L'Onde et la Constante de Sommerfeld

JACQUES CONSIGLIO

52 chemin de Labarthe Labastidette, France
Jacques.Consiglio@gmail.com

RÉSUMÉ. Comment calculer la valeur de constante de Sommerfeld en divisant l'électron en quatre composantes d'action distinctes : sa pulsation ($h\,\nu$), son spin ($\hbar/2$), son onde ($n\,\hbar$), et son facteur de Landé ($g \approx 2$) ; donc en prenant le problème comme un tout.

ABSTRACT. How to compute the value of Sommerfeld's constant dividing the electron in four distinct components of action: its pulsation ($h\,\nu$), its spin ($\hbar/2$), its wave ($n\,\hbar$), and its Landé g-factor ($g \approx 2$); hence taking the problem as a whole.

Une carte n'est pas le territoire.
Alfred Korzybski

1 Introduction

La constante de Sommerfeld est un des paramètres libres de la physique. Sa valeur est déduite de mesures et il n'existe aucune méthode permettant de la calculer en partant de principes premiers. Ce texte présente une méthode de calcul de ce paramètre à partir de la thèse de Louis de Broglie et d'une hypothèse complémentaire.

2 Onde, masse, et couplage

La mécanique ondulatoire a donné naissance aux équations d'onde, base de la mécanique quantique. Dans le cas d'école de l'atome d'hydrogène, l'onde entre en résonance avec elle-même. Ainsi les équations d'onde sélectionnent des formes particulières où l'onde est constructive d'elle-même.

Les paramêtres dits libres de ces équations d'onde sont dans ce cas la masse de l'électron et un couplage, la constante Sommerfeld ou de structure fine nommée α ; le dernier paramètre est le spin de l'électron dont dépend la forme de l'équation.

Du coup, si nous imaginons qu'il puisse exister une théorie totalement unifiée où la notion d'onde a encore un sens, alors l'onde, le spin, le couplage, et la masse de l'électron sont des effets secondaires d'un phénomène unique. Si, à l'extrème, ce phénomène est uniquement de nature ondulatoire alors la constante de structure fine est calculable à partir de n'importe quelle orbite de Bohr car tout phénomène ondulatoire cyclique et constructif de lui-même est par nature *un ensemble de résonances élémentaires simplement couplées* où chacune est séparable des autres et correspond à un chemin géométrique qui se traduit uniquement par un nombre entier ou un multiple entier de π ; tous se référrant au quantum, les nombres entiers concernent les pulsations avec h (pour $h\,\nu$) et les nombres d'onde (pour $n\,\hbar$), et le second adresse les rotations de l'électron sur lui-même avec son spin ($\hbar/2$).

Ce raisonnement amène une hypothèses à partir de laquelle le calcul de la constante de Sommerfeld devient possible :

— Il existe un et un seul phénomène résonant définissant le monde physique dans son intégralité ou les pulsations, les nombres d'onde, et les rotations se réferrent au même quantum et se comparent comme des longueurs.

L'électron fait alors une partie de ce phénomène et comprend quatre composantes : Une première, locale, associée à sa pulsation ; une seconde associée à son spin ; une troisième connue comme l'onde de phase ; et la quatrième son moment magnétique.

3 La constante de Sommerfeld

Je vais maintenant calculer la valeur de la constante de Sommerfeld en me servant de la géométrie du modèle de Bohr-de Broglie et donc de l'onde de matière. Il convient en premier de préciser un point ; dans sa thèse, de Broglie [1], s'appuie sur les rayons de l'onde, ou sur la longueur d'onde h/mv, pour recalculer les orbites de Bohr, ce qui est aisé à se représenter en deux dimensions. Il est nécessaire ici de représenter l'onde dans sa progression avec sa vitesse de phase, et donc dans l'espace mais aussi dans le temps. En effet, selon le théorème de l'harmonie des phases ([1], chapitre 1), l'onde stationnaire est toujours en phase avec l'onde de phase à la position de l'observateur ; et l'observateur est ici l'électron lui-même, non pas dans sa position présente mais dans toutes ses positions futures ; et en particulier après que l'onde l'ait rattrapé dans sa course autour du proton sachant que si la vitesse de l'électron est v celle de l'onde est c^2/v. Nous devons donc considérer la cohérence complète de l'onde de phase avec elle-même et avec l'oscillateur localisé (la pulsation propre de l'électron) dans toutes les positions présentes, futures, et passées de l'électron. Les deux approches présentent une différence très nette et comme je vais compter les quanta un par un à travers l'espace et le temps, la finesse du théorème est nécessaire pour un résultat de précision.

