

Cosmologie et lois physiques

Autor(en): **Dubois, Jean**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **39 (1981)**

Heft 182

PDF erstellt am: **06.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899353>

Nutzungsbedingungen

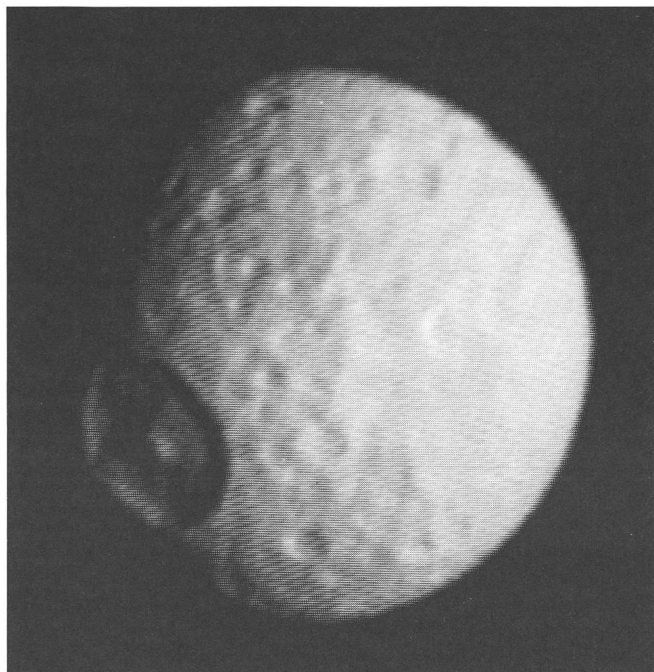
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

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.

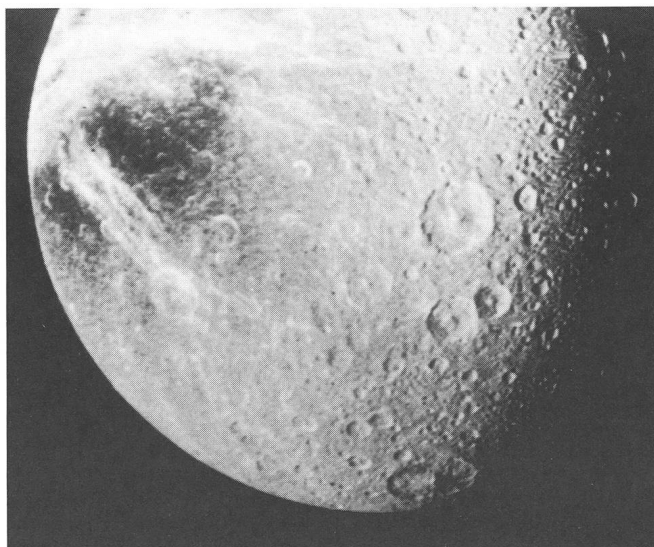


Saturnmond Mimas aus einer Distanz von 425 000 km. Der Impaktkrater am linken Rand hat einen Durchmesser von mehr als 100 km. Deutlich ist auch ein Zentralberg sichtbar. Die kleineren Krater sind deutlich älter und z.T. mit Auswurfmaterial bedeckt. Die Aufnahme machte Voyager 1 am 12. November 1980.

Foto NASA

sehr dicht und wärmer in den äusseren und kühler in den tieferen Schichten. Es folgt eine Inversion und es wird wieder wärmer. Drei Dunstschichten hängen über dieser dichten Atmosphäre und zwar 150, 300 und 500 Kilometer über der Obergrenze der Wolkenschicht.

Die inneren Eismonde zeigen eine stark zerschlagene Oberfläche. Interessant sind die Umlaufbahnen von zwei Monden. Sie umkreisen Saturn auf nahezu identischen Bahnen. Der Unterschied der Bahnradien dieser Monde beträgt lediglich 48 km. Ihre Durchmesser liegen bei 200 resp. 300 km. Einer der beiden Monde bewegt sich zudem schneller



Saturnmond Dione. Voyager 1 hat dieses Bild aus einer Entfernung von 240 000 km am 12. November 1980 aufgenommen. Ebenfalls der Mond Dione ist von zahlreichen Kratern übersät. Die hellen Strahlen dürften durch Auswurfmaterial von jungen Impaktkratern stammen. Zum Teil sind ältere Krater stark durch neue Einschläge abgetragen worden. Auffallend sind auch die zahlreichen Zentralberge in den einzelnen Kratern.

