Le problème cosmologique et ses hypothèses III [Fortsetzung]

Autor(en): **Dubois, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **35 (1977)**

Heft 158

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899394

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Une particularité qui mérite d'être mise en évidence est le grand changement survenu dans la région Daedalia-Claritas, entre Solis L. et M. Sirenum: les deux dessins reportés ici le montrent bien (v. fig. 4 et 5).

L'histoire des observations de la planète rouge est pleine de ces variations des taches de Mars («variations d'albédo»): certains de ces changements, comme celui représenté ici, sont accidentels, d'autres sont périodiques et dépendent de la saison. Ces derniers sont des changements d'intensité et de couleur des taches sombres, qui suivent des lois saisonnières aujourd'hui assez bien établies.

Certains astronomes pensent que ces variations sont l'indice de la présence d'une forme élémentaire de vie; d'autres attribuent ces changements, accidentels ou saisonniers, simplement aux vents qui déplacent périodiquement les masses de poussière provenant des déserts et qui couvrent ou découvrent les taches sombres d'une manière plus ou moins complète. Cette hypothèse n'explique pas entièrement ni les changements de couleurs ni l'apparition de nouvelles taches sombres dans des zones demeurées claires depuis des siècles, comme a été le cas reporté ici. Pour plus de détails sur ces hypothèses on se reportera p. ex. à l'article de G. DE MOTTONI, «Sur la vie à la surface de Mars», paru dans Astronomie, mai 1975.

Adresse de l'auteur:
S. CORTESI, Specola Solare, CH-6605 Locarno-Monti.

Le problème cosmologique et ses hypothèses III

par J. DUBOIS, Lausanne

Hypothèses de la théorie de HOYLE *et* NARLIKAR

Deuxième partie

Les nouveaux modèles de HOYLE *et* NARLIKAR

Un premier modèle est une modification de celui présenté dans l'article précédent[12]) et qui avait été obtenu en appliquant une transformation conforme au modèle d'EINSTEIN-DE SITTER.

Ce modèle repose sur l'hypothèse supplémentaire suivante:

Hypothèse no. 8:

La densité du fluide ou encore le nombre moyen n de particules par unité de volume et la «constante» de couplage varient au cours du temps de sorte que nous ayons toujours:

$$n\,\varepsilon^4 \sim \tau^{-3} \qquad (37)$$

Le symbole $\sim$ signifie: est proportionnel à.

Cette hypothèse complète l'hypothèse no. 4a et remplace l'hypothèse no. 5[12]). Ce sont des considérations numériques basées sur la valeur actuelle de la constante de HUBBLE[9]) et l'estimation de la densité moyenne de la matière dans l'univers qui ont conduit HOYLE et NARLIKAR à faire cette hypothèse[3,4]) (voir appendice: hypothèse des grands nombres).

Naturellement cela permet de choisir n et ε variant séparément avec le temps τ de bien des façons différentes. Si l'on choisit de faire l'hypothèse suivante:

Hypothèse no. 9:

$$\varepsilon \sim \tau^{-1} \text{ et } n \sim \tau \qquad (38)^*$$

Alors le produit ε n demeure constant et l'intensité du champ de masse en un point de l'espace-temps (laquelle dépend du produit ε n) n'est pas modifiée par rapport au cas où ε et n sont constants.

Cela entraîne que l'interaction d'une particule avec le champ de masse diminue avec le temps, mais que, par contre, le nombre de particules par unité de volume augmente au cours du temps. On retrouve là un aspect de la théorie stationnaire et son phénomène de création continue. De plus la relation entre la masse d'une particule et le temps τ devient: (voir formule [36] dans laquelle on remplace ϱ par n)[12]).

$$m \sim \tau \qquad (39)$$

ce qui a l'avantage de permettre une description correcte du sens de propagation des ondes électromagnétiques.

On peut généraliser les relations (38) en posant:

$$\varepsilon \sim \tau^{-q} \text{ et } n \sim \tau^{q} \qquad (40)$$

alors:

$$m \sim \tau^{2-q} \qquad (41)$$

Naturellement, on retrouve (38) et (39) pour $q = 1$.

