量子粒子の構造と相互作用 – エネルギー周回理論に基づく

Version-2021.06

空間エネルギー： 宇宙エネルギーの対称な部分

見かけエネルギー： 非対称な部分。 空間エネルギーの振動。

スペーシア： 隠れ次元の半径μ_0を半径とする単位空間の空間エネルギーで、隠れ次元の中では最低の振動数 ω_0 を示す。

基本力によるエネルギー周回の相互作用：

1） **周回内-相互作用** – エネルギー周回を可能にする

スペーシア内での **1 重周回 single circulation**：

iS （隠れ―空間　次元）、 S （空間―空間　次元）

$$\mathbf{E} = E\mu_0\varphi_0 \ , \ \varphi_0 = \exp(i\omega_0 t)$$

$$E = E_{(iS)} = E_{(S)} = m_0 {v_c}^2 = m_0 {\mu_0}^2 {\omega_0}^2 = m_0 c^2$$

電荷： iS の隠れ H 次元での運動量

2） **周回間-相互作用**（二つの周回の間）

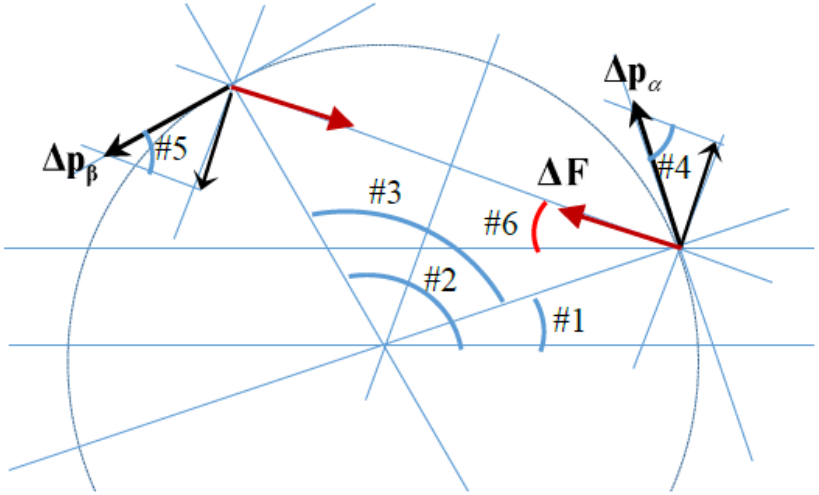
- 水平相互作用： 強い核力
- 垂直相互作用： 弱い核力

© All copy rights reserved by the author.

＜ 周回内力 ＞

$\Delta\mathbf{p}_\alpha$ ， $\Delta\mathbf{p}_\beta$ ： 円周上の局所微小運動量

$$-\frac{\pi}{2} \le \alpha \le \frac{\pi}{2}\ ,\quad \frac{\pi}{2} \le \beta \le \frac{3\pi}{2}\ ,\quad \theta \equiv \beta - \alpha$$



#1: α

#2: β

#3: $\theta = \beta - \alpha$

#4: $\theta/2$

#5: $-\theta/2$

#6: $\gamma = \frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2} - \alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha+\beta}{2}$

$$d = 2\mu_0 \sin\frac{\theta}{2}$$

$\Delta\mathbf{p}_\alpha$ と $\Delta\mathbf{p}_\beta$ の間の力：

$$\Delta F = K_f \frac{\Delta p_\alpha \Delta p_\beta}{d^2} \sin\frac{\theta}{2} \sin\frac{-\theta}{2} = -K_f \frac{\Delta p_\alpha \Delta p_\beta}{4{\mu_0}^2}$$

$$\Delta F_x = \Delta F \cos\gamma = \Delta F \sin\frac{\alpha+\beta}{2} = \Delta F \left(\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\beta}{2} + \cos\frac{\alpha}{2}\sin\frac{\beta}{2}\right)$$

半周円弧 $\frac{\pi}{2} \leq \beta \leq \frac{3\pi}{2}$ 全体の運動量 $\mathbf{p_\pi}$ から $\mathbf{\Delta p_\alpha}$ が受ける X-方向成分の力：

$$p_h \equiv p_\pi = \int_{\pi/2}^{3\pi/2} \Delta p_\beta d\beta = \Delta p_\beta \pi$$

