Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 44 (1986)
Heft: 212

Artikel: IRAS : le cosmos infrarouge
Autor: Burki, Gilbert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899131

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

IRAS: Le cosmos infrarouge

GILBERT BURKI

La vie sur terre n'a pu se développer que grâce à l'écran protecteur de l'atmosphère. Toutefois, cette atmosphère constitue un handicap majeur pour l'astronome car elle absorbe la plupart des rayonnements qui nous viennent du cosmos. De façon schématique, on peut dire que seul le rayonnement visible, de longueur d'onde comprise entre 0,35 et 0,9 microns (1 micron = 0,001 mm), et le rayonnement radio, de longueur d'onde supérieure à 1 mm, peuvent être étudiés facilement par des instruments situés à la surface de la Terre.

Les satellites ont permis de s'affranchir de cette contrainte et l'avènement des observatoires spaciaux a permis à l'astronomie de faire des progrès spectaculaires durant ces 20 dernières années. Ici, on peut citer par exemple les satellites COS-B (rayonnement gamma), Einstein (rayonnement X) et IUE (rayonnement ultraviolet). Un des derniers satellites en date, IRAS (pour Infra-Red Astronomical Satellite), a exploré le domaine de l'infrarouge lointain, dans l'intervalle de longueurs d'onde 8-120 microns.

Une des particularités d'IRAS fut sa relative courte durée de vie pour un satellite astronomique puisque, lancé le 26 janvier 1983, il a cessé de fonctionner en novembre de la même année. Si IRAS s'est tu après dix mois seulement de parfait fonctionnement, c'est que le liquide de refroidissement des détecteurs infrarouge, 72 kg d'hélium liquide à -270° C, était épuisé. Car un des problèmes majeurs de la mesure de rayonnement infrafouge est que tout corps à température «ambiante» émet ce type de rayonnement. Pour éviter que les mesures astronomiques ne soient perturbées par le rayonnement propre du satellite il a donc fallu équiper IRAS d'un système de refroidissement basé sur la circulation d'hélium liquide.

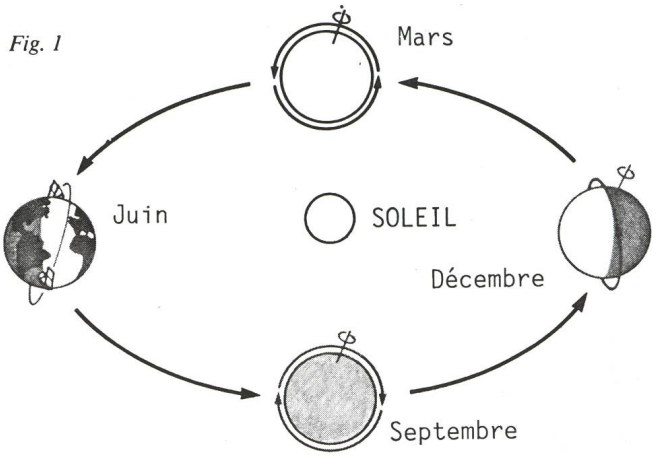
IRAS fut un projet commun des Etats Unis, de la Grande Bretagne et des Pays Bas. Sa mission essentielle fut de cartographier le ciel, à l'aide de son télescope de 57 cm de diamètre, dans 4 domaines de longueur d'onde infrarouge: 8.5-12, 19.3-30.2, 40-80 et 83-119 microns. Ceci a été réalisé par un balayage quasi continu du ciel à une vitesse de 3.85 minutes d'arc par seconde. De temps à autre, des études plus approfondies d'objets particuliers ont aussi été faites à l'aide d'instruments auxiliaires plus performant en résolution angulaire ou en longueur d'onde. L'orbite du satellite, quasi polaire à 900 km d'altitude, avait son plan perpendiculaire à la direction Terre-Soleil et était affectée d'une précession de 360° en une année. De cette façon, ainsi que le montre la figure 1, IRAS a pu couvrir l'ensemble du ciel durant sa durée opérationnelle, sans être gêné par le Soleil, la Terre et la Lune, qui sont les trois contraintes perturbatrices majeures des missions spatiales astronomiques.

