भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 18 अंक2 दिसम्बर 2010 पृ. 178-180

सौरीय क्रियाकलाप का 8446 Å और 7320 Å वायुदमक उत्सर्जनों पर प्रभाव

एम वी सुनील कृष्णा एवं वीर सिंह
भौतिकी विभाग, भारतीय प्रौद्यौगिकी संस्थान, रूड़की - 247 667

सारांश : 8446 Å और 7320 Å वायुदमक उत्सर्जन मुख्यतया 180km - 220km ऊंचाई पर उत्पन्न होते हैं। ये उत्सर्जन सौरीय विकिरण से उत्पन्न होते हैं और सौरीय फ्लक्स के प्रति अति संवेदनशील होते हैं। ये उत्सर्जन परमाणुवीय ऑक्सीजन के घनत्व और सौरीय क्रियाकलाप के विषय में अति महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करते हैं। इन उत्सर्जनों का अध्ययन करने के लिए एक विस्तृत मॉडल तैयार किया गया है। इस मॉडल में सौरीय-2000 फ्लक्स मॉडल निहित है जो कि सौरीय फ्लक्स का परम मान तरंगदैर्ध्य के अनुसार प्रदान करता है। इस अध्ययन में सौरीय चक्र जो कि 2001 से शुरू हुआ है, के अनुकूल इन उत्सर्जनों को मॉडल किया गया है। इस अध्ययन में मध्य अक्षांश 35N 45E को चुना गया है। सभी गणनाऐं 3 अप्रैल के लिए की गयीं जो कि विषुव (equinox) स्थिति हैं। उत्सर्जनों की तीव्रता को F10.7 सौरीय इंडेक्स के सापेक्ष प्रस्तुत किया गया है। इन उत्सर्जनों की तीव्रता का परिवर्तन स्थानीय समयानुसार भी प्रस्तुत किया गया है।

Effect of solar activity on 8446 Å and 7320 Å airglow emissions

M V Sunil Krishna & Vir Singh
Department of Physics, Indian Institute of Technology, Roorkee – 247 667

Abstract

The atomic oxygen airglow emission at 8446 Å and 7320 Å occurs at nearly 180 – 220km altitude region. These emissions occur due to solar EUV radiation and are very sensitive to the solar EUV flux. These emissions can provide valuable information about the atomic oxygen density and solar activity. We have developed a comprehensive model to study these emissions with the varying solar activity. These two emissions are studied with the help of the newly introduced Solar Irradiance Platform which gives the absolute values of solar flux for any given date and time. We present the results of modeling done over the present solar cycle, starting from 2001 which was an year of solar maximum. For the sake of modeling a mid latitude station at 35N 45E is chosen and the day of the year is chosen to be 3rd April. The results of intensity are presented as a function of F10.7 flux index. The results show a very strong dependence over this index.

मॉडल

8446 Å उत्सर्जन मॉडल

8446 Å (Bahsoun-Hamade *et al.* 1994) उत्सर्जन निम्न प्रक्रियाओं द्वारा उत्पन्न होता है।

$$O^*(^3P) \rightarrow O^*(^3S) + h\nu(8446\mathring{A})$$

परमाणुवीय ऑक्सीजन निम्न प्रक्रिया द्वारा उत्पन्न होती है।

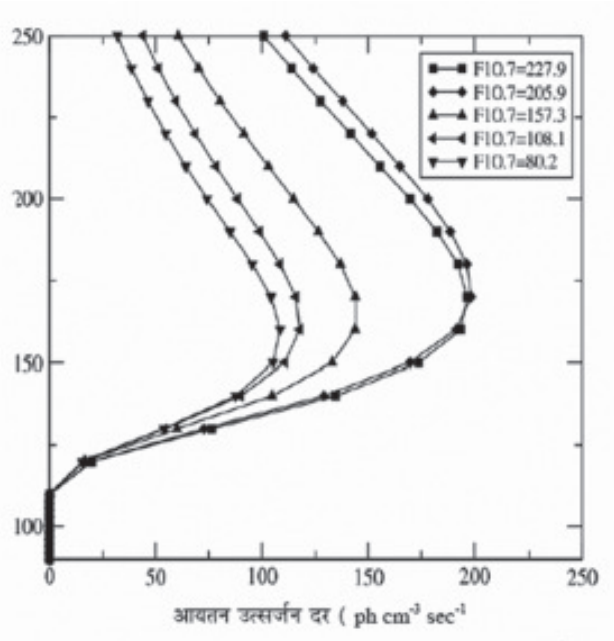
$$O + e^- \rightarrow O^*(^3P) + e^-$$
$$O_2 + e^- \rightarrow O^*(^3P) + O + e^-$$

