

Table des matières

1	Données importantes	15
1.1	Les constantes fondamentales	15
1.2	Les principales unités en astronomie	15
1.2.1	L'unité astronomique de distance	16
1.2.2	L'unité astronomique de temps	16
1.2.3	L'unité astronomique de masse	16
1.2.4	L'année-lumière	17
1.2.5	Les angles	17
1.3	Données stellaires et planétaires	18
1.4	Les principaux symboles astronomiques	20
1.5	Remarques d'ordre général	20
1.6	Exercices	20
2	L'étoile Proxima	23
2.1	Les notions essentielles	23
2.1.1	Les coordonnées équatoriales d'une étoile	23
2.1.2	Séparation angulaire stellaire	25
2.1.3	La taille apparente d'un corps céleste	28
2.1.4	La parallaxe d'une étoile	29
2.1.5	Le parsec	29

2.1.6	La magnitude d'une étoile	30
2.1.7	La relation masse-luminosité des étoiles	33
2.1.8	La température effective d'une étoile	34
2.1.9	La loi de Planck	35
2.1.10	La composition des étoiles	36
2.1.11	La gravité à la surface d'un corps céleste	38
2.2	Applications à Proxima	39
2.2.1	Proxima sur la sphère céleste	39
2.2.2	La visibilité de Proxima depuis la Terre	40
2.2.3	La distance de Proxima au Soleil	42
2.2.4	La taille de Proxima	42
2.2.5	La magnitude de Proxima	43
2.2.6	La classe spectrale de Proxima	45
2.2.7	La masse de Proxima	46
2.2.8	La métallicité de Proxima	47
2.3	Exercices	47
3	Le système stellaire α-Centauri	57
3.1	Les notions essentielles	57
3.1.1	Les trois lois de Kepler	57
3.1.2	La forme newtonienne de la troisième loi de Kepler	59
3.1.3	Centre de masse d'un système binaire	60
3.1.4	Troisième loi de Kepler généralisée à un système binaire	61
3.1.5	Les éléments orbitaux	61
3.1.6	Vitesse de libération	64
3.1.7	Mouvement apparent des étoiles sur la sphère céleste	65
3.1.8	Vitesse radiale d'un système binaire	69
3.1.9	Rotation des étoiles	71

3.2	Applications à α -Centauri	71
3.2.1	Le système binaire α -Centauri AB	72
3.2.2	L'orbite de Proxima autour de α -Centauri AB	75
3.2.3	La visibilité de α -Centauri A et α -Centauri B depuis Proxima	79
3.2.4	Le mouvement apparent de α -Centauri sur la sphère céleste	80
3.2.5	Le mouvement propre de α -Centauri AB en coordonnées horizontales	82
3.3	Exercices	83
4	L'exoplanète Proxima b	99
4.1	Les notions essentielles	100
4.1.1	Vitesse orbitale d'une planète	100
4.1.2	Détection d'une exoplanète	100
4.1.3	Résonance spin-orbite	106
4.1.4	La longueur du jour	106
4.1.5	La limite de roche autour d'une étoile	108
4.1.6	La température d'équilibre d'une planète	109
4.1.7	La zone habitable dans un système planétaire	112
4.1.8	Moment cinétique d'un système planétaire	114
4.2	Applications à Proxima b	116
4.2.1	La vitesse orbitale de Proxima b	116
4.2.2	La masse de Proxima b	117
4.2.3	La durée du jour sur Proxima b	118
4.2.4	Le diamètre apparent de Proxima	118
4.2.5	Quelle est la brillance de α -Centauri AB depuis Proxima b?	119
4.2.6	La température à la surface de Proxima b	120

4.2.7	L'éclairement énergétique au niveau de la planète	124
4.2.8	La gravité à la surface de Proxima b	125
4.2.9	Moment cinétique du système planétaire de Proxima	125
4.2.10	Autres informations sur Proxima b	126
4.3	Exercices	129
5	Le système planétaire de Proxima	135
5.1	Une seconde planète autour de Proxima?	135
5.1.1	L'exoplanète Proxima b	136
5.1.2	L'exoplanète candidate Proxima c	137
5.2	Les configurations planétaires	138
5.2.1	Conjonction et opposition	138
5.2.2	Elongation	140
5.2.3	Application au système planétaire de Proxima	142
5.3	Les éclipses stellaires	142
5.3.1	Conditions d'éclipse totale	142
5.3.2	Application au système planétaire de Proxima	143
5.4	Période synodique d'une planète	145
5.4.1	Définition	145
5.4.2	Application au système planétaire de Proxima	147
5.5	Angle de phase d'une planète	148
6	Exercices supplémentaires	151
6.1	Les raies d'absorption solaire du spectre visible	151
6.2	Analyse d'une courbe de vitesse radiale	152
6.3	Masse des exoplanètes détectées par vitesse radiale	155
6.4	Impact météoritique sur Proxima b	156
6.5	Structure interne de Proxima b	158

6.5.1	Généralités	158
6.5.2	Hypothèse 1 : planète tellurique	159
6.5.3	Hypothèse 2 : planète océan	160
6.6	Des volcans sur Proxima b?	163
6.7	La durée du jour sur Proxima b	166
6.7.1	La période de révolution est plus grande que la période de rotation	167
6.7.2	La période de révolution est plus courte que la période de rotation	168
6.7.3	Application à Proxima b	168
6.8	Définition bifocale d'une ellipse	169
6.9	Proxima dans la Galaxie	172
6.9.1	Les coordonnées galactiques de Proxima	172
6.9.2	L'orbite galactique de Proxima	174
6.10	La durée de vie de l'étoile Proxima	175
6.10.1	D'où vient l'énergie des étoiles?	176
6.10.2	Application au Soleil et à Proxima	177
6.11	La parallaxe de α -Centauri AB	179
6.12	Bilan	182