Bien que l'analyse scientifique des mesures d'IRAS n'en soit qu'à ses débuts, on peut déjà dire que la moisson de ce satellite sera remarquable puisque environ 200000 sources infrarouges ont été mesurée une ou plusieurs fois. Cette avalanche de données est très symbolique de la méthode de travail en astonomie spatiale: une mission est préparée durant plusieurs années, puis un satellite fonctionne durant un temps limité mais 24 heures sur 24, enfin des équipes de spécialistes calibrent et interprètent les mesures durant plusieurs années.

La communauté astronomique dans son ensemble, et en particulier l'Observatoire de Genève, est intéressée par les résultats d'IRAS. Car les retombées seront multiples dans les domaines de la planétologie, de la matière interstellaire, de la formation stellaire, de l'évolution des galaxies. De plus, et c'est une des caractéristiques de la recherche fondamentale, IRAS a découvert des objets inconnus, ce qui initiera probablement de nouvelles recherches sur des thèmes originaux.

A partir des premiers résultats partiels connus, il est possible de donner quelques exemples de découvertes intéressantes faites par IRAS.

Fig. 1



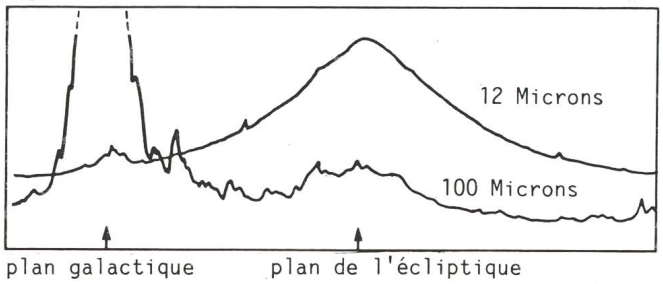
Représentation schématique de l'orbite du satellite IRAS au cours de 1983.

1. Grains de poussière dans le système solaire et dans la galaxie

La figure 2 montre le rayonnement infrarouge détecté à 12 et 100 microns lors d'un balayage sur le ciel traversant le plan galactique (plan de symétrie de notre Galaxie, la Voie Lactée) et le plan de l'écliptique (plan contenant l'orbite de la Terre autour du Soleil). Ce rayonnement infrarouge est dû essentiellement à des grains de poussière de dimensions caractéristiques 1 micron absorbant le rayonnement des étoiles proches (le Soleil dans le cas des poussières du système solaire) et émettant du rayonnement infrarouge lointain.

Le rayonnement à 12 microns provient essentiellement de

Fig. 2



Intensité du rayonnement infrarouge détecté par IRAS à 12 et 100 microns lors d'un balayage du ciel.

poussières relativement «chaudes» (environ -90°C) se trouvant dans le plan de l'écliptique: IRAS a découvert un anneau de poussières en orbite autour du Soleil, à une distance équivalente à celle de la bien connue ceinture des astéroïdes, soit entre les orbites de Mars et de Jupiter. Ces poussières pourraient être produites lors des collisions fréquentes entre astéroïdes et être la cause, après avoir migré en direction du Soleil, de la lumière zodiacale, cette illumination diffuse du ciel observée sur Terre avant le lever ou après le coucher du Soleil par de très bonnes conditions météorologiques. On savait depuis longtemps que ce phénomène est produit par des poussières circulant autour du Soleil. IRAS a peut-être trouvé la bonne explication sur l'origine de ces poussières.
Le rayonnement à 100 microns provient surtout de poussières plus froides (environ -230°C) situées loin du système solaire, dans le milieu interstellaire. On constate sur la figure 2 que l'intensité à 100 microns est énorme au voisinage du plan galactique en raison de la forte concentration de la matière interstellaire au voisinage de ce plan de symétrie de notre Galaxie. On constate aussi que la courbe à 100 microns est très accidentée, montrant que la distribution des poussières galactiques se présente sous forme de nuages et de filaments, avec de fortes variations locales de densité. IRAS a même découvert une structure jusqu' alors inconnue de ces nuages de poussières. Par analogie avec certains nuages bien connus de l'atmosphère terrestre on parle maintenant de cirrus interstellaires.

