{電子-電磁場-電子}QED 相互作用(Ⅰ) 2024/10/17,18

☠：超伝導基礎最大難関 Cooper 対機構だが、電子間静電斥力よりも spin−spin 磁気引力が
驚くべき長距離 $r_{E=B}=1.7\times10^{-7}$m ≫ $r_B=0.5\times10^{-10}$m＝Bohr 半径とけた違いで効く。

☠：He2 対電子s軌道は H より深い結合エネ E_0、電荷 2 倍、電子核間距離 1/2⇒4 倍での計算より深い！！⇒spin 結合負エネ
H 原子半径＝0.53Å, He 原子半径＝0.32Å＞(0.53Å/2),, E_0(H)=−13.6v, E_0(He)=−79.2v

[1]:spin−spin 相互作用公式(定義)検証<筆者計算は 1.27 倍違いで九工>

(1)(a)＜九州工大＞

$U_{SS}=(\mu_0/4\pi)\sum_{i>j}\{(\boldsymbol{\mu}_i\cdot\boldsymbol{\mu}_j)/r_{ij}^3-3(\mathbf{r}_{ij}\cdot\boldsymbol{\mu}_i)(\mathbf{r}_{ij}\cdot\boldsymbol{\mu}_i)/r_{ij}^5\}$......$\boldsymbol{\mu}_e\equiv\mu_0\mu_B$..$\mu_B\equiv e\hbar/2m_e$.in MKSA.

https://www.mns.kyutech.ac.jp/~okamoto/education/electromagnetism/ele-mag-dipole-moment090701a.pdf

(b)＜物理学公式集、共立出版、1970＞...$\mathbf{s}\equiv|\boldsymbol{\mu}_e|/\mu_B=\pm1$.

$H_{SS}=4\mu_B^2\sum_{i>j}\{(\mathbf{s}_i\cdot\mathbf{s}_j)/r_{ij}^3-3(\mathbf{r}_{ij}\cdot\mathbf{s}_i)(\mathbf{r}_{ij}\cdot\mathbf{s}_i)/r_{ij}^5-(8\pi/3)(\mathbf{s}_i\cdot\mathbf{s}_j)\,\delta(r_{ij})\}$

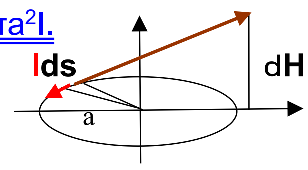
(c)$\Box\mathbf{A}=-\mu\mathbf{j}$.⇒$\Box\mathbf{H}=-\mathrm{curl}\mathbf{j}$.⇒$\mathbf{H}=\oint d\mathbf{S}x\mathbf{j}/4\pi r^2$⇒ <$\mathbf{dS}x\mathbf{j}$>=磁気 moment 自然定義?.

(2)**磁気 moment 意味再検証＝"電流"双極子(=IL)**<spin−spin−相互作用 CP 電流の基礎>

☠：通常磁気 moment 定義 μ＝SI＝πa^2I.

円環電流 I/m≡q(v/2πa),...

直線電流 I_0≡qv.



dH＝Idsxr/4πr³.

直線電流 I_0での磁気 moment 定義 μ ＝aI_0/2=**"電流 I_0"双極子 moment(=IL/2)**..

(3)**微小円環電流の作る磁界公式:**

磁気モーメント:: $\mathbf{B}=\mu_0(\pi a^2\mathrm{I})/2\pi r^3=\mu_0\mathbf{s}/2\pi r^3$,　　Bohr 磁子=$\mu_B=e\hbar/2m_e=9.27\times10^{-24}\mathrm{Am}^2(\mathrm{JT}^{-1}.)$.

https://eman-physics.net/electromag/magnetic_moment.html

☠：a≪r 極限使用の厳密式…;電子 spim を想定した円環電流(半径 a→0)の作る磁界.

$B_x=(\mu_0\mathrm{I}\pi a^2/4\pi r^3)(3xz/r^2)$........z=0.x=0 で消える,x=z.→$(3xz/r^2)$＝3/2

$B_y=0$.

$B_z=(\mu_0\mathrm{I}\pi a^2/4\pi r^3)(-1+3z^2/r^2)$.....z＝r.........**重要式**

(4)角運動量 **L** と磁気 moment::**L**=amv→I_0=ev=e(L/am)→I=I_0/2πa.