आयतन दर निम्न दो समीकरणों द्वारा ज्ञात किया जाता है।

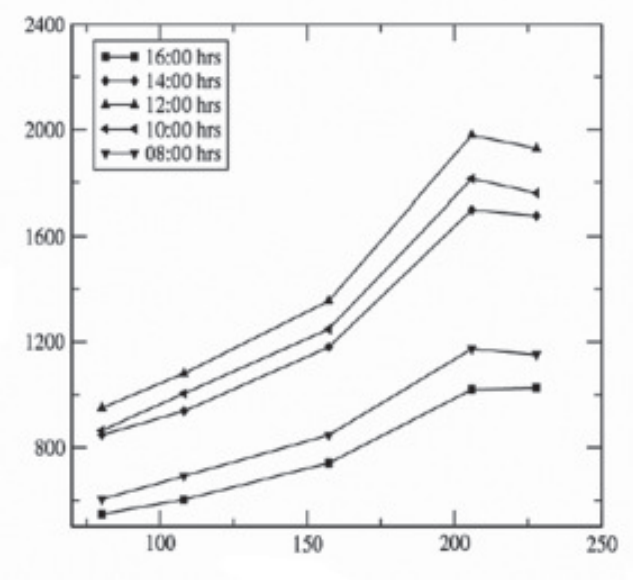
$$V_1(Z,\alpha) = [O]\int_{E_{th}}^{\infty}\sigma_1(E)\phi(E,Z,\alpha)dE$$
$$V_2(Z,\alpha) = [O_2]\int_{E_{th}}^{\infty}\sigma_2(E)\phi(E,Z,\alpha)dE$$

पूर्ण आयतन उत्सर्जन दर निम्न समीकरण द्वारा ज्ञात किया जाता है।

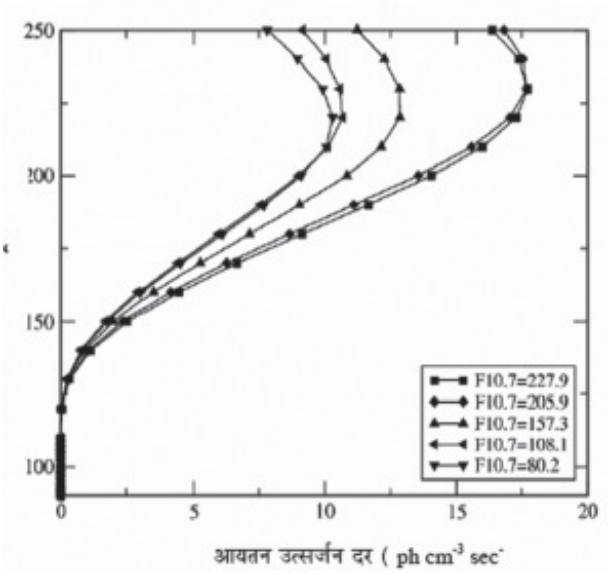
$$V(Z,\alpha) = V_1(Z,\alpha) + V_2(z,\alpha)$$