2. Formation des étoiles

Un des intérêts majeurs d'IRAS est l'étude de la formation des étoiles. En effet, l'essentiel de l'énergie produite par des étoiles en formation nous parvient sous forme de rayonnement infrarouge, par l'intermédiaire du gaz et des poussières entourant encore ces nouveaux astres et chauffés par eux. De nombreux nouveaux lieux où des étoiles sont en cours de formation ont ainsi été découverts et étudiés par IRAS.

Ces lieux de formation stellaire ont aussi été étudiés dans les galaxies extérieures à la Voie Lactée. Un résultat important à été obtenu en comparant les quantités de rayonnement infrarouge et visible émis par les galaxies. Alors que la galaxie d'Andromède (voir figure 3) émet 30 fois moins d'infrarouge que de lumière visible, d'autres galaxies spirales émettent jusqu'à 5 fois plus de rayonnement infrarouge que de visible. Ces différences énormes traduisent probablement la variation de la vigueur des processus de formation d'étoiles.

Il a aussi été observé qu'une quantité de galaxies brillantes en infrarouge ont des galaxies voisines très proches. D'où l'hypothèse, confirmant des prédictions théoriques existantes, que l'interaction gravitationelle entre galaxies pourrait produire des bouffées de formation stellaire, par un effet de marée brassant la matière interstellaire.

A n'en pas douter, ces résultats constituent un des apports astrophysiques majeurs d'IRAS

3. Andromède

Parmi toutes les galaxies observées par IRAS, il en est une privilégiée: Andromède ou M31. C'est la galaxie spirale la plus proche de la nôtre, située à environ 2 millions d'années lumière. La structure spirale d'Andromède se distingue mal en raison de la forte inclinaison de son plan. Néanmoins, l'observation de cette galaxie a fortement aidé à la compréhension de la structure de notre Galaxie, car elles sont toutes les deux très semblables.

La figure 3 montre 5 vues ou représentations d'Andromède, obtenues dans 5 types de rayonnement différents:

a) En ultraviolet, à 0,2 micron par la nacelle stratosphérique de l'Observatoire de Genève.
b) En lumière visible, à 0,4 micron, par un télescope du Mont Palomar.
c) En infrarouge, à 60 microns, par IRAS.
d) En infrarouge, à 100 microns, par IRAS.
e) En radio, à 21 cm, par un radiotélescope de Cambridge.

Il est clair que le pouvoir de résolution angulaire du cliché en lumière visible est supérieur aux autres. Le mode de représentation est adapté à chaque technique: le cliché ultraviolet est un compositage de plusieurs photos permettant d'améliorer le contraste, le cliché visible est une photo directe, le cliché à 60 microns est une représentation en courbes de niveau de l'information digitalisée, le cliché à 100 microns est une représentation en intensité par balayage, le cliché radio est une reconstitution «à la manière» d'une photo.

Les faits marquants qui ressortent de l'examen de ces clichés sont les suivants:

