAWSES कार्यक्म द्वारा प्रस्तुत है।
अक्तुबर २००५
सभी अधिकार सुरक्षित