Par hypothèse, l'électron est une résonance dont les orbites dépendent des phases associées à sa pulsation pour la part localisée et celle non-locale de de Broglie, à travers l'espace et le temps ; et il est exactement cela, ce qui veut dire rien de plus et rien de moins. Donc :

— Nous pouvons en séparer et compter les quanta sur deux axes de phase, simplement en tant que longueurs unité, et tenant compte d'un effet miroir $N \leftrightarrow 1/N$ ou $1/2N$ entre la part localisée de la résonance et l'onde de phase.

— Toutes les quantités définissant l'électron sont uniquement définies et portées par la résonance, c'est à dire son onde, sa masse, sa charge, son spin et son moment magnétique.

— Sa résonance dans son ensemble redevient exactement la même, toutes phases parfaitement égales, après exactement deux tours autour du proton car la résonance est tout autant spatiale que temporelle et doit être cohérente en 4 dimensions.

Le calcul est fait en considérant un objet statique en 4 dimensions où tout doit se réduire à des résonances entières car auto-connectées et inter-connectées ; considérons en premier que l'électron, en tant que résonance, est fait de spin et de pulsation propre. Pour un tour autours du proton, en comptant les quanta d'action et de moment angulaire, l'électron, par hypothèse pulse exactement 137 fois et fait un demi tour sur lui-même. Posons alors :

$$L_1^2 = 137^2 + \pi^2 \,.$$

C'est l'addition simple de longueurs unités identifiées au quantum d'action h pour le terme 137, et au quantum de moment angulaire propre $\hbar/2$ pour le second terme. Cette expression est basée sur des longueurs "d'action" unitaire correspondant à des longueurs physiques distinctes, d'où l'addition des carrés.

Le spin et la part localisée de la résonance sont maintenant connectés de manière exacte. Il n'y a pas besoin de correction de longueur liée à la relativité car toutes les longueurs doivent être corrigées en proportions égales et nous comptons les quanta d'action qui sont invariants. Il reste à connecter l'onde de phase par la même méthode et c'est ici que la relativité intervient en accord avec de Broglie. Cette phase doit se connecter exactement après que l'électron ait fait 2 tours du proton et elle aura fait 276 tours du proton dans l'espace physique alors que l'électron aura fait 2 tours du proton et seulement 1 tour complet sur lui-même, la longueur physique est donc $274 + 2$; mais la longueur de résonance est $274 + 1$. Cette onde est du genre espace, le carré de sa longueur est négatif, donc en tenant compte de l'effet miroir $N \leftrightarrow 1/N$:

$$L_2^2 = -\frac{1}{275} = -\frac{1}{137.5} \times \frac{1}{2}\,,$$

et non $1/275^2$ car le nombre d'onde sur l'orbite n est n, alors que le nombre de pulsations est n^2. Pour arriver à l'étape suivante il faut sortir de l'unidimensionalité du modèle le plus simple où on considère toujours une connection linéaire de l'onde ; l'espace a trois dimensions et une résonance en trois dimensions implique un cube. Or, en prenant

$$L_2^2 = -1/137.5 \times (1/2 + 1/8)\,,$$

toutes les connexions (phase et spin de l'électron et de son onde) restent parfaites après 2 tours si on considère que des longueurs physiques sont associées à $1/2$ et à $1/8$. Nous obtenons alors

$$L^2 = L_1^2 + L_2^2 = 137^2 + \pi^2 - \frac{1}{137.5}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{8}\right)\,. \tag{1}$$