Cette généralisation permet d'utiliser ce modèle pour décrire des phénomènes locaux en faisant l'hypothèse suivante:

Hypothèse no. 10:

Dans les régions bien localisées de l'espace-temps le paramètre q *est différent de un.*

On peut imaginer que ce sont des phénomènes physiques se déroulant dans des conditions très différentes de celles existant dans le système solaire (par exemple dans des champs gravitationnels, au sens de NEWTON, très intenses) qui provoquent des variations du paramètre q. Cela permet alors de décrire les anomalies du décalage spectral z observées dans des groupes de galaxies et de quasars[9]) qui pourraient être dues à ces variations locales du paramètre q.

En résumé1, le produit ε n étant constant, nous avons un modèle globalement similaire à l'image du modèle d'EINSTEIN-DE SITTER par la transformation conforme présentée au paragraphe précédent, c'est-à-dire un univers euclidien, donc infini, et statique, mais lequel a l'avantage de donner une description

* Remarque personnelle:
il me paraît préférable de poser $n \sim |\tau|$

correcte du sens de propagation des ondes électromagnétiques et de suggérer une explication des anomalies du décalage spectral.

Nous considérons brièvement un autre modèle[11, 12]) reposant sur les hypothèses nos. 4b, 5, 6 et 7 complétées par l'hypothèse suivante:

Hypothèse no. 11:

Nous nous trouvons au voisinage d'une surface où le champ de masse est nul.

Cette hypothèse permet d'utiliser des modèles cosmologiques uniformes. En ce sens elle remplace l'hypothèse d'isotropie et d'homogénéité. Mais elle n'implique pas que tout l'univers soit homogène et isotrope. Il se pourrait que loin d'une surface où le champ de masse est nul, l'univers ait un aspect différent de celui que nous lui connaissons. HOYLE montre que toute région de l'univers voisine d'une telle surface peut être représentée par le modèle d'EINSTEIN-DE SITTER ou par sa transformée conforme si l'on souhaite étudier ce qui se passe de l'autre côté de cette surface. Ce modèle présente, en particulier, l'intérêt de permettre une explication du rayonnement thermique à 3 °K indépendante de l'existence d'une origine de l'univers.

Confrontation avec l'observation

Nous avons déjà mentionné la relation existant entre les divers modèles et les phénomènes du décalage spectral vers le rouge, du rayonnement thermique à 3 °K et du sens de propagation des ondes électromagnétiques, aussi nous n'y revenons pas.

Signalons que l'utilisation d'espaces de nature euclidienne pourrait trouver une justification dans la forme des courbes de comptage des radiogalaxies[5]) (voir appendice).

Enfin HOYLE et NARLIKAR montrent que les tests classiques de relativité générale (déviation des rayons lumineux passant au voisinage du soleil, déplacement du périhélie de Mercure) sont vérifiés si certaines conditions concernant le sens de propagation des ondes sont satisfaites[11]).

Les différents modèles de HOYLE et NARLIKAR impliquent une variation de la constante de gravitation G au cours du temps τ. Par exemple, dans le modèle où $m \sim \tau$, nous avons $G \sim \tau^{-4}$. L'intérêt de la chose est qu'il est possible d'étudier l'effet local de telles variations soit en astrophysique (rotation des pulsars)[13]), soit en géophysique (dérive des continents)[3]). Comme il faut utiliser dans ce cas la physique du laboratoire dans laquelle la masse d'une particule est constante, HOYLE et NARLIKAR effectuent une transformation conforme de l'espace-temps de MINKOWSKI (34) définie par $\Omega(\tau) = \tau$. Alors, selon (32) et (39), la masse d'une particule est constante dans cette nouvelle représentation. De plus, si l'on introduit une nouvelle variable temps $T = \tau^2/2$, la constante G devient proportionnelle à T^{-1}.

Etant donné que d'autres théories conduisent également à une variation de la constante de gravitation, ce point sera repris ultérieurement.