Foto NASA

als der andere. Der Platz wird nicht ausreichen, dass der eine Mond den anderen passieren kann. Es muss aber nicht unbedingt zu einem Zusammenstoss kommen. Bei der Annäherung wird der schnellere Mond durch die Anziehungskräfte beschleunigt und der langsamere abgebremst. Es ist deshalb denkbar, dass sie auf entsprechend höheren bzw. tieferen Umlaufbahnen knapp aneinander vorbeikommen. Die Gestalt der beiden Monde ist sehr interessant. Die Oberflächen sind derart zackig, dass man fast annehmen kann, sie hätten einmal einen Mond gebildet, der bei einem Zusammenstoss zerbrochen ist.

Adresse des Autors:

Werner Lüthi, Lorraine 12 D/16, 3400 Burgdorf.

Cosmologie et lois physiques

JEAN DUBOIS

Les problèmes que l'on rencontre initialement en cosmologie sont les suivants:

1. Comment élaborer un modèle concernant tout l'univers alors que nous en n'observons qu'une partie?

2. Quelle relation existe-t-il entre l'univers et les lois de la physique révélées et vérifiées par les expériences exécutées dans les laboratoires terrestres et maintenant spatiaux et que nous qualifierions de locales pour simplifier le langage?

3. Ces mêmes lois suffisent-elles pour décrire l'histoire et l'état actuel de l'univers?

Pourquoi en est-il ainsi? Tout d'abord rappelons que l'objet de la cosmologie est de fournir un cadre dans lequel il soit possible de décrire le mouvement et l'évolution des

grandes structures, galaxies, amas de galaxies que l'observation astronomique nous révèle. Le cadre dont il est question est ce qu'il est convenu d'appeler un modèle d'univers, lequel ne peut être élaboré qu'en posant initialement un certain nombre d'hypothèses.

La construction d'un modèle repose sur nos connaissances en astronomie bien sûr, mais aussi en mécanique et en physique. Il y a lieu, en particulier de disposer d'une théorie de la gravitation. Mais ces connaissances acquises et vérifiées par des expériences de laboratoire, par l'étude des propriétés et du mouvement des astres dans le cadre du système solaire, puis dans celui de notre galaxie, et qui s'expriment par des lois, sont-elles encore valables partout et à n'im-

porte quelle époque dans notre univers dont on ne sait même pas avec certitude s'il est borné ou infini dans l'espace comme dans le temps. C'est le problème de l'uniformité (indépendance par rapport au lieu de l'observation) et de l'immuabilité (indépendance par rapport à l'instant de l'observation) des lois de la mécanique et de la physique.

Il y a lieu de bien comprendre que l'on admet qu'un même phénomène, par exemple l'émission d'un photon par un atome d'hydrogène en laboratoire ou dans une galaxie lointaine est décrit par la même loi. Le contraire est inconcevable, la forme de la loi ne peut pas être remise en question sans que l'on tombe dans le domaine de la pure fantaisie. Mais l'expression mathématique d'une loi contient des constantes dont la valeur numérique ne nous est pas imposée par une théorie mais est déterminée uniquement par des expériences de laboratoire. Alors il est admissible que dans un univers en évolution (idée généralement admise) la valeur de ces constantes se modifie au cours du temps et d'un point à l'autre de l'espace.

La plupart des travaux effectués dans ce domaine ont concerné les constantes fondamentales de la physique atomique: charge et masse de l'électron, constante de Planck et vitesse de la lumière. Le résultat de ces investigations est que ces grandeurs sont de vraies constantes (W.A. Baum et R. Florentin-Nielsen, *Astrophysical Journal*, 1976, vol. 209, p. 319). Le temps utilisé dans cette recherche est le temps atomique (voir ORION no. 160, p. 98).

L'originalité du travail suivant réside en ce qu'il concerne aussi bien la variation éventuelle par rapport à l'espace que par rapport au temps des constantes de la physique atomique et nucléaire.