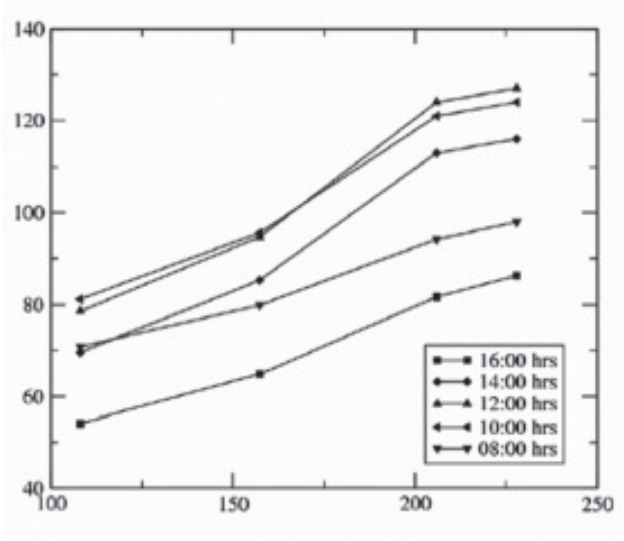
चित्र 1 — 8446 Å आयतन उत्सर्जन दर का बदलाव ऊंचाई के साथ



चित्र 2 — 8446 Å तीव्रता का बदलाव F 10.7 सूचांक के साथ



चित्र 3 — 7320 Å आयतन उत्सर्जन दर का बदलाव ऊंचाई के साथ



चित्र 4 — 7320 Å तीव्रता का बदलाव F 10.7 सूचांक के साथ

प्रकाशीय इलेक्ट्रॉन पुंज की गणना Richards & Torr मॉडल द्वारा की गयी है।

अनुप्रस्थ काट Julienne & Davis और George M Lawrence से ली गयी है।

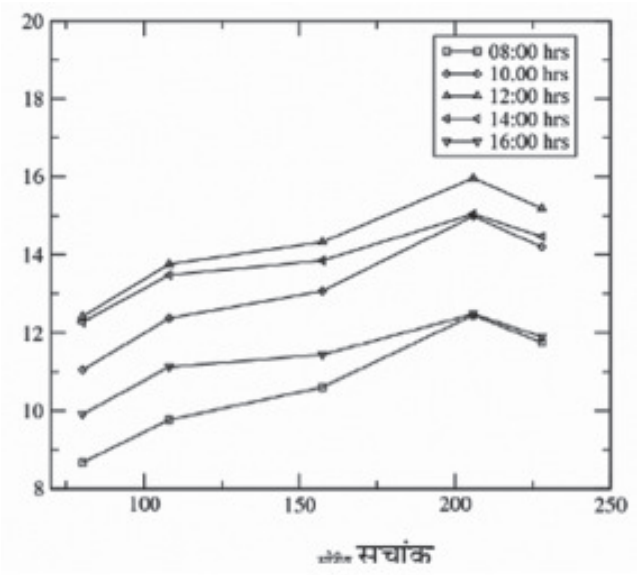
सौरीय EUV पुंज Solar 2000 मॉडल (Tobisa *et al*. 2000) से ली गयी है।

7320 Å उत्सर्जन मॉडल

परमाणुवीय ऑक्सीजन के 7320 Å (Rusch *et al.* 1977) का उत्सर्जन निम्नलिखित क्रिया द्वारा होता है।

$$O^+(^2P) \rightarrow O^+(^2D, ^4S) + h\nu(7320\text{Å})$$

तापमंडल में $O^+(^2P)$ निम्नलिखित क्रियाओं द्वारा होता है।



चित्र 5 — 8446 और 7320 सापेक्ष तीव्रता का बदलाव F 10.7 सूचांक के साथ

1. सौर EUV फोटॉन द्वारा परमाणुवीय ऑक्सीजन के प्रकाशीय विखंडन द्वारा

$$O + h\nu(\lambda < 666.\mathring{A}) \rightarrow O^+(^2P)$$

2. परमाणुवीय ऑक्सीजन का प्रकाशीय इलेक्ट्रॉन द्वारा आयनीकरण

$$O + e^- \rightarrow O^+(^2P) + 2e^-$$

उत्पन्न दर निम्न दो समीकरणों द्वारा ज्ञात की जाती है।

$$R_1(z) = [O]\sum_{\lambda} I_Z(\lambda,\alpha)\sigma_{O^+(^2P)}(\lambda,\alpha)$$

$$R_2(z) = [O]\int_{E_{th}}^{\infty} \sigma_e(E)\Phi(E,Z,\alpha)dE$$

$O^+(^2P)$ का क्षय निम्न प्रतिक्रियाओं द्वारा होता है।

$$O^+(^2P) + O \rightarrow O^+ + O$$
$$O^+(^2P) + N_2 \rightarrow O^+ + N_2^*$$
$$O^+(^2P) + e^- \rightarrow O^+(^2D, ^4S) + e^-$$