Bien que cette théorie s'applique à un univers rempli d'un fluide parfait, il est intéressant d'examiner ce que pourrait être le comportement d'éventuelles étoiles au voisinage des «surfaces» $\tau = 0$. En effet, dans les modèles considérés, lorsque la masse de l'électron tend vers zéro, le rayon de BOHR d'un atome devient infiniment grand. En d'autres termes les objets deviennent infiniment grands au voisinage de l'instant $\tau = 0$. Alors on peut penser que les étoiles s'interpénètrent ou se diluent en quelque sorte dans l'espace. En fait HOYLE[11]) montre que cela n'est pas le cas. L'augmentation du volume de l'étoile provoque une baisse de sa température et de sa pression internes. Lorsque cette dernière atteint la valeur de la pression de radiation du rayonnement thermique à 3 °K, l'expansion de l'étoile est arrêtée. Et cela se produit bien avant que les étoiles se touchent.

Conclusion

Pour conclure, examinons la position de la théorie de HOYLE et NARLIKAR par rapport aux hypothèses générales de la cosmologie citées au début du premier article[7]). On constate alors:

a) qu'elle satisfait au principe de MACH; (hypothèse no. 3)[12])

b) qu'elle admet l'existence de lois de la physique indécelables en laboratoire telles que $n \sim \tau$ ou $m^* \sim \tau$ et qui ne peuvent être vérifiées que par des observations portant sur des grandes durées;

c) qu'elle suppose que l'univers est fait de matière;

d) qu'elle ne conduit pas à un modèle unique;

e) que ces modèles ne vérifient pas tous le principe cosmologique.

Rappelons encore, car cela est important du point de vue philosophique, que tous les modèles sont caractérisés par l'absence du concept origine de l'univers qui est remplacé par la présence de surfaces où le champ de masse est nul.

Il me paraît encore utile de rappeler que deux idées jouent un rôle important dans cette théorie. L'une est le principe de MACH. HOYLE et NARLIKAR semblent convaincus de ce que l'univers dans son ensemble a une influence sur la physique telle que nous l'observons dans nos laboratoires. Certes, le physicien oublie totalement l'existence de l'univers pour concentrer son attention sur un phénomène bien localisé dans l'espace et dans le temps. C'est d'ailleurs la seule façon de procéder pour dégager les lois de la physique du milieu naturel. Mais il est des circonstances où il devient utile de les considérer par rapport à l'univers tout entier. L'autre idée n'est rien d'autre que le contenu de l'hypothèse fondamentale de la théorie, à savoir l'invariance des lois de la physique lors d'une transformation conforme.

Finalement le lecteur est invité à bien remarquer que la théorie de HOYLE et NARLIKAR est une théorie parmi plusieurs autres. Bien qu'actuellement la plupart des cosmologistes paraissent préférer les modèles relativistes, il faut relever l'augmentation du nombre de théories nouvelles dont l'existence est dûe, en partie tout au moins, aux difficultés rencontrées par les modèles relativistes lorsqu'ils sont confrontés avec l'observation[9]). Quant à décider de la valeur relative de la théorie de HOYLE et NARLIKAR par rapport à toutes les autres, cela ne me paraît guère possible actuellement. Néanmoins on peut dire que les modèles qu'elle propose présentent un intérêt considérable.

Appendices

Le comptage des radiogalaxies

Supposons un modèle d'univers euclidien et statique peuplé uniformément de radiogalaxies identiques de «luminosité» absolue L. Le nombre N de radiogalaxies contenues dans une sphère de rayon R centrée sur la terre est:

$$N = C_1 R^3 \tag{42}$$

L'énergie S reçue par unité de surface et par unité de temps à la surface de la terre (ou «luminosité» apparente) en provenance de l'une de ces sources est:

$$S \geqslant \frac{C_2 L}{4\pi R^2} \tag{43}$$

C_1 et C_2 sont des constantes de proportionnalité.

Posons:

$$S_{min} = \frac{C_2 L}{4\pi R^2} \tag{44}$$

S_{min}: luminosité apparente minimum.
Eliminons R entre (42) et (44), nous obtenons:

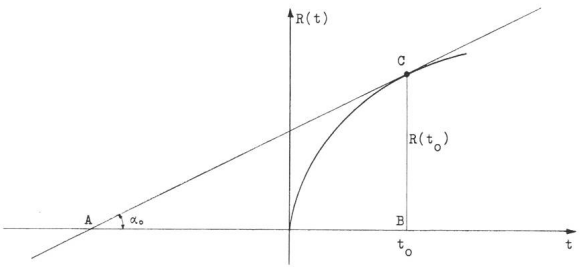
$$N = K S_{min}^{-1,5} \tag{45}$$

K est un facteur constant contenant L, C_1, C_2 et π.