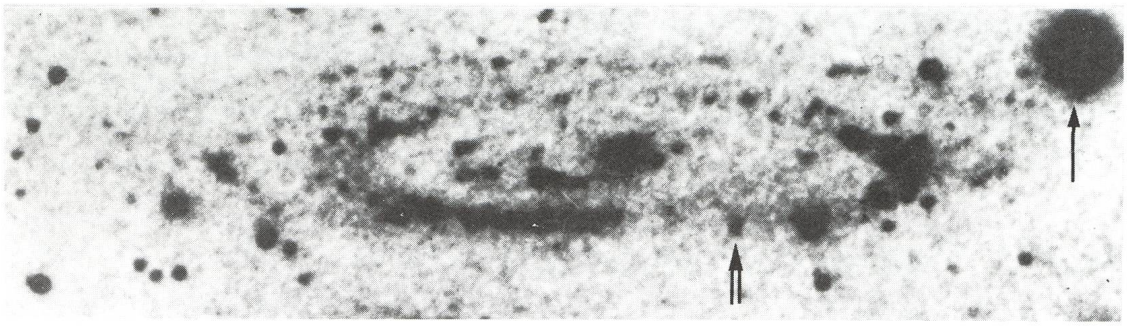
1. L'observation radio porte sur la raie 21 cm de l'hydrogène neutre. La densité maximum du gaz hydrogène est donc répartie dans une région annulaire, le centre lui-même n'étant pas du tout marqué. Plusieurs bras spiraux peuvent être distingués.
2. Les mêmes bras spiraux apparaissent aussi sur le cliché ultraviolet. Mais dans ce cas ce sont les étoiles chaudes, récemment formées à partir de ce gaz, qui sont les traceurs ultraviolets.
3. En infrarouge, à 60 et 100 microns, la zone annulaire bien marquée en ultraviolet et radio ressort aussi comme un des faits essentiels. Mais dans ce cas, se sont les poussières chauffées par les étoiles chaudes qui sont les traceurs infrarouges.
4. En infrarouge, le centre de la galaxie ressort très clairement. Ce sont toujours les poussières qui sont les émetteurs mais dans ce cas elles sont chauffées par une grande concentration d'étoiles dites géantes rouges, qui sont des étoiles plus froides et plus vieilles que les traceurs de bras spiraux.
5. La différence de population stellaire caractéristique au centre et dans les bras de la galaxie est bien mise en évidence par la comparaison des clichés ultraviolet et visible: étoiles chaudes, donc bleues, intenses en ultraviolet dans les bras et étoiles froides, donc rouges, intenses en lumière visible, dans le centre.
6. Sur les clichés ultraviolet et visible, l'étoile marquée d'une simple flèche appartient à notre Galaxie et est vue en projection à côté de M31. Les intensités comparées en ultraviolet et visible montrent qu'il s'agit d'une étoile chaude (température de surface inférieure à 5000° C).
7. L'objet marqué d'une double flèche est la galaxie naine M32, compagnon d'Andromède. Bien apparente sur le cliché visible, elle n'est que faible sur le cliché ultraviolet car elle est essentiellement composée d'étoiles froides (température de surface inférieure à 5000° C).

Ces diverses propriétés montrent l'importance des observations astronomiques réalisées dans l'ensemble du spectre électromagnétique, soit rayons gamma et X, ultraviolet, visible, infrarouge, radio.

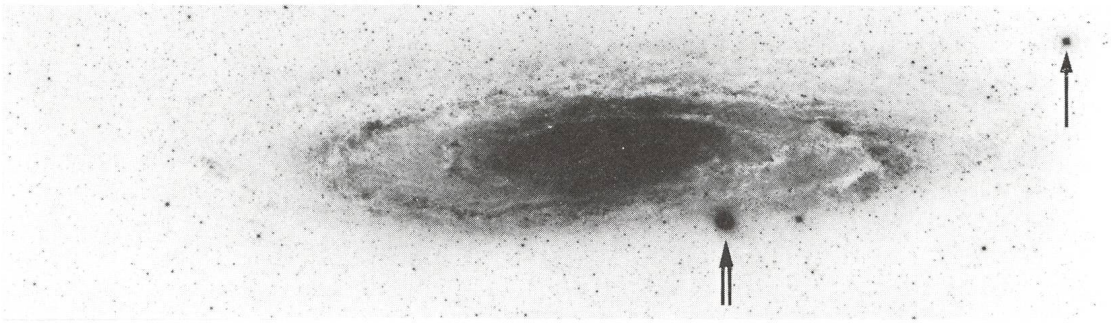
4. D'autres systèmes planétaires

Un des résultats les plus excitants obtenus par IRAS est la découverte d'un agglomérat de particules solides autour de Véga, pour nous terriens, la quatrième étoile la plus brillante du ciel. C'est la première mise en évidence certaine de l'existence de matière solide en orbite autour d'une étoile autre que le Soleil.