Alors, le couplage α donnant - par définition - la variance de la phase de la résonance complète autour du proton, puisque nous avons uniquement compté les quanta, son carré est l'exact inverse de cette expression, ce qui donne

$$\alpha^{-1} = L = 137.035\,999\,135\,, \tag{2}$$

qui se compare à CODATA 2014 :

$$\alpha_{2014}^{-1} = 137.035\,999\,139\,(31)\,. \tag{3}$$

Nous sommes donc probablement sur la bonne voie et il faut maintenant inclure le moment magnétique propre de l'électron ; soit $g = 2$ en première approximation. S'il n'est pas évident de savoir comment les signes s'agencent à ce niveau, il est certain que c'est un phénomène localisé qui doit se connecter par l'onde de phase ; le moment magnétique est influencé par le champ magnétique et donc par la vitesse de l'électron, $v = \alpha\, c$ sur la première orbite. Le rapport de vitesses entre l'électron et son onde sur cette orbite étant α^2 il vient :

$$L^2 = 137^2 + \pi^2 - \frac{1}{137.5}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{8} \pm \frac{1}{137.5}\left(\frac{1}{2} \pm \frac{1}{8}\right)\right). \qquad (4)$$

Il y a, à ce jour deux valeurs de référence, en premier CODATA 2018 :

$$\alpha^{-1}_{2018} = 137.035\,999\,084\,(21)\,, \qquad (5)$$

qui correspond le mieux à

$$L^2 = 137^2 + \pi^2 - \frac{1}{137.5}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{137.5}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}\right)\right)$$

$$\to \alpha^{-1} = 137.035\,999\,063\,. \qquad (6)$$

Il y a aussi une valeur plus récente (2020) d'incertitude deux fois plus faible mesurée par Morel & al. [2] :

$$\alpha^{-1}_{Morel} = 137.035\,999\,208\,(11)\,, \qquad (7)$$

qui est obtenue par inversion du signe sur le dernier terme de (6) :

$$L^2 = 137^2 + \pi^2 - \frac{1}{137.5}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{8} - \frac{1}{137.5}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}\right)\right)$$

$$\to \alpha^{-1} = 137.035\,999\,207\,. \qquad (8)$$

Il serait pour le moins hasardeux d'essayer de trancher entre ces deux valeurs faute d'une théorie complète ; mais si une tension persistait entre les deux types d'expériences donnant (5) et (7) elle pourrait être ici explicable, peu ou prou par inversion de l'effet du moment magnétique.

4 Conclusion

Il existe probablement une bonne dizaine de formules plus ou moins approchées et empiriques prétendant ou ayant prétendu calculer cette constante. Une de plus pourrait-on croire, mais le calcul présenté ici ne fait que revenir à la source et prend la logique inverse de tous les modèles connus. Il suppose de fait :

1. Une onde physique dont les composantes d'action sont séparables et correspondent directement aux quantités classiques, au lieu d'en affirmer la non-séparabilité et d'empaqueter le tout dans une minuscule constante.
2. Que le spin est un effet de resonnance temporelle alors que le moment magnétique est un effet spatial ; les deux étant mecaniquement liés, l'identification classique de l'un à l'autre est alors une approximation valide basée sur un concept incomplet.

Si ce calcul est correct il montre en premier à quel point nous avons mal compris ce que nous dit le monde physique. De ce fait, et sachant que de Broglie a donné une origine à la quantification du moment angulaire orbital, cette constante étant universellement connue et, avec le spin demi-entier, un des deux mystère les plus anciens des théories quantiques, il m'est apparu opportun d'en réduire les hypothèses, de le completer au regard des résultats les plus récents, puis de publier cette version modifiée.

Références

[1] De Broglie L. Recherches sur la théorie des quanta. *Annales de Physique* - 10e sérié - Tome III - Janvier-Février 1925.

[2] Morel, Léo ; Yao, Zhibin ; Cladé, Pierre ; Guellati-Khélifa, Saïda (December 2020). "Determination of the fine-structure constant with an accuracy of 81 parts per trillion". Nature. 588 (7836) : 61–65. doi :10.1038/s41586-020-2964-7

(Manuscrit reçu le 20 juillet 2021)