→Iπa^2＝e(L/max2πa)πa^2=e**L**/2m...........**重要式**;

https://home.hiroshima-u.ac.jp/kyam/pages/results/monograph/Ref04_g_val.pdf

(5)μ_B=**電子磁気 moment(Bohr 磁子)**=$e\hbar/2m_e=9.27\times10^{-24}\mathrm{Am}^2(\mathrm{JT}^{-1}.)$.

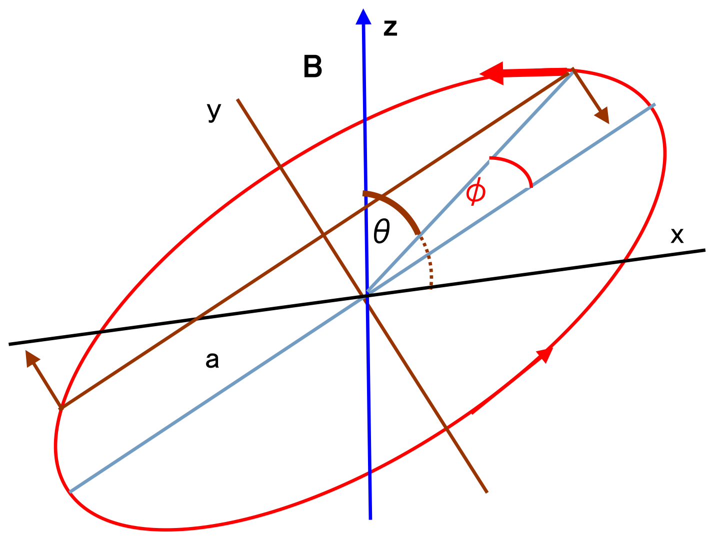
μ_B＝μ_0($e\hbar$/2m).....Bohr 磁子

https://ocw.kyoto-u.ac.jp/wp-content/uploads/2008/04/2008_teionkagakuB_3.pdf

https://home.hiroshima-u.ac.jp/kyam/pages/results/monograph/Ref04_g_val.pdf

(6)**磁気 moment 磁界 B と磁気 moment=μ相互作用** energy(potential)=U<2024/10/18>。

z 軸方向に **B**、円環電流Ｉに働く円周 y 軸回転力と回転角 θ 仕事計算=U。



$df_\theta=2ad\phi\,\mathrm{BI}\cos\phi\cos\theta$

$dU=4dsdf_\theta=2d\theta\,a\cos\phi\cdot ad\phi\cdot2\mathrm{BI}\cos\phi\cos\theta$

$U=4a^2\mathrm{BI}\int_0^{\pi/2}d\theta\int_0^{\pi/2}d\phi\cos^2\phi\cos\theta$

$*\int_0^{\pi/2}dx\cos^2=\int_0^{\pi/2}dx(\cos2x+1)/2=\pi/4$

$U=-\pi a^2\mathrm{IB}$

磁気 moment 定義:

$\mathbf{s}\equiv\pi a^2\mathrm{I}\equiv e\mathbf{L}/2m=(e\hbar/2m_e)$................(E-H)対応磁気 moment 定義

μ_B=μ_0($e\hbar$/2m_e).....Bohr 磁子..............(E-B)対応磁気 moment 定義

spin−spin 相互作用......$\mathbf{s}\equiv|\mathbf{s}|/\mu_B=\pm1$.

$\mathbf{B}=\mu_0(\mathbf{I}\pi\mathbf{a}^2)/4\pi r^3=\mu_0\mathbf{S}_1/4\pi r^3$........(3)

$U=(\pi\mathbf{a}^2\mathbf{I})\mathbf{B}=(4/\pi)(\mathbf{S}_2\cdot\mathbf{B})=\mu_0(\mathbf{S}_2\cdot\mathbf{S}_1)/4\pi r^3$,,,,,

$=\boldsymbol{\mu}_B^2(\mathbf{s}_2\cdot\mathbf{s}_1)/\mu_0 4\pi r^3$.........電子 spin=$\mathbf{s}_2$, $\mathbf{s}_1$=±1,but not=±1/2.