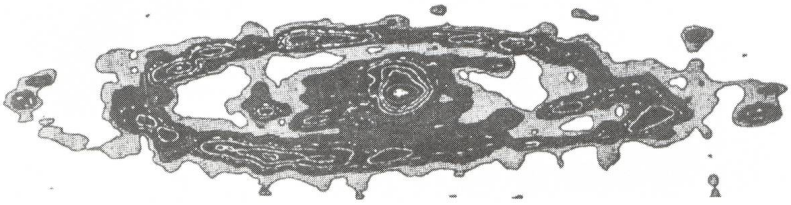
Fig. 3



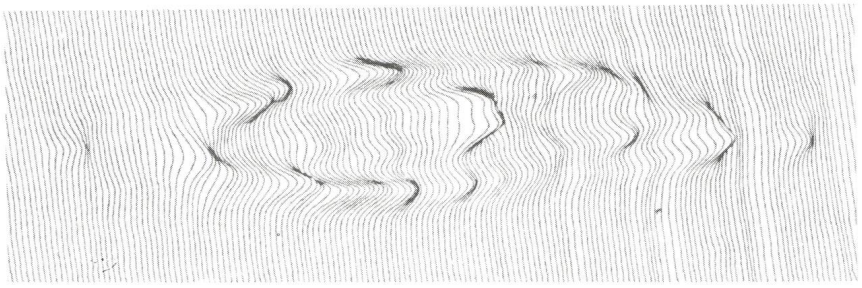
a.
0.2 μ



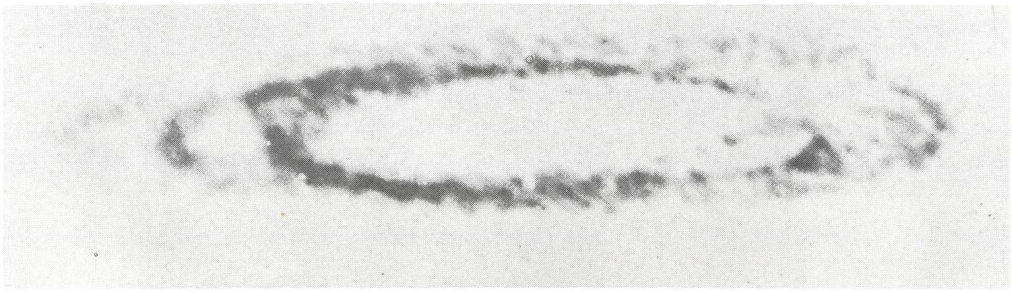
b.
0.4 μ



c.
60 μ



d.
100 μ



e.
21 cm

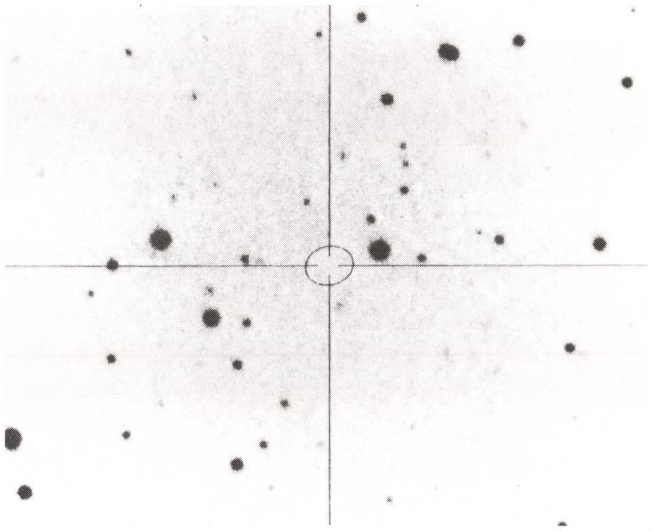
La galaxie d'Andromède vue dans cinq domaines de longueur d'onde par:
a) La nacelle stratosphérique de l'Observatoire de Genève.
b) Le télescope de Schmidt du Mont Palomar.
c) Le satellite IRAS.
d) Le satellite IRAS.
e) Le radiotélescope Half-Mile de Cambridge.