La formule (45) nous donne le nombre de radiogalaxies dont la luminosité apparente est supérieure ou égale à S_{min}. Pratiquement on choisit la valeur de S_{min} et on cherche à déterminer N par l'observation. Si les observations s'accordent avec la relation (45), en reportant sur un graphique log N en fonction de log S_{min} on devrait obtenir une droite de pente –1,5. En fait on obtient une courbe dont l'interprétation est difficile soit que l'une ou l'autre des hypothèses faites n'est pas correcte (ce qui est assez vraisemblable), soit que l'on doive tenir compte du phénomène d'évolution des radiogalaxies.

Hypothèses des grands nombres

Dans un modèle de FRIEDMANN[7]), l'inverse de la constante de HUBBLE H nous donne *l'ordre de grandeur* de la durée qui nous sépare de l'instant où R(t) = 0. En effet, la figure suivante nous montre que, dans le triangle ABC nous avons:



$$\operatorname{tg} \alpha_o = R'(t_o) = \frac{R(t_o)}{AB} \tag{46}$$

ou:

$$AB = \frac{R(t_o)}{R'(t_o)} \tag{47}$$

or:

$$H_o = \frac{R'(t_o)}{R(t_o)} \tag{48}$$

on en tire:

$$AB = H_o^{-1} \tag{49}$$

Etant donné la valeur actuelle de H, on trouve:

$$H_o^{-1} = 10^{17} \text{ s.}$$

Si l'on exprime cette durée en prenant comme unité le rapport

$$\frac{e^2}{mc^3}$$

(où e et m sont la charge et la masse de l'électron) on obtient un nombre de l'ordre de 10^{40}. Or, il se trouve que le rapport de l'intensité de la force électrostatique à celle de la force de gravitation agissant entre un proton et un électron est du même ordre de grandeur environ, soit 10^{39}. Finalement, si l'on évalue le nombre de particules actuellement observables (en supposant l'espace euclidien et ne contenant que des atomes d'hydrogène), c'est-à-dire disposées dans une sphère de rayon cH_o^{-1}, on trouve un nombre de l'ordre de 10^{78}, c'est-à-dire $(10^{39})^2$.

Il est évident que le nombre Ho^{-1} est fonction du temps t puisqu'il caractérise l'époque actuelle. Considérant alors les relations très simples existant entre ce nombre et les deux autres, on peut adopter deux attitudes très différentes. On peut, par exemple, décider qu'il ne s'agit là que de coïncidences numériques actuelles. Ou, au contraire, on peut penser que ces relations doivent être vraies à chaque instant. Cela implique alors que l'une ou l'autre des constantes contenues dans les formules doit aussi varier avec le temps. C'est cette dernière idée qui est proposée par DIRAC et retenue par HOYLE et NARLIKAR pour introduire l'hypothèse no. 8. Il est encore intéressant de noter que ces nombres s'obtiennent en utilisant des constantes de la physique atomique et de la cosmologie (on peut éventuellement y voir un aspect du principe de MACH).

La loi de HUBBLE

La loi de HUBBLE lie le décalage spectral z, observé dans le spectre de la source, à sa vitesse de récession V_r dans l'hypothèse d'un univers en expansion. Ce décalage spectral est donné par:

$$z = \frac{\lambda_o - \lambda}{\lambda} \tag{50}$$

λ_o: longueur d'onde du signal émis par la source tel qu'il est observé actuellement sur la terre.

λ: longueur du même signal émis en laboratoire.

