



Les constantes fondamentales

Roland Lehoucq, Jean-Philippe Uzan

Lehoucq, Roland

Uzan, Jean-Philippe

Belin, Paris

Belin sup. Histoire des sciences. Physique

ISBN: 2-7011-3626-1

Table des Matières

Les constantes fondamentales

Jean-Philippe Uzan/Roland Lehoucq

Belin

Préface	7
Introduction	11
Chapitre 1. Qu'est-ce qu'une constante ?	12
1. Peut-on établir une liste des constantes ?	12
1.1. Constantes et théories physiques	13
1.2. Le classement des constantes	14
1.3. Liste des constantes	17
2. La métrologie prend la parole	19
2.1. Unités et dimensions	19
2.2. Combien y a-t-il d'unités fondamentales ?	21
2.3. Nouvelle constante ou nouvelle unité ?	24
2.4. L'importance des paramètres fondamentaux	24
2.5. La mesure de la masse de l'électron	25
2.6. Les facteurs de conversion	27
2.7. Les systèmes d'unités «naturels»	29
3. Le choix des unités fondamentales	33
3.1. Un rôle synthétiseur de concepts	33
3.2. Des valeurs limite	34
3.3. Le cube des théories physiques	36
3.4. Espace - temps - matière	37
3.5. L'art de changer la valeur d'une constante	38
4. D'autres choix sont-ils possibles ?	39
4.1. Pourquoi n'y a-t-il pas plus d'unités fondamentales ?	40
4.2. Un monde sans constantes dimensionnées	41
4.3. La théorie des cordes et la réduction du nombre de constantes	43
5. Les paramètres fondamentaux sont-ils vraiment constants ?	45
5.1. Un test fondamental de physique	46
5.2. L'hypothèse de Dirac	47
5.3. L'exemple de la constante de structure fine	48
6. Une perspective cosmologique	51

6.1. L'ajustement fin des constantes	51
6.2. Une interprétation des unités de Planck	55
7. Conclusion	56
Première partie Unités, dimensions et constantes	
Chapitre 2. Systèmes d'unités	60
1. Anthropomorphisme	60
2. Lois et universalité : l'exemple du mètre	64
Extrait n° 1 : <i>Discours du 26 mars 1791</i>	70
Extrait n° 2 : <i>Décret du 30 mars 1791</i>	76
Extrait n° 3 : <i>Décret du 1 août 1793</i>	77
Extrait n° 4 : <i>Décret du 18 germinal, An III</i>	81
Extrait n° 5 : <i>Loi du 19 frimaire, An VIII</i>	87
Extrait n° 6 : <i>Loi du 4 juillet 1837</i>	89
Chapitre 3. Unités et constantes : l'année 1983	92
Extrait n° 7 : «Définition du mètre» (1983)	94
Extrait n° 8 : «La nouvelle définition du mètre» (1983)	96
Chapitre 4. Des unités naturelles	114
1. L'idée d'un physicien irlandais...	114
2. ... redécouverte par Planck	117
3. Une plaisanterie estudiantine	119
Extrait n° 9 : «À propos des unités physiques de la nature» (1881)	120
Extrait n° 10 : «Unités naturelles» (1914)	131
Extrait n° 11 : «Constantes universelles et transitions limite» (1928)	133
Deuxième partie La vitesse de la lumière c	
Chapitre 5. La lumière entre en scène	143
1. Le problème de la vision	143
2. La naissance de l'optique	144
3. La nature mécanique de la lumière	145
Chapitre 6. Finie ou infinie ?	147
1. Les premières tentatives	147
2. La découverte de Römer	148
3. James Bradley et la découverte de l'aberration	152
4. Une vitesse constante ?	155
Extrait n° 12 : tiré des <i>Discours</i> , Première journée (1638)	159
Extrait n° 13 : «Démonstration touchant le mouvement de la lumière» (1676)	161
Extrait n° 14 : tiré de «Lettre du Révérend <i>James Bradley...</i> » (1728)	164
Chapitre 7. La précision s'affine	179
1. L'expérience de Fizeau	179
2. L'expérience de Foucault	180
Extrait n° 15 : «Sur une expérience relative à la vitesse de propagation de la lumière» (1849)	186

