

Table des matières

CHAPITRE 1 : ONDES ELECTROMAGNETIQUES	1
A. Le monde qui nous entoure	1
I. Présentation	1
I.1 Ondes	1
I.2 Le champ électromagnétique	2
II. Caractéristiques	4
II.1 Introduction	4
II.2 L'amplitude	5
II.3 La fréquence et la période	6
II.4 Direction de propagation	7
II.5 La longueur d'onde	9
III. Que peut-il arriver aux ondes dans nos habitations ?	10
IV. Choix des modèles décrivant les ondes de nos habitations	12
IV.1 Introduction	12
IV.2 Dans quel sens se propage une onde depuis une source ?	12
IV.3 Quel modèle choisir ?	12
IV.3.1 Surfaces d'ondes	12
IV.3.2 L'onde plane progressive monochromatique existe-t-elle ?	13
V. Valeurs limites	14
B. Au cœur de la Physique	15
I. Outils mathématiques	15
II. Charges	16
III. Courants	18
IV. Equations de Maxwell	19
V. Equations de propagation des champs dans une région sans charges ni courants ou équations de d'Alembert ou équations d'ondes	20
VI. Propriétés des ondes planes progressives monochromatiques	20
VII. Potentiels	21
C. A vous de jouer	21
Exercice 1 : Valeurs limites des champs	21
Exercice 2 : Carte d'identité de l'onde	23
Exercice 3 : Propagation	24
Exercice 4 : Résolution de l'équation de propagation	26
Exercice 5 : Trouver l'erreur	31
Exercice 6 : Transversalité des champs	33
CHAPITRE 2 : LE FOUR MICRO ONDES	36
A. Le monde qui nous entoure	36
I. Fonctionnement	36

I.1 Présentation	36
I.2 Le magnétron et son alimentation électrique	37
I.3 L'antenne et le guide d'ondes	40
I.4 Brasseur d'ondes	42
I.5 Enceinte du four	42
I.6 Porte du four	43
II. Comment l'onde chauffe-t-elle les aliments ?	43
II.1 Cours d'eau	43
II.2 Diffusion	48
III. Ondes électromagnétiques engendrées	49
III.1 Mesures du champ électrique efficace	49
III.2 Diagramme de rayonnement	52
B. Au cœur de la Physique	53
I. Coordonnées cylindriques	53
II. Un peu de mécanique	55
III. Une bonne dose d'induction... et autres notions d'électromagnétisme	56
C. A vous de jouer	60
Exercice 1 : « fonctionnement du transformateur et du redresseur de tension »	60
Exercice 2 : ondes électromagnétiques générées dans le magnétron	66
Exercice 3 : modélisation électrique du comportement de la cavité	76
Exercice 4 : boucle à induction	81
Exercice 5 : fonctionnement du guide d'ondes	82
Exercice 6 : du chocolat dans un bain d'ondes stationnaires	85
Exercice 7 : comportement de l'eau soumise à un champ électrique permanent	88
Exercice 8 : modèle de Debye, application à l'eau	89
Exercice 9 : absorption des ondes par l'eau	94
Exercice 10 : Modélisation de l'onde de fuite d'un four micro ondes	100
CHAPITRE 3 : ECLAIRAGE	106
A. Le monde qui nous entoure	106
I. Ampoule à incandescence	106
I.1 Présentation	106
I.1.1 Comment fonctionne-t-elle ?	106
I.1.2 Qu'est-ce que l'effet Joule ?	107
I.1.3 Qu'est ce que le rayonnement thermique ?	108
I.1.4 Pourquoi le filament est-il en tungstène ?	108
I.2 Quelles ondes électromagnétiques produit une ampoule à incandescence ?	109