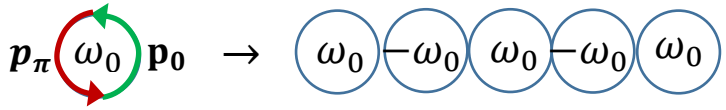
$$F_x(\alpha) = \int_{\pi/2}^{3\pi/2} \Delta F_x \partial\beta = -K_f \frac{\Delta p_\alpha}{4{\mu_0}^2} \frac{p_h}{\pi} 2\sqrt{2} \cos\frac{\alpha}{2}$$

半周円弧 $-\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$ の運動量 $\mathbf{p_0}$ が他方の半周円弧 $\frac{\pi}{2} \leq \beta \leq \frac{3\pi}{2}$ の運動量 $\mathbf{p_\pi}$ から受ける X-方向成分の力：

$$F_{x-intra} = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} F_x(\alpha) \partial\alpha = -\frac{8}{\pi^2} K_f \frac{{p_h}^2}{(2\mu_0)^2}$$

空間方向（X）での *iS* 伸長：

周回エネルギーが n 個の周回に分割される。



1 個のスペーシア内での F_x ：

$$F_x = \frac{8}{\pi^2} K_f \frac{(p_h/n)(-p_h/n)}{(2\mu_0)^2} = -\frac{8}{\pi^2} K_f \frac{{p_h}^2}{(2n\mu_0)^2}$$

周回が隣接した場所では力は相殺されゼロとなる。全体の力は両端の二つのスペーシア間で $\pm p_h$ の運動量が $d = 2n\mu_0$ の距離で働く力と捉えることができる。

H 次元の運動量を**電荷**として力を表示。

$$F_x = K_e \frac{\mathbf{e_0} \cdot \mathbf{e_\pi}}{d^2}$$

可能な組み合わせとして、次のように電気力定数と電荷を定義する。

$$K_e \equiv \frac{8}{\pi^2} K_f \ , \ e \equiv p_h \ , \ \mathbf{e_0} = -e \ , \ \mathbf{e_\pi} = +e \ .$$

$$e = p_h = \frac{E_{(iS)}}{2} \frac{1}{v_c} = \frac{m_0 \mu_0 \omega_0}{2} = \frac{m_0 c}{2}$$

（他の可能な組み合わせ： $K_e \equiv K_f$ ， $e \equiv \frac{2\sqrt{2}}{\pi} p_h$ ）

＜ ２重周回 double circulation（結合共役周回対）＞

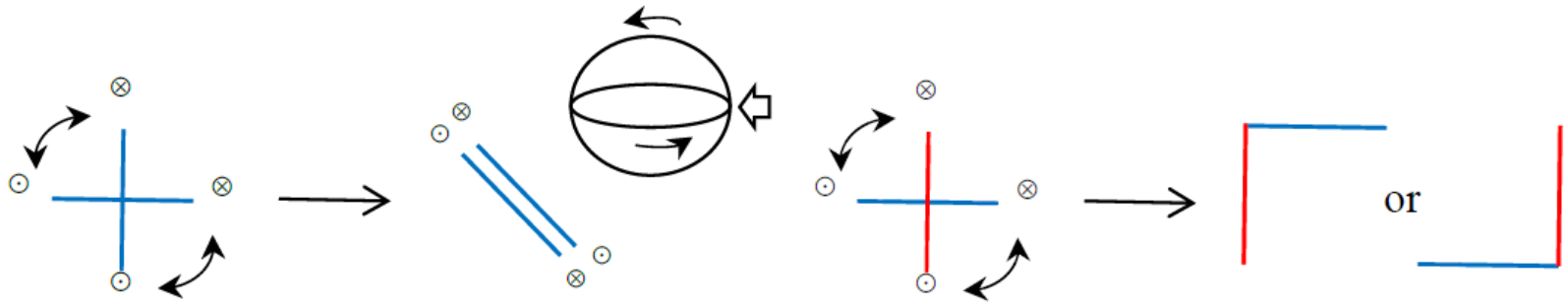
ひとつのスペーシアが二つの空間―空間平面 X-Y と X-Z 内にエネルギーの１重周回を一つずつ持つ場合を考える。

$$\mathbf{E}_{(\mathbf{S})} = E_{(S)}\mu_0\varphi_0 \ , \quad \varphi_0 = \exp(i\omega_0 t)$$

$$\boldsymbol{\mu}_{\mathbf{xy}} = [x \quad y] = \mu_0\varphi_0[1 \quad -i] \ , \quad \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{xz}} = [x \quad z] = \mu_0\varphi_0[1 \quad -i]$$

