

ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE

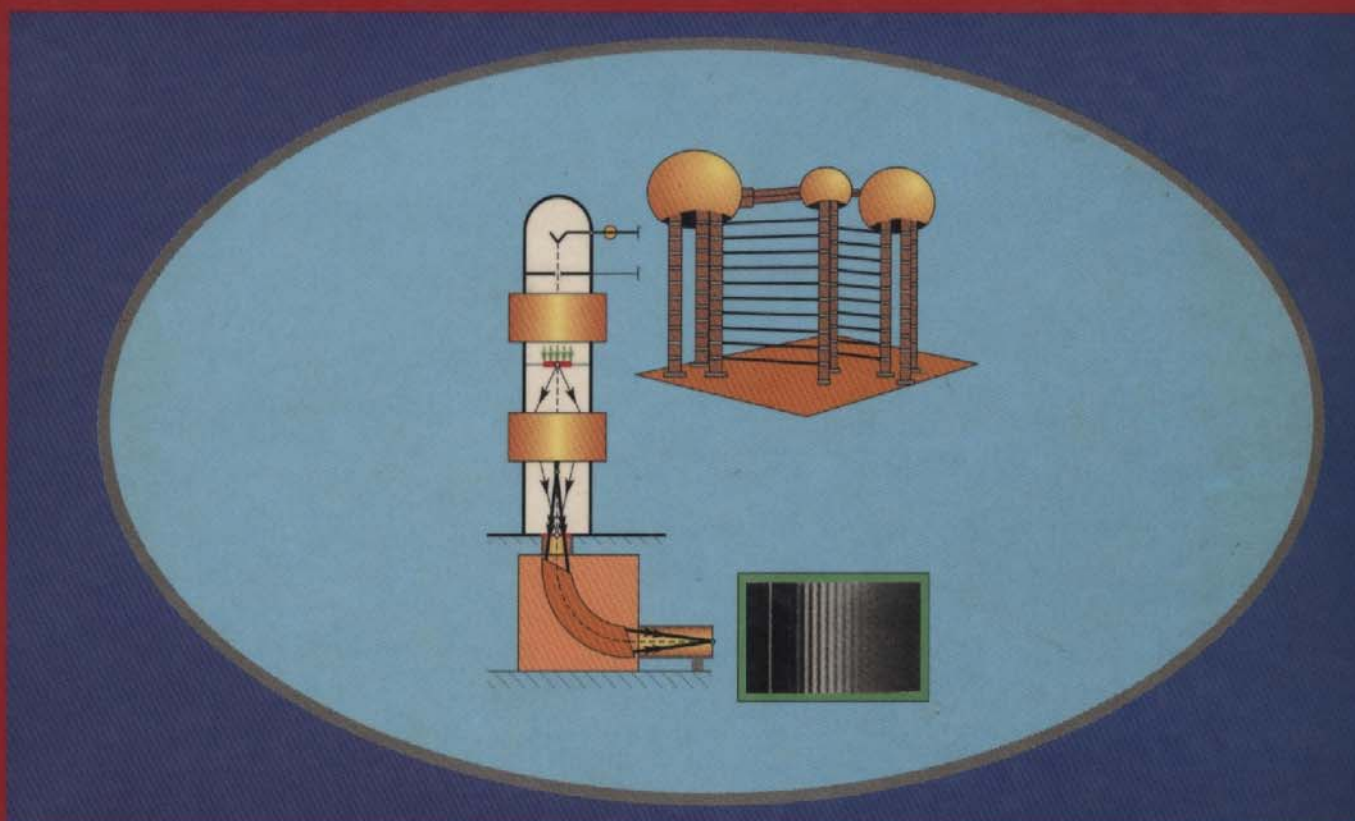
*Premier cycle universitaire
Classes préparatoires aux grandes écoles*

relativité et quantification

avec 100 exercices et problèmes corrigés

José-Philippe PÉREZ

Nicole SAINT-CRICQ-CHÉRY



MASSON 

Table des matières

Avant-propos	5
Table des matières	7
Programmes de "Relativité et quantification" des Classes Préparatoires	10
Programmes de "Relativité et quantification" des concours ENSI-DEUG	12
Constantes physiques, notations et symboles	13
1 – Introduction à la relativité restreinte. Transformation de Lorentz	15
I. Introduction historique	15
II. Expérience de Michelson et Morley (1881)	16
III. Interprétation d'Einstein. Postulat de la relativité restreinte	17
IV. Notion d'événement	18
V. Transformation spéciale de Lorentz	20
VI. Intervalle entre deux événements	22
VII. Formalisme quadri dimensionnel	24
2 – Cinématique relativiste : dilatation des durées et contraction des longueurs	26
I. Mesure des durées et des longueurs	26
II. Dilatation des durées	28
III. Contraction des longueurs	32
IV. Effet Doppler	33
3 – Formules de transformation des vitesses. Quadri-vecteur vitesse	37
I. Transformation des vitesses	37
II. Quadri-vecteur vitesse	39
III. Applications	40
IV. Formules de transformation des accélérations	44
4 – Dynamique relativiste. Quadri-vecteur quantité de mouvement-énergie	48
I. Quadri-vecteur quantité de mouvement-énergie pour une particule	48
II. Loi fondamentale de la mécanique du point matériel	49
III. Théorème de l'énergie cinétique. Énergie propre	50
IV. Exemple : mouvement d'une particule soumise à une force centrale conservative	52
V. Relation entre quantité de mouvement et énergie	54
VI. Formules de transformation des forces	56
5 – Action d'un champ électrique uniforme et constant sur une particule chargée	59
I. Équations du mouvement	59
II. Mouvement rectiligne d'une particule ($\vec{v}_0$ parallèle à $\vec{E}$)	61
III. Accélérateur de particules à champ électrique uniforme	63
IV. Notion d'indice en optique corpusculaire	65

