



C O L L E C T I O N  
D I R I G É E P A R J E A N B O R N A R E L

G R E N O B L E

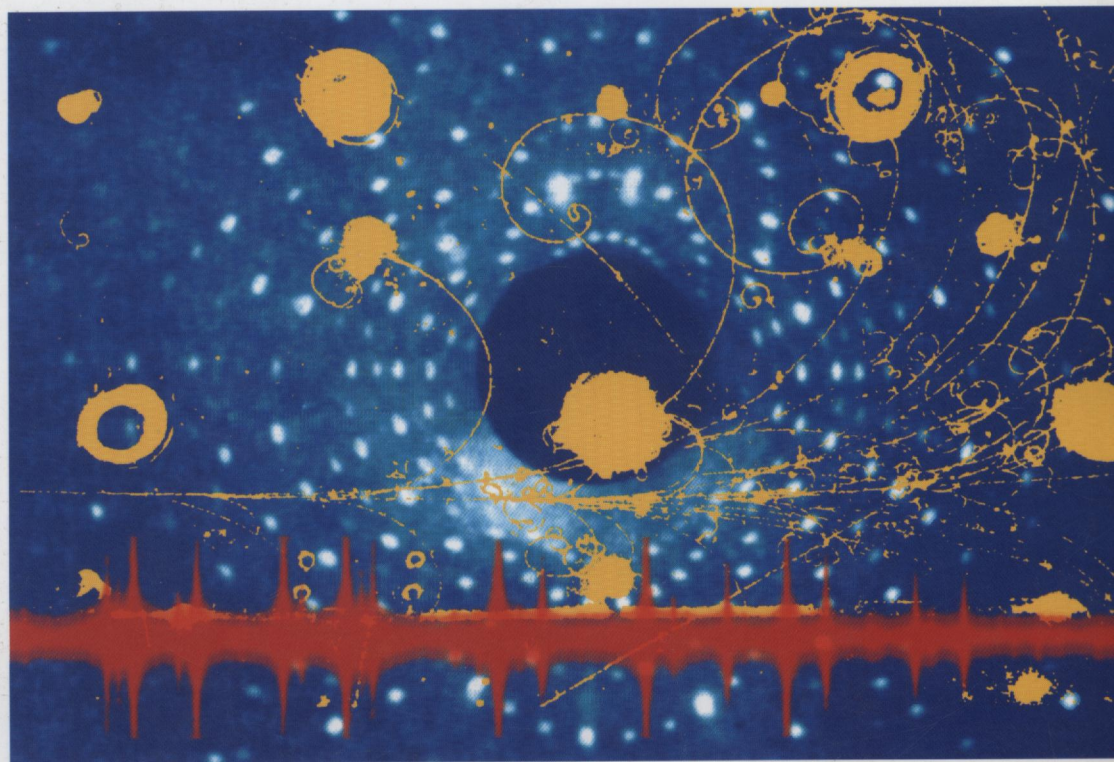
S C I E N C E S

# LA MÉCANIQUE QUANTIQUE

PROBLÈMES RÉSOLUS

TOME I

■ Victor M. GALITSKY  
Boris M. KARNAKOV  
Vladimir I. KOGAN



# TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Avant-propos</b>                                                             | 5  |
| <b>Symboles et constantes</b>                                                   | 7  |
| <b>Chapitre 1. Opérateurs en mécanique quantique</b>                            | 9  |
| 1.1. Notions générales de la théorie des opérateurs linéaires                   | 9  |
| 1.2. Fonctions propres, valeurs propres, moyennes                               | 11 |
| 1.3. Eléments de théorie des représentations. Transformations unitaires         | 15 |
| <b>Chapitre 2. Mouvement unidimensionnel</b>                                    | 19 |
| 2.1. Etats stationnaires du spectre discret                                     | 19 |
| 2.2. Etats du spectre continu. Pénétration à travers des barrières de potentiel | 27 |
| <b>Chapitre 3. Moment cinétique</b>                                             | 31 |
| 3.1. Propriétés générales du moment cinétique                                   | 31 |
| 3.2. Moment $L = 1$                                                             | 33 |
| 3.3. Addition des moments                                                       | 35 |
| 3.4. Formalisme tensoriel en théorie du moment cinétique                        | 39 |
| <b>Chapitre 4. Mouvement dans un champ central</b>                              | 41 |
| 4.1. Systèmes à symétrie axiale                                                 | 41 |
| 4.2. Etats du spectre discret dans des champs centraux                          | 43 |
| <b>Chapitre 5. Spin</b>                                                         | 51 |
| 5.1. Formalisme du spin $s = 1/2$                                               | 51 |
| 5.2. Etats orbitaux de la particule avec spin                                   | 55 |
| <b>Chapitre 6. Mouvement dans un champ magnétique</b>                           | 59 |
| 6.1. Particule chargée sans spin dans un champ magnétique                       | 59 |