二つの周回は基本力により互いに引き合う。共通の軸 X の周りに回転して X-YZ 平面内に共役周回の結合対を形成する。

$$S_{x-y} + S_{x-z} \longrightarrow S_{x-yz} : \overline{S_{x-yz}}$$



$2S \rightarrow D\left(S:\overline{S}\right)$ or $2iS \rightarrow iD\left(iS,\overline{iS}\right)$

(a) Two space-space circulations, or two hidden-space circulations

(b) One hidden-space and one space-space circulations

スペーシア内に iS (in hidden-space dimensions H-X) と S (in space-space dimensions X-Y) が一個ずつある場合：

iS は H 内では幅 $2\mu_0$ で量子化されているので、これらの周回は共通の軸 X の周りを H Y の混合方向に回転できない。空間—空間次元周回 S が動いて隠れ—空間次元周回 iS の端に付く。

S と iS は相互に引き合う

スペーシア内に二つの iS 周回がある場合：

共通の軸 H の回りを空間—空間次元平面 X-Y 内で回転して結合共役周回ペアを与える。

$$iS_{h-x} + iS_{h-y} \longrightarrow iS_{h-xy} : \overline{iS_{h-xy}}$$

結合した共役周回の対を **２重周回 double circulation** と呼ぶ。

$$D = S : \overline{S} \ , \ \ iD = iS : \overline{iS}$$

＜ 水平相互作用 flat interaction（周回間）＞

1.　２重周回（結合共役周回対）の二つの１重周回への水平分離

$$D(S:\bar{S}) \leftrightarrow S + \bar{S} \quad \text{（X-Y 平面、X 方向）}$$

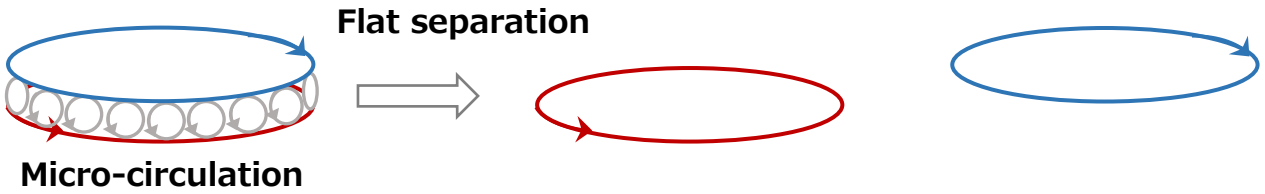
周回を二つの直線静止エネルギーモーメント$\pm\ {}_r p_h$とする近似を使う：

$${}_r p_h = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \Delta p \cos\alpha \, d\alpha = \frac{2}{\pi} p_h$$

直径に対する相対距離を使用する：　$x \equiv d_x / 2\mu_0$

二つの周回が重なると、局所円周と X-Y に垂直な Z の平面内に多数の “微小周回 micro-circulations” を形成する。その直径*を x_0 とする。Z 方向で距離 x_0 を保って二つの周回が X 方向にスライドすると仮定する。

＊ 発表論文での”半径”は”直径”の間違い。



S の $\boldsymbol{p_0}$ と $\overline{S}$ の $\boldsymbol{p_0}$ 間の X 方向の部分的な力 （$\boldsymbol{p_0}$ は $-\pi/2 \le \alpha \le \pi/2$ の運動量）：

$$F_x(p_0 p_0) = -K_f \frac{4{p_h}^2}{\pi^2} \frac{1}{4{\mu_0}^2} \frac{1}{x^2 + {x_0}^2} \frac{x}{\sqrt{x^2 + {x_0}^2}} = -K_f \frac{{p_h}^2}{\pi^2 {\mu_0}^2} \frac{x}{(x^2 + {x_0}^2)^{3/2}}$$