Extrait n° 16 : «Détermination expérimentale de la vitesse de la lumière ; description des appareils» (1862)	189
Chapitre 8. Nature électromagnétique de la lumière	194
Extrait n° 17 : «Le professeur Clerk Maxwell à propos du champ électromagnétique» (1868)	197
Chapitre 9. Nouvelles difficultés : l'éther	199
1. L'expérience de Michelson	201
2. Des propriétés révolutionnaires : la relativité restreinte	203
Extrait n° 18 : «Le mouvement relatif de la Terre et de l'éther luminifère» (1881)	211
Extrait n° 19 : tiré de <i>Sur l'électrodynamique des corps en mouvement</i> (1905)	219
Troisième partie La constante de gravitation G	
Chapitre 10. Histoire de pendule	241
Extrait n° 20 : «Proposition pour mesurer l'attraction d'une certaine colline de ce royaume par des observations astronomiques» (1775)	245
Extrait n° 21 : «Compte rendu d'observations faites sur la montagne Schehallien pour trouver son attraction» (1775)	248
Chapitre 11. Pesée de la Terre	253
Extrait n° 22 : «Expériences pour déterminer la densité de la Terre» (1798)	262
Chapitre 12. Universalité de la chute libre	296
Extrait n° 23 : tiré des <i>Discours</i> , Première journée (1638)	307
Extrait n° 24 : tiré des <i>Discours</i> , Première journée (1638)	310
Extrait n° 25 : «À propos de l'attraction exercée par la Terre sur diverses substances» (1890)	312
Chapitre 13. Vers une nouvelle gravitation	316
Extrait n° 26 : «Les fondements de la théorie de la relativité générale» (1916)	322
Chapitre 14. G est-il constant ?	339
Extrait n° 27 : «Les constantes cosmologiques» (1937)	346
Extrait n° 28 : «À propos du changement des constantes physiques» (1948)	349
Extrait n° 29 : «Electricité, gravité, et cosmologie» (1967)	353
Quatrième partie La constante de Planck h	
Chapitre 15. Une naissance berlinoise	361
1. L'énigme du corps noir	361
2. L'acte de désespoir	369
Extrait n° 30 : «À propos d'une amélioration possible de la loi spectrale de Wien (1)» (1900)	374
Extrait n° 31 : «À propos de la loi de distribution de l'énergie dans le spectre normal» (1901)	377
Chapitre 16. Le quantum de lumière	387
1. La révolution einsteinienne	387
2. Millikan, l'effet photoélectrique et la première mesure directe de h	390
3. La quantité de mouvement du quantum de lumière	393

Extrait n° 32 : «Un point de vue heuristique concernant la production et la transformation de la lumière» (1905)	395
Extrait n° 33 : «Détermination photoélectrique directe du «h» de Planck» (1916)	408
Extrait n° 34 : «Une théorie quantique de la diffusion des rayons X par les éléments légers» (1923)	430
Chapitre 17. Solides, atomes et particules	433
1. L'atome d'hydrogène	433
2. La matière devient floue	437
Extrait n° 35 : «À propos de la constitution des atomes et des molécules (I)» (1913)	441
Extrait n° 36 : «À propos de la constitution des atomes et des molécules (II)» (1913)	451
Extrait n° 37 : «À propos de la constitution des atomes et des molécules (III)» (1913)	455
Extrait n° 38 : «Recherche sur la théorie des quanta» (1925)	457
Chapitre 18. Universalité	465
1. Incontournable incertitude	465
2. Gloire quantique	468
Extrait n° 39 : «À propos du contenu exact de la cinématique et de la mécanique quantiques» (1927)	472
Bibliographie	480
Index	484
Index des noms propres	487

