

Table des matières

I	PHYSIQUE	7
1	Nécessité de la mécanique quantique	9
1.1	Approche hamiltonienne de la mécanique classique	9
1.2	Quand doit-on utiliser la mécanique quantique?	11
1.3	Rayonnement électromagnétique du corps noir : loi de Planck .	11
1.4	Effet photoélectrique	14
1.5	Deux congrès de Solvay	15
1.6	Énoncés des exercices	17
1.7	Corrigés des exercices	20
2	Description de la matière	25
2.1	Dualité onde-corpuscule	25
2.2	Expériences des fentes d'Young	26
2.3	Fonction d'onde	29
2.4	Paquet d'ondes	30
2.5	Inégalité d'Heisenberg	31
2.6	Limite du caractère ondulatoire pour une particule massive . .	32
2.7	Énoncés d'exercices	32
2.8	Corrigés des exercices	36
3	Équation de Schrödinger	45
3.1	Équation fondamentale de la mécanique quantique	45
3.2	États stationnaires	47
3.3	Particule libre	48
3.4	Courant de probabilité	50
3.5	Énoncés des exercices	52
3.6	Corrigés des exercices	57

4	Puits de potentiel	65
4.1	Présentation	65
4.2	Puits infini	66
4.3	Puits fini	70
4.4	Exercices	72
4.5	Corrigés des exercices	81
5	Marche de potentiel	97
5.1	Présentation	97
5.2	$0 < E < V_0$	98
5.3	$E > V_0$	101
5.4	Bilan	102
5.5	Énoncés des exercices	103
5.6	Corrigés	104
6	Barrière de potentiel et effet tunnel	109
6.1	Présentation	109
6.2	$E < V_0$	110
6.3	$E > V_0$	112
6.4	Radioactivité α	114
6.5	Microscope à effet tunnel	117
6.6	Énoncés des exercices	119
6.7	Corrigés des exercices	121
7	Molécule d'ammoniac	125
7.1	Présentation et modélisation	125
7.2	V_0 infini	127
7.3	V_0 fini	127
	7.3.1 Analyse de la situation	127
	7.3.2 Recherche des fonctions d'onde	128
	7.3.3 Niveaux d'énergie	132
	7.3.4 Retournement de la molécule	133
7.4	Énoncés des exercices	135
7.5	Corrigés des exercices	135
II	MATHEMATIQUES	139
8	Calculs mathématiques	141
8.1	Résolution du système du chapitre 4 : puits de potentiel	141
8.2	Calcul intégral	144

9	Intégrale d'une fonction continue par morceaux	147
9.1	Première approche	147
9.2	Fonctions continues par morceaux sur un intervalle	148
9.3	Intégrale d'une fonction continue par morceaux	150
9.4	Application à l'équation $\frac{d^2\phi}{dx^2} + k^2(E - V(x))\phi = 0$	156
9.5	Réponses au problème posé	160
9.5.1	La réponse physique et pratique	160
9.5.2	La réponse mathématique	161
9.6	Corrigés des exercices	162
10	Fonctions intégrables	165
10.1	Définitions-premières propriétés	165
10.2	Intégrabilité et comparaison	170
10.3	Deux théorèmes	171
10.4	Interversion des symboles Σ et \int	174
10.5	Fonctions de carré intégrable	177
11	Fonction associée à la loi de Planck	179
11.1	Propriété mathématique	179
11.2	La loi de Wien	179
11.3	La loi de Rayleigh-Jeans	180
11.4	La loi de Stefan	181
11.5	La loi du déplacement de Wien	184
11.6	Les séries de Fourier : calcul de $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n^4}$	186
11.7	Corrigés des exercices	188
12	Espaces de Hilbert	193
12.1	Espaces vectoriels	193
12.2	Produits scalaires sur un espace vectoriel	198
12.3	Espaces de Hilbert	203
13	Introduction aux probabilités continues	205
13.1	Evènements-Probabilité	205
13.2	Variations aléatoires	207
13.3	Espérance-écart-type	208
	Bibliographie	211
	Index	213