



François Graner  
Robin Kaiser  
Antonin Marchand  
Thomas Salez

# Petits problèmes de physique

Du quotidien  
au laboratoire

- ◆ 30 problèmes
- ◆ Des corrigés détaillés
- ◆ Des méthodes

Master  
Capes  
Agrégation

DUNOD

# TABLE DES MATIÈRES

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introduction</b>                                             | <b>IX</b> |
| <b>Chapitre 1. Énoncés courts des problèmes</b>                 | <b>1</b>  |
| <b>Chapitre 2. Méthodologie</b>                                 | <b>11</b> |
| 1 Comment aborder un problème nouveau?                          | 11        |
| Manipuler                                                       | 11        |
| Analyser                                                        | 12        |
| Calculer                                                        | 12        |
| Vérifier                                                        | 13        |
| 2 Quelques méthodes générales                                   | 13        |
| Ordres de grandeur                                              | 13        |
| Analyse dimensionnelle                                          | 14        |
| Utilisation des analogies                                       | 14        |
| Constantes du mouvement                                         | 15        |
| Bilans d'énergie                                                | 15        |
| Autres bilans                                                   | 15        |
| Force ou énergie?                                               | 16        |
| Utilisation des symétries                                       | 17        |
| Changement de référentiel                                       | 17        |
| Systèmes ouverts                                                | 18        |
| Points de vue lagrangien et eulérien                            | 18        |
| Méthodes d'approximation                                        | 19        |
| Développements limités                                          | 20        |
| Non-linéarités                                                  | 20        |
| Résolution graphique                                            | 21        |
| Résolution géométrique                                          | 21        |
| Portraits de phase                                              | 22        |
| Potentiels thermodynamiques                                     | 22        |
| Étude de stabilité                                              | 23        |
| Décomposition de Fourier                                        | 23        |
| Raisonnements statistiques                                      | 24        |
| Utilisation des notations complexes                             | 24        |
| Incertitudes                                                    | 25        |
| <b>Chapitre 3. Énoncés détaillés et solutions des problèmes</b> | <b>27</b> |
| <i>Acoustique et thermodynamique</i>                            |           |
| 1 La clarinette                                                 | 27        |
| 2 Le pouls                                                      | 35        |

## Petits problèmes de physique : du quotidien au laboratoire

|                                         |                                         |            |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------|
| 3                                       | Tuyère supersonique                     | 40         |
| 4                                       | Rayonnement thermique                   | 46         |
| <i>Forces radiatives</i>                |                                         |            |
| 5                                       | Queue des comètes                       | 54         |
| 6                                       | Polarisabilité                          | 60         |
| 7                                       | Atomes et photons                       | 66         |
| 8                                       | Ralentissement d'un jet atomique        | 75         |
| 9                                       | Refroidissement d'atomes                | 83         |
| 10                                      | Pince optique                           | 92         |
| <i>Interfaces et capillarité</i>        |                                         |            |
| 11                                      | Bulle de champagne                      | 100        |
| 12                                      | De l'huile et du vinaigre               | 108        |
| 13                                      | Ballons de baudruche                    | 116        |
| 14                                      | Gouttes chargées                        | 124        |
| <i>Piégeage de particules chargées</i>  |                                         |            |
| 15                                      | Spectro de masse                        | 133        |
| 16                                      | Électrons, pièges à ions                | 144        |
| <i>Mécanique</i>                        |                                         |            |
| 17                                      | À vélo                                  | 152        |
| 18                                      | Valise à roulettes                      | 160        |
| 19                                      | Tartine beurrée et pistaches            | 167        |
| 20                                      | Pièce qui roule...                      | 173        |
| 21                                      | Empilement de dominos                   | 179        |
| <i>Optique</i>                          |                                         |            |
| 22                                      | L'œil et ses défauts                    | 185        |
| 23                                      | Miroirs de luxe                         | 193        |
| 24                                      | Détection d'ondes gravitationnelles     | 200        |
| 25                                      | Laser femtoseconde                      | 209        |
| <i>Ondes</i>                            |                                         |            |
| 26                                      | Sillages en vogue                       | 217        |
| 27                                      | Trafic                                  | 224        |
| <i>Interactions matière-rayonnement</i> |                                         |            |
| 28                                      | Effet Zeeman                            | 229        |
| 29                                      | Écho de spins                           | 235        |
| 30                                      | Imagerie par résonance magnétique (IRM) | 244        |
| <b>Données numériques et formulaire</b> |                                         | <b>251</b> |
| A                                       | Données numériques utiles               | 251        |
| B                                       | Unités                                  | 253        |
| C                                       | Systèmes de coordonnées                 | 254        |
| D                                       | Formules                                | 259        |

# INTRODUCTION

## Table des matières

|                      |                   |            |
|----------------------|-------------------|------------|
| D.1                  | Mathématiques     | 259        |
| D.2                  | Thermodynamique   | 261        |
| D.3                  | Optique           | 262        |
| D.4                  | Mécanique         | 263        |
| D.5                  | Électromagnétisme | 264        |
| <b>Bibliographie</b> |                   | <b>267</b> |
| <b>Index</b>         |                   | <b>271</b> |