La taille caractéristique des particules du rayonnement observé est d'au moins 1 mm et la dimension du «nuage» d'environ 170 unités astronomiques, soit 2 fois la distance Pluton-Soleil. La présence de ces grains ne permet pas de conclure catégoriquement qu'un système planétaire existe autour de Véga mais, par analogie avec le système solaire, il est permis de penser que des corps plus gros accompagnent ces grains. Dans tous les cas, Véga est devenu l'un des meilleurs candidats pour la présence de planètes extrasolaires.

Un nuage de particules semblable à celui de Véga a également été détecté autour de Formalhaut, la dix-huitième plus brillante étoile du ciel. Cependant, il ne faut pas attendre d'IRAS qu'il détecte des nuages de particules solides autour de nombreuses autres étoiles. En effet, le Soleil mesuré par un satellite semblable à IRAS depuis la distance de Véga ne révèlerait ni ses planètes ni ses poussières zodiacales et serait déclaré étoile tout à fait banale!

5. Des objets mystérieux

IRAS a détecté de l'émission infrarouge en provenance de points sur le ciel où aucun objet astronomique connu (galaxie, étoile, planète, astéroïde) n'est trouvé. Par exemple, sur la figure 4 est indiqué l'emplacement d'une source infrarouge qui n'a



Sur ce cliché pris en lumière visible une des nouvelles sources infrarouges découvertes par IRAS est complètement invisible. La probabilité que la source infrarouge se trouve à l'intérieur de l'ellipse est de 99%.

pas de contrepartie sur ce cliché pris en lumière visible. Il faut rappeler qu'en astronomie l'avènement d'instruments révolutionaires, en particulier ceux travaillant dans un domaine de longueur d'onde jusqu'alors inaccessible, a souvent permis la découverte d'objets nouveaux. On peut citer par exemple les plusars découvert en radioastronomie ou les systèmes binaires X découverts par les satellites à rayons X.

IRAS aura-t-il la chance de découvrir des astres d'un type inconnu? L'avenir proche nous en donnera la réponse.

Adresse de l'auteur:
GILBERT BURKI, Observatoire de Genève, CH-1290 Sauverny

IRAS: Der infrarote Kosmos (Zusammenfassung)

Der am 26. Januar 1983 gestartete Satellit IRAS (Infra-red Astronomical Satellite) hat seinen Betrieb nach nur 10 Monaten eingestellt. Der Grund liegt darin dass die 72 kg flüssiges Helium von -270° aufgebraucht waren. Das Kühlsystem mit flüssigem Helium ist notwendig um zu verhindern dass die astronomischen Messungen durch Strahlungen des Satelliten gestört werden.

Als Gemeinschaftswerk der USA, Grossbritannien und der Niederlande hatte IRAS die Aufgabe, den Himmel mittels seines 57 cm-Teleskopes kartografisch aufzunehmen und das auf 4 infraroten Wellenlängen: 8.5-12, 19-30.2, 40-80 und 83-119 Mikron. Obgleich die Auswertung der von IRAS gelieferten wissenschaftlichen Daten noch am Anfang steht, kann man bereits sagen, dass die Ausbeute gross war, wurden doch ungefähr 200000 Infrarotquellen ein- oder mehrmals vermessen. Auf Grund der ersten Teilresultate ist es möglich, einige interessante Entdeckungen des IRAS bekannt zu geben.

