

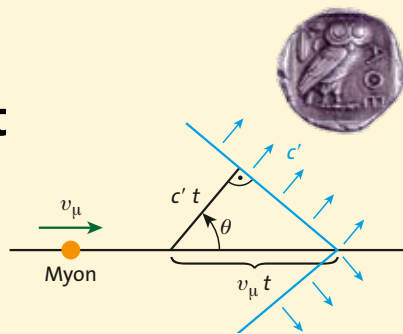
ZUM NACHDENKEN

Tscherenkow-Licht

Im Vakuum beträgt die Lichtgeschwindigkeit $c = 299\,792\,458$ m/s. In Materie jedoch hängt ihre Größe c' von Materialeigenschaften ab, charakterisiert durch den Brechungsindex n : $c' = c/n$. Die Detektorkugeln von IceCube sind von Eis in Tiefen zwischen 1450 und 2450 Meter Tiefe umgeben. Solch große Eismassen sorgen für einen gewaltigen Druck. Oberhalb von rund 2 Gigapascal nimmt Eis eine andere Kristallstruktur an. Bei niedrigeren Drucken spricht man von Eis vom Typ I_h . Solches Eis besitzt den Brechungsindex $n_{Ih} = 1,31$.

Aufgabe 1: Der hydrostatische Druck P im Eis wächst mit zunehmender Tiefe t gemäß: $P = g \rho t$. Welcher Druck herrscht bei $t = 2450$ m? Das Eis besitzt eine Dichte von $\rho = 0,93$ g/cm³, die Schwerebeschleunigung ist $g = 9,81$ m/s². Handelt es sich tatsächlich um Eis vom Typ I_h ?

Aufgabe 2: Erreicht ein Myonneutrino das Eis von IceCube und erzeugt ein Myon der Geschwindigkeit v_μ , so entsteht eine sich kegelförmig ausbreiten-



de Lichtfront (siehe Grafik), das Tscherenkow-Licht. $E_\nu = 10$ TeV ist eine typische Neutrinoenergie, die zu $3/4$ auf das Myon der Masse $m_\mu = 105,7$ MeV/c² übertragen werde. Wegen der hohen Energie bewegt sich das Myon mit relativistischer Geschwindigkeit. Seine kinetische Energie ist: $T_\mu = (\gamma - 1) m_\mu c^2$, mit $\gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}$ und $\beta = v_\mu/c$. Wie groß ist die auf c normierte Geschwindigkeit β des Myons?

Aufgabe 3: Welchen Wert hat der die Öffnung des Lichtkegels charakterisierende Winkel θ ? AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. Juni 2011** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528-246. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern **Preise** verlost: siehe S. 109

meter großen Eiswürfel mit einer riesigen Anzahl an Atomen nach ihren Spuren ab. Nur wenn den Forschern genügend Neutrinos aus kosmischen Quellen ins Netz gehen, lässt sich vielleicht deren Ursprung herausfinden. Stößt eines der gejagten Neutrinos auf einen Atomkern der Eismoleküle, so wird ein Myon erzeugt – ein geladenes Teilchen, das durch das Eis rast und dabei eine bläuliche Lichterscheinung hervorruft, das so genannte Tscherenkow-Licht (in den Abklingbecken für radioaktive Brennstäbe in Kernkraftwerken ist es die Ursache für das blaue Leuchten). Diese Lichtblitze fangen die optischen Sensoren ein (siehe auch SuW 3/2006, S. 24–34 und 6/2008, S. 46–54).

In die Antarktis gelockt hat die Astrophysikerin das kristallklare Eis (siehe Bild S. 21). Unterhalb einer Tiefe von eineinhalb Kilometern wird das Eis vollkommen transparent für Licht, so dass die Reichweite der erzeugten Lichtblitze ge-

nügt, um bei wenigstens einem der Sensoren ein Signal auszulösen. IceCube steht zwar am Südpol, doch das Teleskop hält bevorzugt nach Neutrinos Ausschau, die von unten her aus dem Norden kommen. Denn Neutrinos sind die einzigen Teilchen, die den Erdball ungestört durchfliegen können. Die Erde wirkt als Filter und schirmt alle anderen Teilchen der kosmischen Strahlung ab.

Bereits während der Bauphase begann IceCube Neutrinos zu jagen. Bis heute registrierten die Forscher bereits hunderttausend Neutrinos, darunter solche mit Energien von bis zu 400 Teraelektronvolt ($4 \cdot 10^{14}$ eV). Allerdings wurden all diese Neutrinos in der Erdatmosphäre erzeugt. Der Fluss an hochenergetischen Neutrinos aus Punktquellen weit außerhalb des Sonnensystems ist hingegen viel geringer. So wartet IceCube noch auf die Entdeckung seiner ersten extraterrestrischen Quelle.

RAHEL HEULE



Aktionen

Exzellente Optik braucht exzellentes Zubehör!

Meade Advanced Coma Free Optiken - Eine Revolution in der optischen Leistung von Serienteleskopen:

- Höhere Randschärfe
- Höherer Kontrast im Feld
- Höhere Grenzgröße im Feld

Erhalten Sie bei Kauf eines LX90ACF oder SC 8", 10" oder 12" ein 24mm SWA Okular, ein 2" Zenitspiegel und einen SC auf 2" Adapter im Wert von 649 € **GRATIS** dazu!*

*Zubehörpaket: Super Wide Angle Okulare 24mm - Die Kombination von 68° Eigengesichtsfeld und randscharfer Abbildung zeichnet die Super Wide Angle Okulare der Serie 5000 aus. 2" Zenitspiegel Serie 5000 - Hochwertiger 50,8mm Zenitspiegel mit Ringklemmung und 99% Reflektivität mit SC auf 2" Adapter.

Bei Kauf eines LX200ACF 8", 10", 12", 14" oder 16" erhalten Sie eine DSI CCD Astrokamera sowie ein Flip-Mirror-System im Wert von 697 € **GRATIS** dazu!*

*Zubehörpaket: DSI II CCD USB Astrokamera - Der neue DSI II bietet alle Möglichkeiten des DSI - jetzt mit einem vergrößerten Sensor, nochmals vermindertem Rauschen, Temperaturmessung und erweiterten Softwarefunktionen! Flip-Mirror System - Entwickelt für die Verwendung mit CCD-Kameras ermöglichen die Meade Flip-Mirror-Systeme eine drastische Verkürzung der Vorbereitungszeit für die CCD-Fotografie!



	Artikel-Nr.	Preis
LX90SC 8"	10215	1.890,-
LX90ACF Serie	12919, 12920, 12922	ab 2.199,-
LX200ACF Serie	10216, 10218, 10222	
	10224, 10227	ab 2.999,-



Personliche Beratung

Service@Astroshop.de

+49 8191 94049-1

+49 8191 94049-9

Astroshop.de
c/o rima GmbH
Otto-Lilienthal-Str. 9
86899 Landsberg am Lech
Direkt an der A95 und B17,
ca. 30min von Augsburg
und München.

Damit wir uns genug Zeit für Sie nehmen können, bitten Sie bitte immer vor Ihrem Besuch bei uns an und reservieren einen Termin.

Wir sind Mo-Fr von 8-20 Uhr und Sa von 10-16 Uhr für Sie da!