I.2.1 Spectre d'émission	109
I.2.2 Modèle du corps noir	110
I.2.2.1 Présentation	110
I.2.2.2 Spectre du corps noir	111
I.2.2.3 Loi de déplacement de Wien	112
I.2.3 Quel est le lien entre la température du filament et la couleur perçue ?	112
I.3 Faut-il être savant pour acheter une ampoule ?	114
II. Ampoule halogène	115
II.1 Comment fonctionne-t-elle ?	115
II.2 Spectre d'émission d'une ampoule halogène	117
II.3 Que consomme une ampoule halogène ?	117
III. Ampoule à économie d'énergie fluo-compacte	118
III.1 Présentation	118
III.1.1 Comment fonctionne-t-elle ?	118
III.1.2 L'électroluminescence	119
III.1.2.1 Présentation	119
III.1.2.2 Comment la collision avec un électron peut-elle exciter les atomes de mercure ?	121
III.1.3 Qu'est-ce que la fluorescence ?	123
III.2 Quelles ondes électromagnétiques produit une ampoule à économie d'énergie ?	124
III.2.1 Spectre d'émission	124
III.2.2 Caractéristiques d'une ampoule à économie d'énergie	124
IV. Ampoule à LED ou à DEL	125
IV.1 Présentation	125
IV.1.1 Introduction	125
IV.1.2 Qu'est-ce qu'un semi-conducteur ?	126
IV.1.3 Propriétés des semi-conducteurs	129
IV.2 Comment fonctionne l'ampoule à LED ?	130
IV.2.1 Que se passe-t-il quand l'ampoule n'est pas alimentée ?	130
IV.2.2 Que se passe-t-il lorsque l'ampoule est alimentée ?	132
IV.2.3 Pourquoi les recombinaisons engendrent des photons ?	134
IV.3 De quoi dépendent les performances de l'ampoule ?	135
IV.4 Quelles ondes électromagnétiques produit-elle ?	136
B. Au cœur de la Physique	137
I. Intensité lumineuse	137
II. Flux énergétique	137
C. A vous de jouer	137
Exercice 1 : effet Joule	137
Exercice 2 : loi de déplacement de Wien	139

Exercice 3 : détermination de l'étendue spectrale	140
Exercice 4 : niveau de Fermi Dirac	143
CHAPITRE 4 : TELECOMMUNICATIONS	149
A. Le monde qui nous entoure	149
I. Wi-Fi	149
I.1 Fonctionnement	149
I.1.1 Vue d'ensemble	149
I.1.2 Informations à transmettre	152
I.1.3 Modulation de phase	154
I.1.4 Transmission et réception du signal	156
I.1.5 Reconstitution du signal transmis	156
I.2 Champ électrique émis	156
I.2.1 Du champ proche au champ lointain	156
I.2.2 Expression du champ électrique dans la zone de champ lointain	157
I.3 Où passent les ondes Wi-Fi ?	160
I.3.1 Quand elles rencontrent des diélectriques	160
I.3.2 Les ondes Wi-Fi traversent-elles les portes fermées ?	163
I.3.3 Les ondes Wi-Fi traversent-elles le béton ?	163
I.3.4 Les ondes Wi-Fi traversent-elles les murs ?	164
II. Le téléphone sans fil domestique (nommé aussi DECT)	165
II.1 Présentation	165
II.2 Réception et émission par l'antenne du téléphone	167
III. Ondes électromagnétiques engendrées	169
III.1 Modélisation du champ électromagnétique	169
III.2 Mesures	169
III.3 Evaluation de l'exposition aux ondes du DECT	170
B. Au cœur de la Physique	173
C. A vous de jouer	173
Exercice 1 : échantillonnage	173
Exercice 2 : numérisation	176
Exercice 3 : champ électrique efficace et puissance rayonnée	179
Exercice 4 : champ électrique efficace	181
Exercice 5 : PIRE	183
Exercice 6 : quels matériaux les ondes Wi-Fi peuvent-elles traverser ?	184
Exercice 7 : détermination du coefficient de transmission en puissance	189