1. Staubkörner im Sonnensystem und in der Galaxie

Fig. 2 zeigt die Infrarot-Strahlung auf 12 und 100 Mikron. Diese Strahlung hat ihren Ursprung hauptsächlich in Staubkörnchen von 1 Mikron Durchmesser, welche das Sonnenlicht, resp. Sternlicht absorbieren und im fernen Infrarotbereich wieder ausstrahlen. Die Strahlung auf 12 Mikron kommt hauptsächlich von relativ «warmen» Staubteilchen (ca. -90°C) im Plan der Ekliptik. Die Strahlung auf 100 Mikron ist hauptsächlich kälterer Staub (ca. -230°C) weit weg vom Sonnensystem im interstellaren Raum.

IRAS hat einen Staubring um die Sonne entdeckt, auf der gleichen Distanz wie der Asteroidengürtel, d.h. zwischen Mars und Jupiter. Dieser Staub könnte von den häufigen Zusammenstössen zwischen Asteroiden herrühren und, nach einer Verlagerung in Richtung Sonne, die Ursache des Zodiakallichtes sein.

2. Bildung von Sternen

Eines der Hauptinteressen des IRAS galt dem Studium der Sternbildung. Der grösste Teil der Energie der sich bildenden Sterne kommt zu uns in Form von infraroter Strahlung und zwar über das Gas und den Staub, die den neuen Stern noch umgeben und durch ihn erhitzt. Viele Orte wo Sterne im Entstehen begriffen sind, wurden durch IRAS entdeckt und studiert.

Solche Orte wurden auch in anderen Galaxien ausserhalb der Milchstrasse studiert. Der Grosse Andromedanebel sendet z.B. 30 Mal weniger infrarotes als sichtbares Licht aus, im Gegensatz zu anderen Spiralgalaxien, die 5 Mal mehr infrarotes als sichtbares Licht aussenden.

3. Andromeda-Nebel

M31 war unter den beobachteten Galaxien ein Favorit. Die Beobachtung dieser Galaxie hat stark geholfen, die Struktur unserer Milchstrasse besser zu verstehen. Fig. 3 zeigt fünf Aufnahmen, die in fünf verschiedenen Strahlungsbereichen gemacht wurden.

(Fortsetzung Seite 21)

(Fortsetzung von Seite 16)

4. Andere Planetensysteme
Eine andere aufregende Entdeckung von IRAS ist das Vorhandensein eines Agglomerates von festen Teilchen rings um Wega. Es ist das erste Mal dass festes Material auf einer Umlaufbahn um einen anderen Stern als der Sonne festgestellt wurde. Die Grösse der die Strahlung verursachenden Teilchen beträgt mindestens 1 mm und der Durchmesser der «Wolke» ungefähr 170 AE. Das Vorhandensein der Körner beweist nicht kategorisch dass ein Planetensystem um Wega existiert, aber analog zum Sonnensystem ist es gestattet zu glauben dass grössere Körper diese Körner begleiten. Jedenfalls ist Wega einer der besten Kandidaten für Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems geworden.

Eine Wolke von Teilchen ähnlich wie bei Wega wurde auch rings um Fomalhaut beobachtet. Aber man kann kaum erwarten, dass IRAS solche Teilchen um viele Sterne entdecke. Eine Sonde in der Distanz von Wega würde auch keine Planeten um die Sonne sehen.

5. Geheimnisvolle Objekte
IRAS hat auch Infrarot-Strahlung registriert von Punkten am Himmel wo kein astronomisches Objekt (Galaxie, Stern, Planet, Asteroid, usw.) gefunden wurde. Man darf nicht vergessen, dass der Einsatz neuartiger Instrumente, die auf bisher unbenutzten Wellenlängen arbeiten, schon oft die Entdeckung neuer Objekte gestattete, z.B. Pulsare oder Röntgen-Binärsysteme.

WERNER MAEDER

Neues aus der Forschung
Anstelle von ERNST HÜGLI betreut nun NOËL CRAMER diese Rubrik. Die Redaktion dankt ERNST HÜGLI bestens für seinen geschätzten Einsatzt und die kollegiale Zusammenarbeit und begrüsst NOËL CRAMER herzlich im Redaktionsteam.