7. Action d'un champ électrique uniforme transversal ($\vec{v}_0$ perpendiculaire à $\vec{E}$)	66
7I. Propriétés focalisantes de $\vec{E}$	68
Action d'un champ magnétique uniforme et constant sur une particule chargée	70
. Nature du mouvement	70
I. Déviation magnétique	73
II. Application à la focalisation	74
IV. Application aux accélérateurs de particules	76
Collisions élastiques entre particules relativistes	79
I. Propriétés générales des collisions	79
II. Collisions élastiques dans le référentiel du centre de masse $\mathcal{R}^*$	81
III. Diffusion élastique relativiste d'une particule-projectile par une particule-cible	84
IV. Étude expérimentale de la diffusion élastique photon-proton	87
V. Diffusion élastique d'un photon. Effet Compton	88
Collisions inélastiques entre particules relativistes	92
I. Conservation du quadri-vecteur quantité de mouvement-énergie	92
II. Différents types de collisions inélastique	92
III. Équivalence masse-énergie pour un système de particules	96
IV. Seuil énergétique d'une collision inélastique	103
V. Diffusion inélastique d'une particule par un atome	106
Électromagnétisme et relativité	109
I. Rappel des équations de Maxwell dans le vide	109
II. Formules de transformation des sources du champ électromagnétique	111
III. Formules de transformation des potentiels	112
IV. Formules de transformation des champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$	113
V. Exemples : particule en mouvement et condensateur	116
VI. Tenseur champ électromagnétique	119
VII. Lagrangien et hamiltonien d'une particule chargée	121
Gravitation et relativité	124
I. Forces d'inertie et force de gravitation. Principe d'équivalence	124
II. Insuffisances de la théorie newtonienne. Principe de la relativité générale	129
III. Les vérifications de la relativité générale	131
Introduction à la quantification : contributions de Planck, Einstein et Bohr	140
I. Interprétation du rayonnement du corps noir	140
II. Interprétation de l'effet photo-électrique	142
III. Interprétation du spectre de raies de l'atome d'hydrogène	145
IV. Autres exemples de quantification : les excitations élémentaires	149
Onde associée à une particule. Relation de Louis de Broglie	152
I. Hypothèse fondamentale de L. de Broglie	152
II. Confirmations expérimentales de la dualité onde-corpuscule	155
III. Propriétés de la fonction d'onde Ψ	157

13 – Inégalités d'Heisenberg	162
I. Nécessité d'associer un groupe d'ondes à une particule	162
II. Trains d'ondes. Largeur des niveaux d'énergie. Inégalité temporelle d'Heisenberg	164
III. Extension spatiale. Inégalités spatiales d'Heisenberg	168
IV. Vitesse de phase et vitesse de groupe	172
14 – Équation de Schrödinger. Applications	175
I. Équation de Schrödinger	175
II. États stationnaires	175
III. Applications	177
15 – Raies spectrales et niveaux d'énergie des atomes	189
I. Moment cinétique orbital et moment magnétique d'un atome à un électron	189
II. Quantification du moment cinétique orbital	191
III. Spin des particules	193
IV. Principe d'exclusion de Pauli	195
V. Moment cinétique total d'un électron atomique	196
VI. Configuration électronique des atomes	197
Exercices et problèmes. Conseils	201
Textes des exercices et problèmes	203
Solutions des exercices et problèmes	249
Les grands noms de la "Relativité et quantification"	298
Bibliographie	301
Index alphabétique	303

relativité et quantification

avec 100 exercices et problèmes corrigés

Cet ouvrage rassemble, dans un seul volume d'environ 300 pages, une introduction à la relativité restreinte et à la physique quantique, avec de nombreux exemples d'illustration et une centaine d'exercices et problèmes résolus.

Le livre s'adresse d'abord et surtout aux étudiants des deux premières années post-baccalauréat (DEUG, CPGE, etc.). Il devrait leur permettre de préparer efficacement leurs examens et leurs concours sur les thèmes de la physique du xx^e siècle.

Le découpage en leçons quasi autonomes ainsi que la prise en compte de thèmes modernes, tels que « gravitation et relativité » ou « électromagnétisme et relativité » devraient intéresser aussi les candidats aux concours de recrutement de l'enseignement secondaire (CAPES, agrégations).

José-Philippe PÉREZ est agrégé de physique et docteur ès-sciences en optique électronique. Il enseigne la relativité et la physique quantique en DEUG et à l'agrégation de physique à l'université Paul Sabatier (Toulouse). Son activité de recherche est centrée sur la formation des images dans le groupe « Synthèse d'ouverture » de l'Observatoire Midi-Pyrénées.

Nicole SAINT-CRICQ-CHÉRY est agrégée de physique. Elle a exercé des fonctions d'enseignant-chercheur à l'université Paul Sabatier, en DEUG et à l'agrégation de physique, notamment en relativité. Elle est actuellement professeur de physique en classe préparatoire P' au lycée Bellevue (Toulouse).