二つの周回全体の水平相互作用による X 方向の力：

$$F_{flat}(S - \overline{S}) = K_f \frac{{p_h}^2}{\pi^2 {\mu_0}^2} \left(\frac{x-1}{((x-1)^2 + {x_0}^2)^{3/2}} + \frac{x+1}{((x+1)^2 + {x_0}^2)^{3/2}} - \frac{2x}{(x^2 + {x_0}^2)^{3/2}} \right)$$

$$Q_p \equiv K_f \frac{{p_h}^2}{\pi^2 {\mu_0}^2}$$

$$F_{flat}(S - \overline{S}) = Q_p f_1(x)$$

負の力は $x > 0$ で引力 $x < 0$ で排斥力となる。

$x > 0$ で力が $f(x)$ である場合は $x < 0$ では $-f(-x)$ で示される。

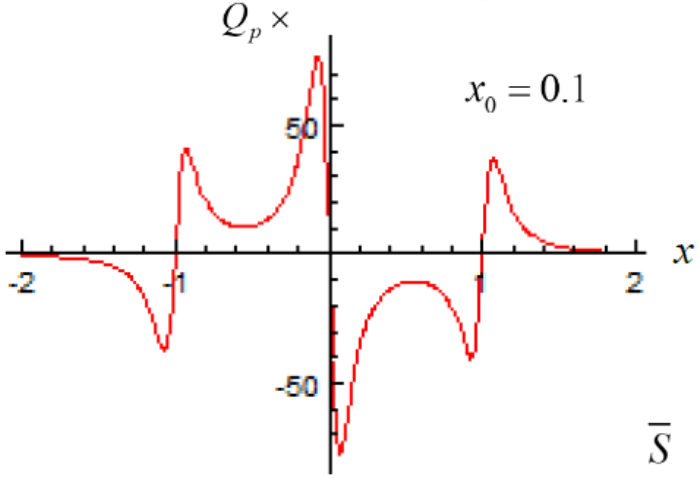
今回の場合は $-f_1(-x) = f_1(x)$ のため x の全域において力は $Q_p f_1(x)$ となる。

S の X 方向への $\overline{S}$ からの分離によるポテンシャル* $V(x) = -\int F(x)dx$ ：

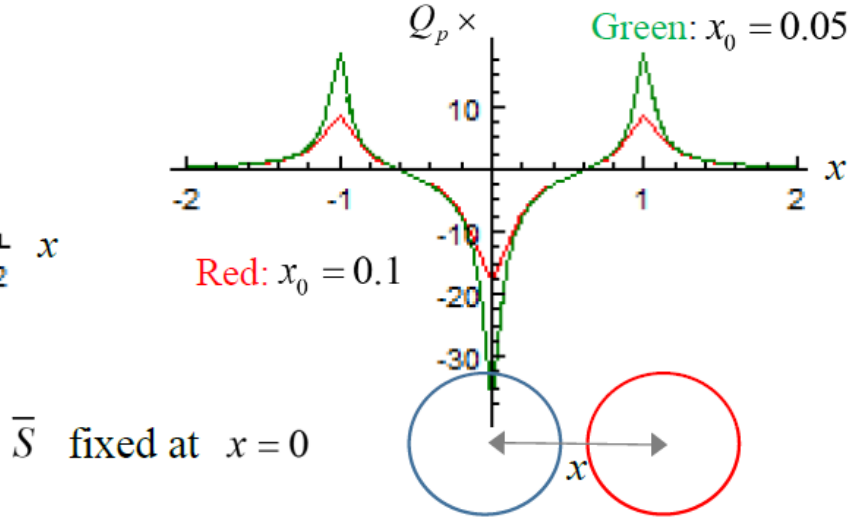
（*: ポテンシャルエネルギーとして）

$$V_{flat}(S - \overline{S}) = -\int Q_p\, f_1(x)dx = Q_p \left(\frac{1}{\sqrt{(x-1)^2 + {x_0}^2}} + \frac{1}{\sqrt{(x+1)^2 + {x_0}^2}} - \frac{2}{\sqrt{x^2 + {x_0}^2}} \right)$$

$x = d/2\mu_0$: Relative distance to the diameter



(a) Force on S from $\bar{S}$



(b) Potential of S from $\bar{S}$

Flat interaction between conjugated two single circulations S and $\bar{S}$: the force (a) and the potential (b) of S from $\bar{S}$ fixed at $x = 0$. The red lines are for $x_0 = 0.1$ and the green line is for $x_0 = 0.05$.