(50) peut se récrire:

$$1 + z = \frac{\lambda_o}{\lambda} \tag{51}$$

L'observation nous montre que $\lambda_o > \lambda$, donc $z > 0$. Or la variation de la longueur d'onde peut être dûe à un mouvement propre de la source (effet DOPPLER), à l'expansion de l'univers (ce n'est pas un effet DOPPLER) ou à la variation de la masse d'une particule au cours du temps. En effet, dans un modèle atomique simplifié (exact dans le cas de l'atome d'hydrogène), l'émission d'une radiation est provoquée par la transition d'un électron d'un niveau à un autre, et alors on montre que la fréquence de la radiation émise est proportionnelle à la masse de l'électron (formule de BALMER), donc que la longueur d'onde est inversément proportionnelle à la masse de l'électron. Dans un modèle d'univers statique la longueur d'onde du signal émis par une source est aussi celle que l'on observe, soit λ_o, si le mouvement propre de la source est nul.

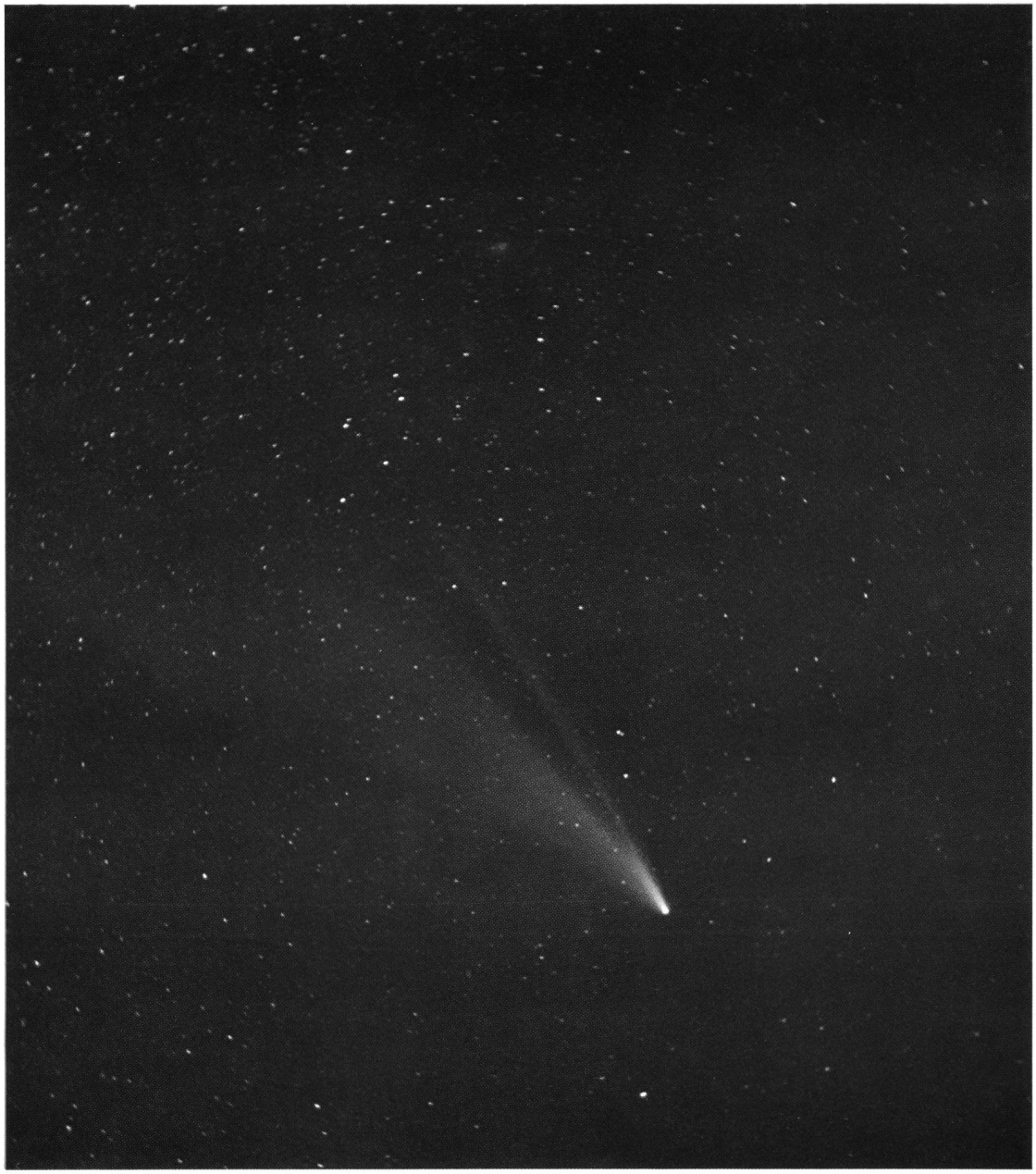


Fig. 2: Komet WEST 1975 n: Aufnahme von J. UTZINGER, Bern vom 11. März 1976. Belichtungszeit: 05^h02^m–05^h22^m MEZ. Nachführung mit Synchronmotor.

Rechte Seite:

Oben links: Infrarotaufnahme eines Nordlichtes mit einem 35 mm f: 2,8 Weitwinkelobjektiv, ohne Filter (Muonio, 68° nördl. Br.).

Oben rechts: Typische Nordlichterscheinung. High Speed Ektachrome, f: 1,9/45 mm (Muonio).

Mitte links: Grün-gelbes Nordlichtband mit darunterliegendem roten Band (Helsinki).

Mitte rechts: Sehr schönes und helles Nordlichtband (Enontekiö).

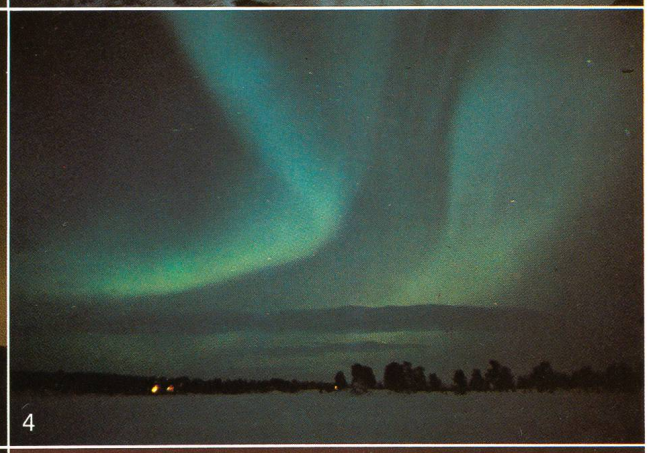
Unten links: Um den ganzen Himmel gleichzeitig abzubilden, wurde die Kleinbildkamera über einen 15 cm Kugelspiegel gehalten.

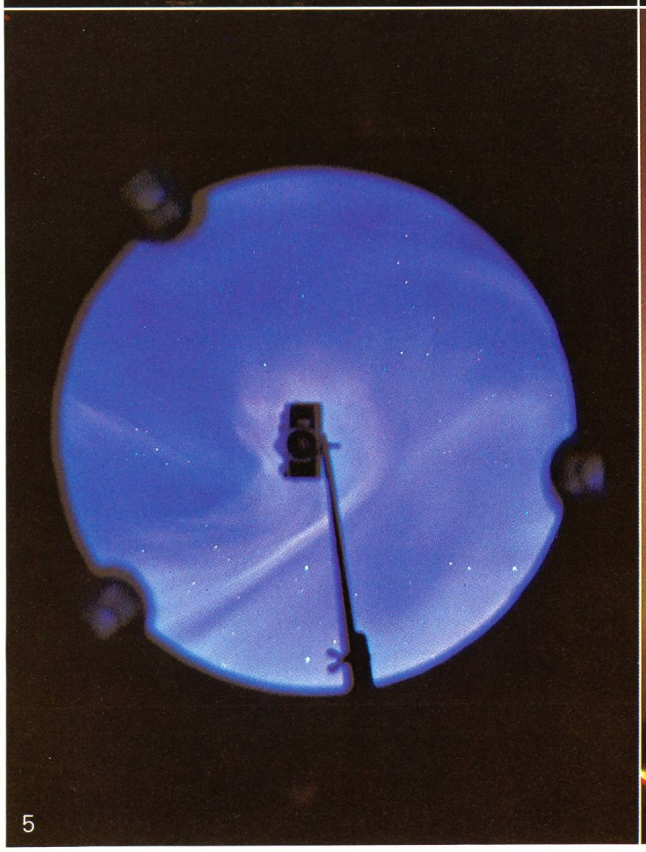
Unten rechts: Rote und gelbe Nordlichtbanden.