Nouvelles scientifiques
M. NOËL CRAMER relaie M. ERNST HÜGLI dans cette rubrique. La rédaction remercie M. HÜGLI vivement de son engagement apprécié ainsi que de la collaboration collégiale et souhaite à M. CRAMER la bienvenue au sein de la rédaktion.

Internationale Astronomie-Woche *Arosa*

2. bis 9. August 1986

Beobachtungs- und Vortragswoche für *alle* Amateurastronomen/Astronominnen gleich welchen Alters und Kenntnissen! (Angehörige sind ebenfalls herzlich willkommen). Im bekannten Sommer- und Winterkurort *Arosa* mit optimalsten Beobachtungs-Bedingungen (Höhe 2000–2700 m), organisiert die *Vereinigung Volkssternwarte Schanfigg (VVS)* unter dem Patronat der *Schweizerischen astronomischen Gesellschaft* diese erstmalige Veranstaltung. Zur Verfügung stehen grösste und mittlere Amateur-Instrumente. Als Referenten konnten Astronomie-Kapazitäten gewonnen werden. Als Themen wurden ausgewählt: *Sonne, Planeten, Raumfahrt, Kometen, Meteoriten, Astro-Navigation, Astro-Photographie, Astro-Computering* sowie Vorträge aus der ganzen Breite der Sternkunde.

Auch für die *gesellig-kulturelle Seite wird ein Programm geplant. Die Unterbringung ist in besten Hotels* mit Frühstück und Abendessen zu *einmalig* günstigen Konditionen vorgesehen. Das Kursgeld beträgt sFr. 50.–.

1 Woche Hotel «Park Arosa»***** Halbpension sFr. 420.–
1 Woche Hotel «Streiff»*** Halbpension sFr. 325.–
1 Woche Hotel «Central»*** Halbpension sFr. 335.–
Einzelzimmerzuschlag und Vollpension auf Anfrage.

Anfragen und Anmeldungen:
Präs. VVS Bruno Nötzli, Postfach 172
CH-8052 Zürich, Telefon 01 / 302 20 00

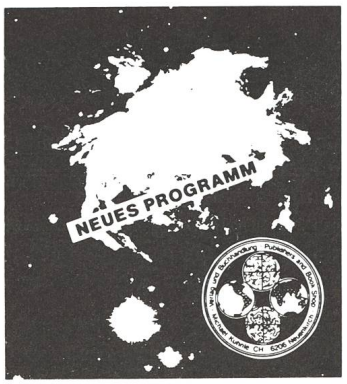
1946 Jubiläum: 40 Jahre 1986

ASTRO-MATERIALZENTRALE

Selbstbau-Materialliste gegen 1.50 in Briefmarken: Spiegelschleifmaterial, Gläser, Dellitrohre, Schneckenräder, Synchronmotor, Frequenzwandler, Quarz-Digital-Sternzeituhr, Okular-Sortiment, Filter, Okulardauszüge/-schlitten, Leit-und Sucherfernrohre, Montierungen, Stunden-/Deklinationskreise etc.

NEU: 19% Jubiläums-SKONTO
auf allen MEADE-Schmidt-Cassegrain- und Newton-Teleskopen sowie auf allen übrigen MEADE-Artikeln und Refraktoren.
NEU! MEADE-Quarz LX-3
MEADE-Farbkatalog gegen Fr. 3.50 in Briefmarken.

H. Gatti, Postfach 251, **CH-8212 Neuhausen a/Rhf.** 1/Schweiz,
Tel. 053/23 86 68 von 20.00 bis 22.00, sonst 053/2 54 16. Zahlungen mit **WIR-Checks** möglich.



Astro-Bilderdienst
Astro Picture-Centre
Service de Astrophotographies
Patronat:
Schweiz. Astronomische Gesellschaft

Auf Wunsch stellen wir Ihnen die jeweils neuesten Preislisten zu.

Verlag und Buchhandlung
Michael Kuhnle
Surseestrasse 18, Postfach 181
CH · 6206 Neuenkirch
Switzerland
Tel. 041 98 24 59