$|x| < 1$: 力は**引力**で、二つの周回を $x = 0$ での**結合対に戻そう**と働く。

$|x| = 1$: 力はゼロ。 $|x| = 1$ でポテンシャルの山を示す。

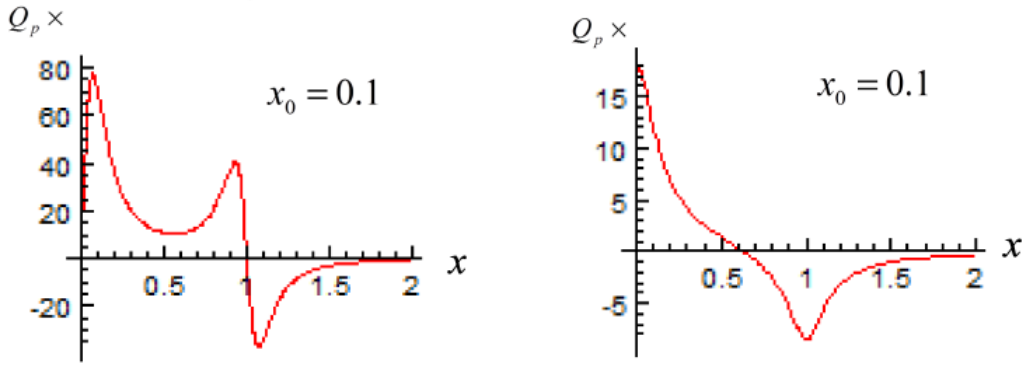
$|x| > 1$: 力は**排斥力**で、 S の $\bar{S}$ からの**分離を加速**する。

2.　同一平面内での S ともう一つの S（**同じ回転方向**）との水平相互作用：

この力とポテンシャルは $S-\bar{S}$ 相互作用の場合の値の負の値になる。

$$F_{flat}(S-S) = -F_{flat}(S-\bar{S}) = -Q_p f_1(x) \ , \ V_{flat}(S-S) = -V_{flat}(S-\bar{S})$$

$x = d/2\mu_0$: Relative distance to the diameter



One S fixed at $x = 0$

(a) Force on S from S.　　(b) Potential of S from S.