La fréquence d'une radiation émise ou absorbée lors d'une transition d'un atome d'un état d'énergie à un autre est fonction de ces états, lesquels sont caractérisés par des grandeurs contenant des constantes de la physique atomique. Et si l'on suppose que l'univers est correctement décrit par un modèle homogène et isotrope en expansion, par exemple un modèle de Friedmann (voir ORION no. 155, p. 87), et si la source de radiation est comobile, c'est-à-dire qu'elle participe au mouvement d'ensemble des galaxies, mouvement imposé par la nature même du modèle, alors le rapport des fréquences de deux radiations émises ou absorbées simultanément à la même place, demeure constant lors de leur propagation jusqu'à nous. Dans ces conditions la comparaison de ce rapport avec celui obtenu en laboratoire nous renseigne sur une différence éventuelle de la valeur des constantes entre la source et nous. Si cette recherche est effectuée pour plusieurs sources disposées de façon diverse dans l'espace comme dans le temps, on réalise une sorte de sondage de la *partie observable* de l'univers, et si les lois de la physique sont invariantes par rapport à l'espace et au temps, en tous les points examinés les constantes devraient avoir la même valeur. Cela a été fait par A.D. Tubbs et A.M. Wolfe (*Astrophysical Journal Letters*, 1980, vol. 236, p. L105). En retenant pour les quasars l'hypothèse cosmologique (voir ORION no. 180), ce qui revient à dire qu'ils constituent des sources comobiles, ils ont examiné le redshift du spectre d'absorption de quatre quasars qu'ils attribuent à un nuage de gaz placé devant eux (le redshift est lié au rapport des fréquences mentionné plus haut). Cela leur permet d'affirmer que les constantes de la physique atomique et nucléaire sont de vraies constantes, tout au moins dans cette partie de l'univers que l'on peut caractériser par un redshift z compris entre 0 et 1,77.

Ensuite par des considérations théoriques et en utilisant un modèle de Friedmann, ils en déduisent que les lois de la physique des interactions électromagnétiques et nucléaires sont uniformes et immuables depuis l'époque dite de découplage (époque depuis laquelle matière et rayonnement évoluent indépendamment l'un de l'autre et qui correspond à $z = 1000$ environ).

Il y a lieu de rapprocher ce résultat du problème no. 1 mentionné au début de cette note. On peut se demander, en effet, si l'uniformité des lois de la physique n'est pas une conséquence de l'uniformité de l'univers. Et en cela on rejoint les idées contenues dans le principe cosmologique qui est à la base de tous les modèles homogènes et isotropes ou uniformes, relativistes ou non. Ce principe s'énonce: *A un instant donné, la répartition de la matière et du rayonnement dans l'univers présente globalement le même aspect à tout observateur fondamental ou comobile*. Il permet alors de décider que l'univers ne diffère pas de la partie que nous observons.

Néanmoins il faut signaler que l'attitude des cosmologistes vis-à-vis de ce principe est diverse. Pour les uns il est assez bien soutenu par l'observation de l'isotropie du rayonnement thermique à 3°K. Pour d'autres il n'est guère plus qu'une hypothèse de travail à utiliser faute de mieux car ils estiment que l'observation est loin de confirmer l'homogénéité et l'isotropie de la répartition de la matière dans l'espace, même à grande échelle. Pour d'autres encore il est totalement illusoire de postuler quoi que ce soit au sujet de la partie inobservable de l'univers. Alors la seule raison d'être de ce principe est qu'il constitue une hypothèse simplificatrice commode qui permet dans un premier temps d'élaborer des modèles simples mais non dépourvus d'intérêt. Le principe cosmologique contient aussi l'idée que, à un instant donné, les lois de la physique sont les mêmes pour tous les observateurs fondamentaux, car dans le cas contraire rien ne peut nous assurer que deux observateurs très éloignés l'un de l'autre donneront une interprétation identique du même phénomène.

Bien que dans une partie de leur travail Tubbs et Wolfe aient utilisé un modèle d'univers de Friedmann, donc un modèle relativiste, la conclusion à laquelle ils parviennent demeure valable pour tous les modèles uniformes, relativistes ou non, car pour eux la définition du redshift est la même. La portée de leur travail est donc considérable et il serait erroné de le considérer comme une justification de l'usage des modèles de Friedmann, à l'exclusion d'autres modèles, pour tenter une description de l'univers. De plus, il existe actuellement quelques raisons de penser que la constante G de la gravitation varie lentement au cours du temps (voir ORION no. 161, p. 118). Mais le temps dont il est question alors est celui qui est défini et mesuré par une horloge atomique dont la constance dépend directement de celle de la charge et de la masse de l'électron entre autres. Et si ces dernières ne sont pas de vraies constantes, il devient impossible de conclure quoi que ce soit au sujet de G . Or il est très souhaitable d'être renseigné sur le comportement de G , car si G varie il devient difficile d'élaborer des modèles d'univers sur la base de la relativité générale. Il faut le faire en utilisant d'autres théories lesquelles proposent d'ailleurs des modèles intéressants (voir ORION no. 170, p. 9).

Adresse de l'auteur:

Jean Dubois, Pierrefleur 42, 1004 Lausanne.