



原子は原子核の周りを電子が回っているとなると、人間の手のひら（あらゆるものも）は表面が電子で覆われている状態になるということになるのですか？

もし、そうだとすればなぜ握手ができるのですか？

ほんとうなら、斥けあって手と手を握ることができないのじゃないのでしょうか？

もっと言うと、あらゆるものと触れることができないのじゃないのでしょうか？教えてください。



ご質問は素朴な内容でありながら、非常に深い意味が含まれています。

どうして握手ができるのかを理解するためには、いくつかのことを考えなくてはなりません。

[中性の原子同士の間には、電氣的な力は発生しません]

学部にもよりますが、大学では電磁気学を勉強することと思います。

その中にガウスの法則が出てきます。原子に含まれる電子のように、球形に分布した電荷は外部から見ると球の中心に全ての電荷が集まったのに等しい電場が発生します。

中性の原子では、電子と同じ数の陽子が原子核に含まれていますから電子の発生する電場と原子核の発生する電場は完全に打ち消しあいます。

その結果、中性原子の外側では電場は消えてしまいます。

したがって、中性の原子同士の間には力はほとんど発生しません（量子力学的な揺らぎによって非常に弱い引力は発生しますが）。

ですから、手と手の間には、接触するまで力は発生しません。

ただし、原子の内側では、原子核からの電場が強く働いていますので、原子の内側にいる電子は原子核に強く引きつけられています。

イオンではどうでしょうか。たとえば、ナトリウムの陽イオンでは、電子の数が陽子の数よりひとつ少なくなっています。

その結果、イオンの外から見るとプラス1価の電荷が原子核の位置にあるような電場が発生します。

陰イオンでは、逆にマイナスの電荷が原子核の位置にあるような電場が発生します。

ですから、NaCl結晶では隣接するナトリウムのプラスイオンと塩素のマイナスイオンの間に比較的強い引力が発生します。

しかしプラスとマイナスの電荷は同数ありますので、もっと遠くからみるとそれらの電場は互いに打ち消しあいます。

ですからNaCl結晶では表面の近くだけで電場が発生し、遠くでは電場はほとんど発生しません。

実際、食卓塩の粉末は互にくっつくことはありません。ただし、湿気があると水分が仲立ちになってくっつける作用がありますので、湿気るとベトベトしてきます。手の皮膚を構成する原子も中性のものだけではなく、プラスやマイナスのものもありますがNaClと同様に全体としては中性ですので、遠くでは打ち消しあって力は発生しません。

これでご質問の答えになっていると思いますが、実は以下に示すように握手できることにはもっと深い意味があります。

[粒子には同じ場所・状態にいられるボーズ粒子といられないフェルミ粒子があります]

基本的な粒子(素粒子)には大きく分けて二種類あります。

ひとつはボーズ粒子と呼ばれるもので、同じ場所に同じ状態であることができます。例えば光子です。

もうひとつはフェルミ粒子です。この粒子は同じ場所に同じ状態であることはできません。例えば電子や陽子などです。

この性質によって、非常に大きな違いが発生します。

真空中で二つのレーザー光線をぶついたら何が起こるでしょうか？何も起こらないで、通り抜けてしまいます。

これは、光子はボーズ粒子だからです。したがって、光で光を曲げたりすることはできません。

スターウォーズのライトセーバーは、実はこの原理に反します(だから面白い)。

ところが、フェルミ粒子である電子は同じ場所に同じ状態であることはできませんから、もし無理矢理に二つの原子を押しつけようと非常に大きな斥力が発生します。

それは、片方の原子に含まれる電子は、もう片方の原子の電子のいるところに進入できないからです。

たとえば二つのヘリウム原子を互いに近づけると、それぞれのヘリウム原子に含まれる2個の電子同士は互いに退けあいます。

無理に近づけると原子は壊れてしまいます。

手の皮膚の表面を構成している原子も同様に、互いに接すると退けあいますから握手できることになります。

もし、電子や陽子や中性子がボーズ粒子でできていたら握手できずにすり抜けてしまうかもしれません。

同様に我々は地上に立っていられないことになり、地球の中心まで落ち込んでしまいます。

さらに、これらのことは電子が結晶中を自由に動けるのかどうかに関係してきます。

たとえば、銅もNaClも共にたくさんの電子を含んでいます。

しかし、銅では電子が自由に運動して金属になり、NaClでは動けずに絶縁体になります。

これらはフェルミ粒子である電子のなせる性質です。

[電子を共有すると強い結合が生まれます]

今度は、二つの水素原子を近づけてみます。水素原子は原子核(陽子1個)と電子1個でできています。

実は電子にはスピンというものがあります。これは電子の自転と考えることができます。

そのとき、右回りの自転と左回りの自転という二つの選択肢があります。そのために水素原子において陽子の周りを

回る電子の状態には、右回りと左回りの自転をした二つの電子が入ることができます。三つ目はだめです。そのために二つの水素原子を近づけると、互いの電子は一緒の状態をとり水素分子として安定な結合状態ができあがります。

同様に、酸素や窒素原子同士も結合してそれぞれ酸素分子や窒素分子が安定になります。これらの結合では、互いに電子を共有しますから共有結合と呼ばれます。これは非常に強い結合で、我々が手にする堅い物体の多くは共有結合できあがっています。それ以外にも金属結合や水素結合などいくつかの結合が知られています。我々の手の皮膚を構成する原子は、このような結合によって結ばれ形が保たれています。