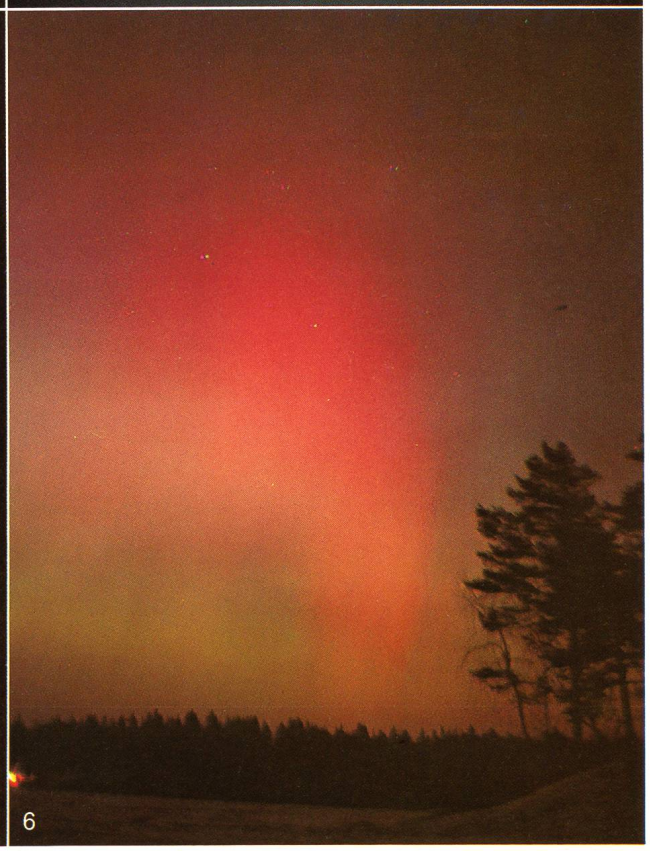
1

2

3


4


5


6

Si la masse d'une particule augmente au cours du temps (ce qui est le cas dans les modèles de HOYLE et NARLIKAR) on peut dire que la longueur d'onde du signal reçu est en quelque sorte une image de la masse m_e de l'électron au moment de l'émission. En désignant par m la masse actuelle de l'électron, nous avons:

$$m_e < m \tag{52}$$

et selon la formule de BALMER:

$$\lambda_o > \lambda \tag{53}$$

ce qui est conforme à l'observation.

Références:
Les références [1]) à [11]) sont mentionnées dans ORION no. 157, lequel constitue la référence no. 12.

Adresse de l'auteur:
JEAN DUBOIS, Pierrefleur 42, 1018 Lausanne.

Polarlichter

von K. KAILA, Helsinki

K. KAILA *hat zwei Nordlicht-Fotosafaris während der Polarnacht in Nord-Finnland durchgeführt und für die ORION-Leser den nachfolgenden Bildbericht verfasst. Dabei stellte die Kälte von –20 bis –40°C an Beobachter und Hilfsmittel besonders harte Anforderungen. Diese Kälte liess viele Filme in den Kameras zerbrechen. Trotzdem gelangen – wie der nachfolgende Bildbericht zeigt – recht eindrückliche und uns Mitteleuropäer kaum bekannte Polarlichtaufnahmen.*

Zur Entstehung der Polarlichter

Die frühesten uns bekannten Polarlicht-Beschreibungen liegen einige tausend Jahre zurück. Aristoteles hat in seinen Werken die Polarlichter ebenfalls beschrieben. Damals hat man sich den Aufbau der stofflichen Welt mit Hilfe der vier Grundelemente Erde, Wasser, Luft und Feuer vorgestellt. Aristoteles vermutete, dass die Sonnenstrahlen aus der Erdoberfläche Dampf austreiben. Dieser Dampf verflüchtigt sich in grosse Höhen. Dort kommt er mit dem Element Feuer in Berührung und endzündet sich, wobei die Polarlichter entstehen. In späteren Jahrhunderten vertrat man die Ansicht, dass die Polarlichter eigentliche Brechungs- und Reflexionseffekte des Sonnen- bzw. Mondlichtes sind. Das häufige Auftreten in den Polarzonen wurde damit erklärt, dass das Eismeer besonders günstige Reflexionseffekte zur Erzeugung der Polarlichter besitzt.

