L'astrophysique théorique

Autor(en): **Bouvier, P.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **- (1958)**

Heft 60

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-900258

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

L'Astrophysique théorique

Par P. BOUVIER, Observatoire de Genève

Les problèmes qui se posent en astrophysique théorique sont nombreux et variés mais la plupart d'entre eux dépendent finalement de processus physiques de nature atomique. C'est pourquoi cette science n'a pu s'ériger en discipline autonome que récemment, après l'acquisition de l'ensemble des connaissances spectroscopiques du siècle dernier et l'avènement, au début du siècle présent, d'une théorie (celle des quanta) capable d'expliquer la majeure partie des phénomènes atomiques *.

Passons en revue les principaux problèmes qui retiennent l'attention des astrophysiciens d'aujourd'hui.

La constitution interne des étoiles est essentiellement un problème de répartition des grandeurs physiques telles que pression, température etc., à l'intérieur d'une masse stellaire. Le point de départ de cette étude réside dans un certain nombre de relations de base que l'on écrit sans grande difficulté car elles expriment des principes physiques généraux comme l'équilibre des forces ou la conservation d'énergie. Dans ces relations figurent cependant certaines grandeurs caractéristiques de la substance stellaire, par exemple la conductibilité ou le taux du débit d'énergie, lesquelles dépendent à leur tour de la densité, de la température et de la composition chimique du milieu. Cette dépendance s'exprime par ce que nous appellerons des équations phénoménologiques, concernant des processus physiques bien définis entre matière et rayonnement. En physique ordinaire, nous ferions appel à l'expérience pour nous guider dans le choix des équations phénoménologiques mais ici, étant donné notre incapacité d'expérimenter sur une étoile, nous serons contraints de faire des hypothèses dont certaines, telles que la symétrie sphérique de l'étoile, sont naturelles et dont d'autres, comme le transfert d'énergie par rayonnement ou la composition chimique uniforme de la matière stellaire, ont un domaine de validité dont les limites sont à préciser.

Dès que nous avons avancé suffisamment d'hypothèses pour nous permettre d'exprimer les équations phénoménologiques, nous avons à disposition un modèle d'étoile, et la détermination de la répartition des grandeurs physiques à l'intérieur du modèle devient possible, en principe du moins, à partir de la masse totale et de la composition chimique. Il reste ensuite à comparer les grandeurs observables (luminosité, rayon, masse), calculées d'après le modèle, avec les valeurs observées sur une étoile particulière ou sur plusieurs étoiles auxquelles est appliqué le même modèle.

* atomiques et non nucléaires.

Si la comparaison s'avère concluante, nous aurons obtenu une description convenable de l'état interne de l'étoile et nous pourrons en déduire les valeurs centrales; c'est ainsi que nous estimons à quinze millions de degrés la température au centre du Soleil et à deux cents milliards d'atmosphères sa pression centrale.

Cette manière de procéder, caractéristique d'une science étudiant des objets inaccessibles à l'expérience, se retrouve dans le problème des atmosphères stellaires.

A la structure interne des étoiles se rattache la question de leur débit d'énergie; la solution qui paraît convenir dans un grand nombre de cas fait appel à des réactions nucléaires transformant finalement de l'hydrogène en hélium. L'énergie fournie aux particules destinées à réagir est ici d'origine purement thermique; il s'agit donc de réactions thermonucléaires analogues à celle qui fut réalisée à Harwell l'automne dernier, mais envisagées en astrophysique depuis trente ans déjà.

Le message essentiel que nous envoie une étoile réside dans la qualité de son rayonnement, plus précisément dans son spectre, qui dépend de l'état physique des couches extérieures de l'étoile. L'interprétation des spectres stellaires est par conséquent liée à la structure des atmosphères. Issu des couches profondes de l'étoile, le rayonnement subit d'innombrables absorptions et réémissions avant d'émerger de la surface; en fin de compte, nous observons un spectre continu brillant, généralement entrecoupé de raies sombres. Pour les étoiles ressemblant au Soleil, le spectre continu présente une distribution d'énergie influencée principalement par l'absorption, dans l'atmosphère stellaire, due aux ions négatifs d'hydrogène. Quant aux raies sombres ou raies d'absorption, leur interprétation correcte exige l'introduction à la fois d'un coefficient d'absorption relatif à un équilibre thermodynamique local et d'un coefficient de diffusion par des atomes n'étant pas en équilibre avec le rayonnement ambiant.

L'intensité totale d'une raie d'absorption, autrement dit l'énergie rayonnante perdue par absorption dans l'intervalle spectral correspondant à la largeur de la raie, peut s'exprimer à l'aide de la concentration d'atomes de l'élément chimique considéré et doit donc pouvoir fournir quelqu'information sur l'abondance relative des éléments dans l'atmosphère; en fait, d'autres grandeurs interviennent aussi qui rendent la question peu simple. Le profil d'une raie, c'est-à-dire la variation d'intensité à l'intérieur de la raie, soulève la question des diverses causes d'élargissement des raies et celle des transitions cycliques susceptibles d'apparaître dès que l'on s'écarte d'un état d'équilibre thermique. Ceci est déjà souvent le cas dans une atmosphère stellaire, notamment une atmosphère étendue, et plus encore dans certaines nébuleuses gazeuses à raies d'émission, où dominent les phénomènes de fluorescence, où par conséquent l'ab-

sorption d'un photon de haute énergie hν (ultra-violet) * suivie de l'émission de deux photons d'énergie moindre, mais de somme égale à hν est beaucoup plus probable que la transition fermée inverse.

En particulier les nébuleuses dites planétaires composent une sorte de coquille gazeuse autour d'une étoile centrale très chaude, émettant donc beaucoup de rayonnement ultra-violet de sorte que la coquille, excitée par fluorescence, émet des raies brillantes dues à l'hydrogène et à l'hélium surtout. Il est alors possible, moyennant certaines hypothèses, de calculer la température superficielle de l'étoile centrale à partir de l'examen des spectres de cette étoile et de la coquille gazeuse.

Le milieu interstellaire nous met, lui aussi, en présence de nombreux problèmes relevant de l'astrophysique. L'étude de l'absorption de la lumière à travers ce milieu nous apprend qu'il est formé en partie d'un mélange gazeux ressemblant par sa composition chimique à l'atmosphère solaire et en partie de petits grains solides de l'ordre du dixième de micron. En outre, les observations nous montrent que cette matière interstellaire diffuse, loin d'être répartie uniformément dans la Galaxie, a tendance à s'agglomérer en nuages distincts.

Une étude systématique des réactions possibles entre le rayonnement et les particules du milieu interstellaire devrait nous amener à expliquer la formation des grains à partir des atomes initialement isolés et ensuite la formation éventuelle d'étoiles à partir d'un nuage de grains solides; il faudra cependant rassembler des données d'observation beaucoup plus nombreuses et plus précises pour atténuer le caractère très spéculatif qui s'attache aux quelques tentatives théoriques faites dans ce domaine.

---

* h = constante de Planck.
ν = fréquence de la radiation.