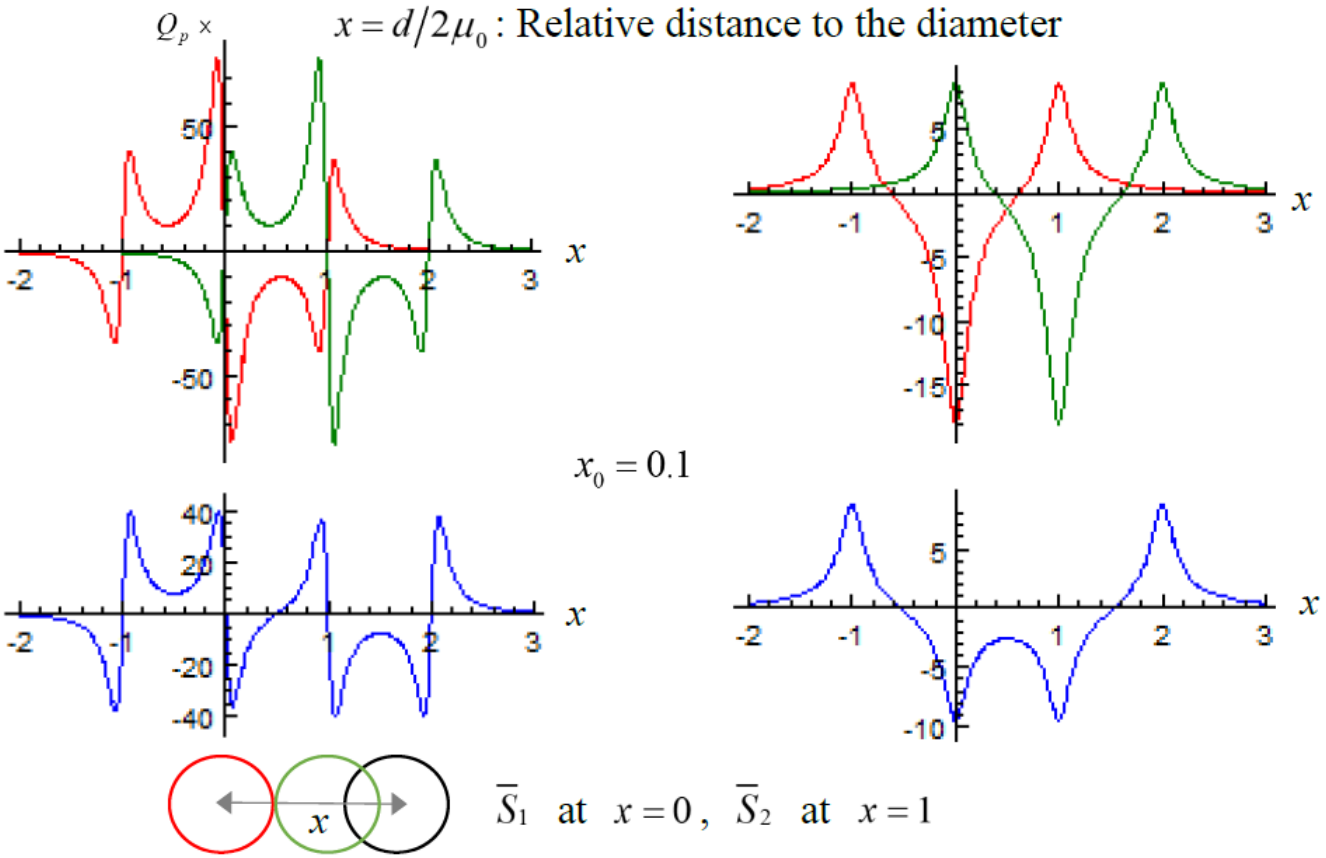
Flat interaction between two single circulations S and S: the force (a) and the potential (b) of S from another S fixed at $x = 0$ for $x_0 = 0.1$.

この力は $x > 1$ で**引力**（$x = 1$ でゼロ、 $0 < x < 1$ で排斥力）。

これは隣接する核子の $\bar{S}-\bar{S}$ 間　または $iS - iS$ 間に働く **吸引性の核力**だ。

3. 二つの $\bar{S}$ と一つの S による $\overline{SS}-S$ 作用：

$$S+\bar{S}+\bar{S} \leftarrow D(S:\bar{S})+\bar{S} \leftrightarrow \bar{S}+D(S:\bar{S}) \rightarrow \bar{S}+\bar{S}+S$$



(a) Respective forces on S (black) from $\bar{S}_1$ (red), $\bar{S}_2$ (green), sum (blue)

(b) Respective potentials of S from $\bar{S}_1$ (red), $\bar{S}_2$ (green), sum (blue)

これは **陽子** と **中性子** 間に働く、$\bar{S}-\bar{S}$ 相互作用に加えての、もう一つの核力である。

＜ 垂直相互作用 orthogonal interaction（周回間）＞

S と $\overline{S}$ の垂直相互作用：

S 上の局所微小運動量 $\Delta\mathbf{p_\alpha}$ と $\overline{S}$ 上の半周運動量 $\mathbf{p_0}$ および $\mathbf{p_\pi}$ を考える。近似として $\mathbf{p_0}$ と $\mathbf{p_\pi}$ の $\Delta\mathbf{p_\alpha}$に対し平行または反平行の成分が $2\mu_0$ の距離にあると仮定する。

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \Delta p_0 \cos\beta \, d\beta = \int_{\pi/2}^{3\pi/2} \Delta p_\pi \cos\beta \, d\beta = \frac{2}{\pi} p_h$$

S 上の $\Delta\mathbf{p_\alpha}$ が $\overline{S}$ 全体から受ける距離 d 方向の力（for $d > 0$）：

$$F_d(\alpha) = K_f \Delta p_\alpha \frac{2p_h}{\pi}\left(\frac{d}{(d^2 + 4{\mu_0}^2)\sqrt{d^2 + 4{\mu_0}^2}} - \frac{1}{d^2}\right)$$

