

Abdelhamid LAYADI

# RELATIVITÉ RESTREINTE

Cours  
et Problèmes résolus



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

## Table des matières

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Préface.....</b>                                                                            | <b>3</b>  |
| <b>I. Le principe de la relativité Galilée.....</b>                                            | <b>9</b>  |
| Introduction.....                                                                              | 9         |
| 2. La transformation de Galilée.....                                                           | 10        |
| 3. Principe de la relativité de Galilée.....                                                   | 14        |
| <b>Problèmes résolus.....</b>                                                                  | <b>15</b> |
| <b>II. La transformation de Galilée et l' Electromagnétisme..</b>                              | <b>19</b> |
| 1. Bref rappel de l'Electromagnétisme.....                                                     | 19        |
| 2. La transformation de Galilée et l'Electromagnétisme.....                                    | 21        |
| 3. Conclusion.....                                                                             | 23        |
| <b>Problèmes résolus.....</b>                                                                  | <b>25</b> |
| <b>III. Le principe de la relativité restreinte.....</b>                                       | <b>33</b> |
| 1. Introduction.....                                                                           | 33        |
| 2. Expérience de Michelson et Morley.....                                                      | 35        |
| 3. Le principe de la relativité restreinte : les postulats<br>de la relativité restreinte..... | 37        |
| <b>Problèmes résolus.....</b>                                                                  | <b>39</b> |
| Effet Doppler acoustique.....                                                                  | 39        |
| <b>IV. La transformation de Lorentz.....</b>                                                   | <b>43</b> |
| 1. La transformation de Lorentz.....                                                           | 43        |
| 2. La transformation de Lorentz inverse.....                                                   | 45        |
| 3. Conclusion.....                                                                             | 45        |
| <b>Problèmes résolus.....</b>                                                                  | <b>47</b> |
| <b>V. La cinématique relativiste.....</b>                                                      | <b>61</b> |
| 1. La contraction des longueurs.. ..                                                           | 61        |
| 2. La dilatation des temps.....                                                                | 63        |
| 3. La transformation des vitesses.....                                                         | 64        |
| 4. La transformation des accélérations.....                                                    | 68        |
| <b>Problèmes résolus.....</b>                                                                  | <b>73</b> |
| Vérification du 2 <sup>ème</sup> Postulat de la Relativité Restreinte.....                     | 80        |
| <b>VI. La dynamique relativiste.....</b>                                                       | <b>83</b> |

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Introduction .....                                                          | 83         |
| 2. La masse et la quantité de mouvement relativistes.....                      | 83         |
| 3. L'énergie relativiste.....                                                  | 86         |
| 3.1. L'énergie cinétique relativiste.....                                      | 86         |
| 3.2. L'énergie totale relativiste.....                                         | 87         |
| 3.3. L'équivalence masse – énergie.....                                        | 88         |
| 4. Relation entre quantité de mouvement et énergie totale<br>relativistes..... | 89         |
| 4.1. Cas général.....                                                          | 89         |
| 4.2. Cas d'un photon.....                                                      | 90         |
| Problèmes résolus.....                                                         | 91         |
| <b>VII. Collision de particules et Effet Compton.....</b>                      | <b>111</b> |
| 1. Lois de conservation.....                                                   | 111        |
| 2. Effet Compton.....                                                          | 111        |
| Problèmes résolus.....                                                         | 113        |
| <b>VIII. La représentation de Minkowski<br/>et les quadrivecteurs.....</b>     | <b>129</b> |
| 1. L'espace de Minkowski.....                                                  | 129        |
| 2. Les quadrivecteurs.....                                                     | 131        |
| 3. Le quadrivecteur vitesse.....                                               | 131        |
| 4. Le quadrivecteur quantité de mouvement – énergie.....                       | 132        |
| 5. Le quadrivecteur d'onde.....                                                | 132        |
| 6. Le quadripotentiel.....                                                     | 133        |
| Problèmes résolus.....                                                         | 135        |
| Aberration des étoiles fixes.....                                              | 141        |
| <b>IX. Effet Doppler relativiste.....</b>                                      | <b>147</b> |
| 1. Introduction .....                                                          | 147        |
| 2. L'effet Doppler relativiste.....                                            | 147        |
| Problèmes résolus.....                                                         | 153        |
| <b>X. La transformation de Lorentz et<br/>l'Electromagnétisme.....</b>         | <b>165</b> |
| 1. Transformation des potentiels.....                                          | 165        |
| 2. Transformation des champs.....                                              | 167        |
| 2.1. Les composantes du champ électrique de $\mathbf{E}$ .....                 | 167        |
| 2.2. Les composantes l'induction magnétique $\mathbf{B}$ .....                 | 168        |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| 3. Propriétés des ondes planes sinusoïdales..... | 168        |
| <b>Problèmes résolus.....</b>                    | <b>171</b> |
| Invariance de la condition de Lorentz.....       | 173        |
| Invariance de la phase de l'onde.....            | 186        |
| Les propriétés de l'onde plane dans le vide..... | 188        |
| <b>Bibliographie.....</b>                        | <b>195</b> |

*Achévé d'imprimer sur les presses de*

**L'OFFICE DES PUBLICATIONS  
UNIVERSITAIRES**

1, Place centrale- Ben Aknoun - ALGER