क्रिया गुणांक की दर $K_e = 1.89 \times 10^{-7}$ $(Te/300)^{1/2}$ cm^3 sec^{-1} Henry *et al*. (1969), $K_o = 5.2 \times 10^{-11}$ cm^3 sec^{-1} Rusch *et al*. (1977), $K_{N2} = 4.8 \times 10^{-10}$ cm^3 sec^{-1} Rusch *et al*. (1977) ली गयी है।

पूर्ण आयतन उत्सर्जन दर निम्न समीकरणों द्वारा ज्ञात की जाती है।

$$V_{7320} = \frac{0.781 A_{2p} P[O^+(^2P)]}{A_{2p} + K_O[O] + K_{N_2}[N_2] + K_e[e]}$$

वायुमंडल के निष्क्रिय घनत्व और तापमान NRLMSIS - 00 (Picone *et al*. 2001) की गणना की गयी है। इलेक्ट्रॉन का घनत्व IRI - 2007 (Bilitza H. 2007) से प्राप्त किया गया।

निष्कर्ष

1. 8446 Å 7320 Å और उत्सर्जनों पर F 10.7 सौरीय सूचांक का असर काफी तीव्र होता है।
2. इन उत्सर्जनों की तीव्रता F 10.7 सौरीय सूचांक के बढ़ने पर काफी तेजी से बढ़ती है। यह तीव्रता उच्चतम F 10.7 सूचांक (F 10.7 > 185) के पश्चात् स्थिर हो जाती है।
3. I (8446)/I(7320) सौरीय सूचांक के बढ़ने पर बढ़ता है परन्तु जब सौरीय सूचांक 200 से ऊपर होता है तब I(8446)/I(7320) घटना शुरू हो जाता है।
4. I (8446)/I(7320) थर्मोस्फीयर में ऑक्सीजन का घनत्व ज्ञात करने में सहायक होगा।

संदर्भ

1. Bahsoun-Hamade F et al. Thermospheric OI 844.6-nm emission in twilight *J.Geophys.Res.,* **99** (1994) 6289.
2. Bilitza D & Reinisch B, International Reference Ionosphere (2007), Improvements and new parameters, *J. Adv. Space Res.,* **42** (2008) #4, 599-609, doi:10.1016/j.asr.2007.07.048.
3. George M Lawrence, Dissociative excitation of some oxygen-containing molecules: Lifetimes and Electron Impact cross sections, *Phys. Rev.* **A2** (1976) 397.
4. Henry R J W, Photoionization cross sections for atoms and ions of carbon, nitrogen, oxygen and neon, *Astrophys. J.,* **161** (1970) 1153.
5. Julienne P S and Davis Cascade and radiation trapping effects on atmospheric oxygen excited by electron impact, *J.Geophys.Res.,* **81** (1976) 1397.
6. Picone J M, Hedin A E, Drob D P & Aikin A C, NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues, *J. Geophys. Res.,* **107(A12)** (2002) 1468. doi:10.1029/2002JA009430.
7. Richards P G & Torr D G, A simple theoretical model for calculating and parametrizing the ionospheric photoelectron flux. *J.Geophys.Res.,* **88** (1983) 2155.
8. Rusch D W, Torr D G, Hays P B & Walker J C, The OII (7310 – 7330 Å) dayglow, *J.Geophys.Res,* **82** (1977) 719.
9. Tobiska W Kent, SOLAR2000 irradiances for climate change research, aeronomy and space system engineering, *Adv. Space. Res.,* **34** (8) 1736.