S 全体が受ける二つの周回間の力：

$$\int_0^{2\pi} \Delta p_\alpha d\alpha = 2\pi\Delta p_\alpha = p = 2p_h$$

$$F_d = K_f \frac{4{p_h}^2}{\pi}\left(\frac{d}{(d^2 + 4{\mu_0}^2)\sqrt{d^2 + 4{\mu_0}^2}} - \frac{1}{d^2}\right)$$

$$F_x = K_f \frac{{p_h}^2}{\pi {\mu_0}^2}\left(\frac{x}{(x^2+1)^{3/2}} - \frac{1}{x^2}\right) = Q_p f_2(x)\ , \qquad d = 2\mu_o x$$

$-x_0 \le x \le x_0$ では二つの周回は直径 x_0 の微小周回を形成する。力の強度は一定だが距離方向の成分は x/x_0 倍になる。 $x \le -x_0$ では力は $-Q_p f_2(-x)$ となり、負の力は排斥力を示す。

$$F_{ort}(S-\overline{S}) = -Q_p f_2(-x) = Q_p \pi\left(\frac{x}{(x^2+1)^{3/2}} + \frac{1}{x^2}\right) \quad (x \le -x_0)$$

$$F_{ort}(S-\overline{S}) = Q_p f_2(x_0)\frac{x}{x_0} = Q_p \pi\left(\frac{1}{({x_0}^2+1)^{3/2}} - \frac{1}{{x_0}^3}\right)x \quad (-x_0 \le x \le x_0)$$

$$F_{ort}(S-\overline{S}) = Q_p f_2(x) = Q_p \pi\left(\frac{x}{(x^2+1)^{3/2}} - \frac{1}{x^2}\right) \quad (x \ge x_0)$$

これらのポテンシャル* $V(x) = -\int F\,(x)dx$：

$$V_{ort}(S-\overline{S}) = Q_p \pi\left(\frac{1}{\sqrt{x^2+1}} + \frac{1}{x}\right) \quad (x \le -x_0)$$

$$V_{ort}(S-\overline{S}) = -Q_p \pi\left(\frac{1}{({x_0}^2+1)^{3/2}} - \frac{1}{{x_0}^3}\right)\frac{x^2}{2} + CQ_p \quad (-x_0 \le x \le x_0)$$

$$x_0 = 0.1\text{：} \quad C = -44$$

$$V_{ort}(S-\overline{S}) = Q_p\pi\left(\frac{1}{\sqrt{x^2+1}} - \frac{1}{x}\right) \qquad (x \geq x_0)$$

弱い核力 weak interaction：　空間-空間次元周回 S の垂直分離

$$u(S) \longrightarrow \nu(H) + \overline{\nu}(\overline{H})$$

空間-空間次元周回は一つのスペーシア上に局限する必要はなく、複数のスペーシアに広がることができる。垂直分離した一片の半径と半弧運動量の初期値は各々 μ_0 と $p_h/2$ であるが、二つの半片間の強い排斥力により分離速度が増加し、直ちにゼロ近くに減少する。この反片を**半周回 hemi-circulation** と呼ぶ。それぞれの直進方向に対して二つの半周回は逆の角運動量を持つ。この二片が**ニュートリノ**と**反ニュートリノ**である。

空間次元方向に伸長した iS の半片もまた半周回 iH と呼ぶ。

$$iS + \Delta E \longleftrightarrow iH_+ + iH_-$$

この伸長により、空間方向でのポテンシャルだけが増加し、隠れ-空間次元内での角運動量は不変で一定に保たれる。

＜ 宇宙分離 cosmic separation ＞

初期宇宙の X_1-X_2 での **水平分離** と X_3-X_4 での **垂直分離**（X_1，X_2, X_3，X_4 は互に直交）が同時に起こり、二つの宇宙を与える：

$$(D_{12}, D_{34}) \longrightarrow (S_{12}, S_{34}) + (\overline{S_{12}}, \overline{S_{34}})$$