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.2. Particule avec spin dans un champ magnétique .....                                       | 62         |
| 6.3. Champ magnétique créé par les mouvements orbitaux et par le spin<br>des particules ..... | 63         |
| <b>Chapitre 7. Evolution des états en fonction du temps .....</b>                             | <b>65</b>  |
| 7.1. Particules sans spin .....                                                               | 65         |
| 7.2. Particules douées de spin .....                                                          | 70         |
| <b>Chapitre 8. Calcul des perturbations. Perturbations soudaines et adiabatiques .....</b>    | <b>73</b>  |
| 8.1. Calcul des perturbations stationnaires .....                                             | 73         |
| 8.2. Calcul des perturbations non stationnaires. Transitions dans le spectre<br>continu ..... | 76         |
| 8.3. Perturbations soudaines .....                                                            | 79         |
| 8.4. Approximation adiabatique .....                                                          | 80         |
| 8.4.1. Approximation adiabatique dans les problèmes non stationnaires .....                   | 80         |
| 8.4.2. Approximation adiabatique dans les problèmes stationnaires .....                       | 81         |
| <b>Solutions .....</b>                                                                        | <b>83</b>  |
| <b>Chapitre 1. Opérateurs en mécanique quantique .....</b>                                    | <b>85</b>  |
| <b>Chapitre 2. Mouvement unidimensionnel .....</b>                                            | <b>105</b> |
| <b>Chapitre 3. Moment cinétique .....</b>                                                     | <b>143</b> |
| <b>Chapitre 4. Mouvement dans un champ central .....</b>                                      | <b>171</b> |
| <b>Chapitre 5. Spin .....</b>                                                                 | <b>203</b> |
| <b>Chapitre 6. Mouvement dans un champ magnétique .....</b>                                   | <b>221</b> |
| <b>Chapitre 7. Variation d'état en fonction du temps .....</b>                                | <b>243</b> |
| <b>Chapitre 8. Calcul des perturbations. Perturbations soudaines et adiabatiques .....</b>    | <b>273</b> |
| <b>Appendice .....</b>                                                                        | <b>313</b> |
| <b>Bibliographie .....</b>                                                                    | <b>317</b> |

## ■ LA MÉCANIQUE QUANTIQUE - I PROBLÈMES RÉSOLUS

*La Mécanique quantique* est la version française améliorée des célèbres ouvrages russes de problèmes corrigés qui constituent une référence pour les physiciens du monde entier. Les deux tomes couvrent la mécanique quantique par le biais de problèmes (800) de difficulté progressive, avec des corrigés très développés et des compléments de base en annexe. Une place importante est réservée aux méthodes de calculs (perturbations, approximation quasi-classique, méthode variationnelle). Les applications peuvent être trouvées aussi bien en physique atomique, physique nucléaire et des particules que dans les systèmes à N corps.

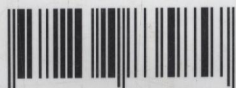
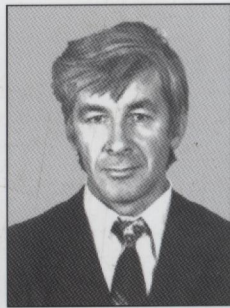
**Le premier tome** traite des thèmes suivants : opérateurs, mouvement unidimensionnel, moment d'impulsion, mouvement dans un champ central, spin, mouvement dans un champ magnétique, variation d'état en fonction du temps, perturbations.

*Cet ouvrage est destiné aux étudiants des seconds cycles scientifiques, aux universitaires et chercheurs concernés par la mécanique quantique.*

## ■ LES AUTEURS

**V.M. Galitsky** (à gauche), membre correspondant de l'Académie des sciences de l'URSS, est l'auteur de travaux fondamentaux dans divers thèmes de physique théorique. Il dirigea le groupe de physique théorique de l'Institut d'ingénieurs-physiciens de Moscou. Ses contributions sur la méthode des fonctions de Green pour le problème de N corps lui valurent une célébrité mondiale.

**B.M. Karnakov** (en haut) et **V.I. Kogan** (en bas), professeurs au même institut, sont auteurs de nombreux travaux scientifiques, essentiellement sur la théorie des collisions des particules élémentaires et des atomes et sur la théorie de la radiation et des plasmas. Ils sont également auteurs d'une dizaine d'ouvrages de physique et professeurs associés de la fondation Soros.



9 782868 835857  
ISBN 2-86883-585-6



GRENOBLE  
SCIENCES

UNIVERSITÉ  
JOSEPH FOURIER