Polarlichter sind bekanntlich besonders in polnahen Gebieten der Erde zu beobachten, und zwar im Norden wie auch im Süden. In ihrem Auftreten kann eine 27-tägige Periode festgestellt werden (entsprechend der Rotationsdauer der Sonne). Besonders aktive Polarlichterscheinungen wiederholen sich also nach 27 Tagen und oft auch noch nach 54 Tagen. Ausserdem weisen die Polarlichter in der Häufigkeit des Auftretens noch eine 11-jährige Periode auf (entsprechend der Aktivitätsperiode der Sonne). Diese Zusammenhänge zeigen, dass eine Erklärung der Polarlichter nur mit Einbezug der Sonne sinnvoll ist.

Wie entstehen also Polarlichter? Im Sonnenzentrum fusionieren laufend Wasserstoffkerne in Heliumkerne. Dieser Prozess setzt zusätzlich Energie frei. Diese Energie wird von der Sonne als elektromagnetische Strahlung (Licht, Wärme) und Teilchenstrahlung abgegeben. Diese Teilchenstrahlung besteht zur Hauptsache aus Elektronen und Protonen, also aus elektrisch geladenen Teilchen, und wird als Sonnenwind bezeichnet. Dieser auch um unsere Erde «blasende» Sonnenwind stellt die erste Voraussetzung für die Entstehung der Polarlichter dar. Eine zweite Voraussetzung bildet die Existenz und die Form des Erdmagnetfeldes.

Die Teilchen des Sonnenwindes haben nahe der Erde eine Geschwindigkeit von 300 km/sec bis 400 km/sec und die Teilchendichte beträgt etwa 10 Teilchen pro Kubikzentimeter. Die gegen die Erde fliegenden Sonnenwindteilchen werden durch das Erdmagnetfeld eingefangen und pendeln wegen der auftretenden Lorentz-Kraft in einer spiralförmigen Bahn um die Feldlinien des Erdmagnetfeldes von Pol zu Pol. In der Nähe der magnetischen Pole gelangen diese Teilchen folglich in kleinste Erdnähe und können mit den Sauerstoff- und Stickstoffatomen bzw. Molekülen kollidieren. Beim Zusammenstoss werden die Atome der Hochatmosphäre angeregt. Diese Anregungsenergie können sie dann als Lichtstrahlung wieder abgeben (Polarlichter).

Da durch den Sonnenwind das Erdmagnetfeld etwas deformiert wird, geraten die Sonnenwindteilchen nicht kreissymmetrisch zu den Magnetpolen in die Hochatmosphäre, sondern in sogenannten Polarlichtovalen. Dabei ist die Ovalgrenze auf der Tagseite der Erde etwa 12° vom Magnetpol entfernt. Auf der Nachtseite beträgt die Entfernung bis zu 22°.

In der Nähe der Magnetpole sind beinahe immer Polarlichterscheinungen zu beobachten, da ja von der Sonne durch den Sonnenwind ständig geladene Teilchen in die Polarlichtovale strömen. Während grossen Sonneneruptionen wird die Teilchendichte des Sonnenwindes vervielfacht. Dies bedeutet dann eine vergrösserung der Polarlichtovale. Polarlichter können dann auch in südlicheren Breiten gesehen werden.

In Nord-Skandinavien können im Durchschnitt in 200 Nächten im Jahr Polarlichter beobachtet werden, in Süd-Finnland dagegen nur noch etwa in 20 Nächten. Extreme Sonnenwinde bewirken Nordlichter, die selbst in Süd-Europa gesehen werden können. Dies tritt aber in 5–10 Jahren nur einmal ein. Im Jahre 1909 hat man sogar nahe dem Äquator (Singa-