[2]: 既刊論文との定義？不一致検証 :

筆者：$\mu=\mu_0(I\pi a^2)=\mu_0 S_1=\mu_0(e\hbar/2m_e)=\mu_0\mu_B s_1$.....spin $s_1=1$ と Bohr **磁子定義**

$U=-(\mu_B^2)(s_2\cdot s_1)/\mu_0 4\pi r^3$........$s_2$, $s_1=\pm1$,but not$=\pm1/2$.
$(1/\mu_0 4\pi)$＝基準係数

＜物理学公式集、共立出版、1970＞
原著：H_{SS}(共)$=4\mu_B^2\Sigma_{i>j}\{(s_i\cdot s_j)/r_{ij}^3-3(r_{ij}\cdot s_i)(r_{ij}\cdot s_i)/r_{ij}^5-(8\pi/3)(s_i\cdot s_j)\delta(r_{ij})\}$....$\mu_B=2e\hbar/mc$

$\mu_B=(2e\hbar/m)c\Rightarrow\equiv\mu_B c$,,,$s=s/2$,$\Rightarrow H_{SS}$(共)$=(1/c^2\mu_0^2)\mu_B^2\Sigma_{i>j}\{(s_i\cdot s_j)/r_{ij}^3-3(r_{ij}\cdot s_i)(r_{ij}\cdot s_i)/r_{ij}^5-(8\pi/3)(s_i\cdot s_j)\delta(r_{ij})\}$

$ER=(1/\mu_0 4\pi)/(\varepsilon_0^2)=8.06\times10^4/(8.85\times10^{-12})^2=8\times10^{26}$......$\mu_B$ 定義違い？？に起因
☠：H_{SS}(共)第２項は正値無実現、負値並列で $r\to0$ だと内積０，無実現、第３項は意味不明、

https://www.mns.kyutech.ac.jp/~okamoto/education/electromagnetism/ele-mag-dipole-moment090701a.pdf
原著：
$$U_{12}=-\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\left[\frac{3(\mu_1\cdot r)(\mu_2\cdot r)}{r^5}-\frac{(\mu_1\cdot\mu_2)}{r^3}\right]$$

$U_{12}=)/4\pi\mu_0^2[(s_i\cdot s_j)/r_{ij}^3-3(r_{ij}\cdot s_i)(r_{ij}\cdot s_i)/r_{ij}^5]$

$\mu=\mu_B s$,$s=1\Rightarrow H_{SS}$(九)$=(1/4\mu_0\pi)\mu_B^2\Sigma_{i>j}\{(s_i\cdot s_j)/r_{ij}^3-3(r_{ij}\cdot s_i)(r_{ij}\cdot s_i)/r_{ij}^5\}$

$ER=(1/\mu_0 4\pi)/(1/4\mu_0\pi)=1$......**基本的に一致！**
☠違いは(九工)は磁荷定義、筆者円環電流定義.

[3]: 電子間静電斥力 VS spin-spin 磁気引力.

驚くべき長距離 $r_{E=B}=1.7\times10^{-7}$m$\gg r_B=0.5\times10^{-10}$m＝Bohr 半径けた違いで効く。

$U_{SS}=(\mu_B^2)(s_2\cdot s_1)/4\mu_0\pi r^3$.
$U_{ee}=e^2/4\varepsilon_0\pi r$.

$U_{SS}=U_{ee}$
$(\mu_B^2)(s_2\cdot s_1)/4\mu_0\pi r^3=e^2/4\varepsilon_0\pi r$.
$(\mu_B^2)/\mu_0 r^3=e^2/\varepsilon_0 r$.
$r^2=(\mu_B/e)^2(\varepsilon_0/\mu_0)$

$\mu_B=9.27\times10^{-24}\mathrm{Am}^2$......$e=1.6\times10^{-19}$.
$\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}$........$\mu_0=4\pi\times10^{-7}$.

$(\varepsilon_0/\mu_0)=7.0\times10^{-6}$.
$(\mu_B/e)^2=3.3\times10^{-9}$.
$r^2=2.3\times10^{-14}$m

$r=1.5\times10^{-7}$m

$r_B=0.5\times10^{-10}$m

後書:
本 777 が過去主張してきた spin-spin 結合可能性根拠となるが、
$r_{E=B}=1.5\times10^{-7}$m$\gg r_B=0.5\times10^{-10}$m＝0.5Å:Bohr 半径,$H_2O$ サイズ=3.8Å,
逆にかような長距離だと化学結合影響は大きく成り過ぎる疑念が。、

これで Cooper 対から解放？で、超電導は純材料設計問題へ。
詳細検証は専門家の仕事になります。筆者は電気屋復帰が待ってます。