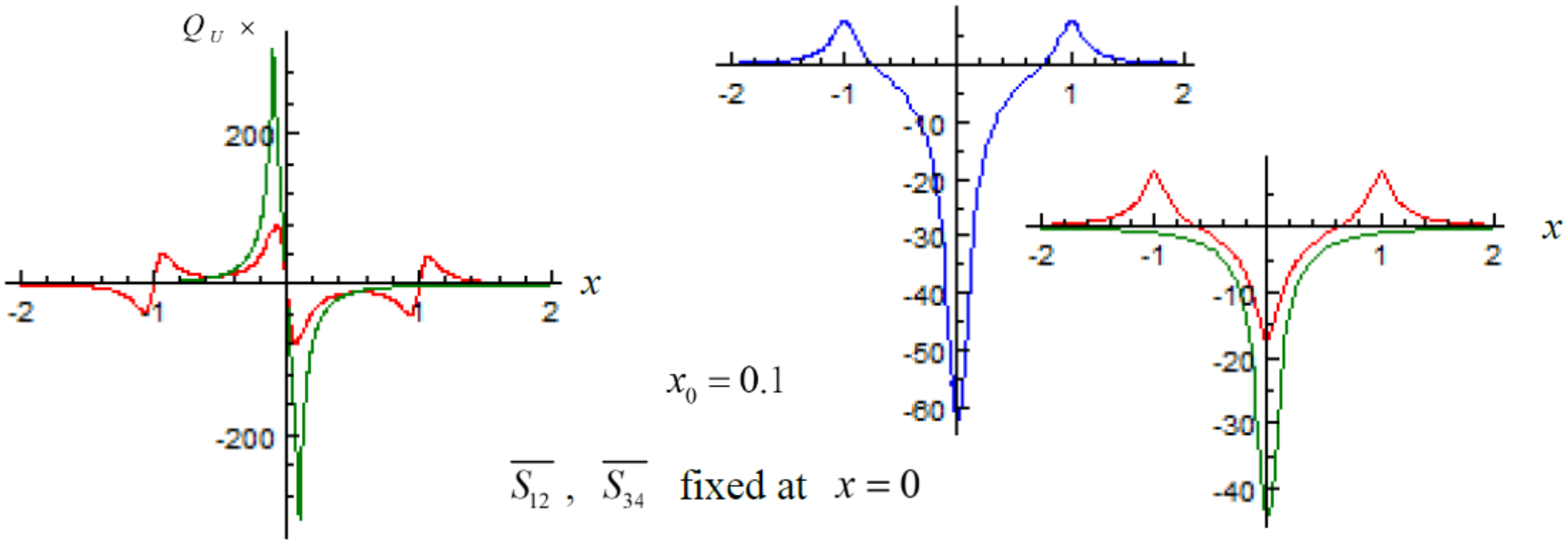
$$E_{(S_{12})} = E_{(S_{34})} = E_U/2 \ , \qquad p_{Uh} = p_{U0} = p_{U\pi} = \frac{E_U}{4}\frac{1}{v_c}$$

$$Q_U \equiv K_f \frac{{p_{Uh}}^2}{\pi^2 {\mu_0}^2}$$

これを **宇宙分離 cosmic separation** と呼ぼう。ここでの μ_0 は半径の初期値。半径は宇宙膨張として増加している。しかし、宇宙分離の大まかなイメージを得るために、**仮に半径は一定**として扱ってみよう。

Q_p を Q_U に置き換えると量子粒子についての水平分離と垂直分離の式が宇宙分離にそのまま使用できる。

$x = d/2\mu_0$:Relative distance to the diameter



(a) Respective forces on S_{12} and S_{34} (b) Potentials of S_{12} , S_{34} and $S_{12} + S_{34}$

Force (a) and potential (b) of our universe in the **cosmic separation** to two universes for $x_0 = 0.1$. The red lines are for the flat separation $D_{12} \to S_{12} + \overline{S_{12}}$. The green lines are for the orthogonal separation $D_{34} \to S_{34} + \overline{S_{34}}$. The blue line is for the sum.

＜ 量子粒子の構造 ＞

量子粒子の定義：

「*単一スペーシア内の一つまたは複数のエネルギー周回* 」

４次元空間では互いに**直交する２次元平面が６個**（３次元空間では３個）ある。

X-Y，Y-Z，Z-X 面： $S,\ \overline{S}, H, D, D^{\#}$ または $D^{\#\#}$ を保持できる

H-X，H-Y，H-Z 面： $iS,\ \overline{iS}, iH, \overline{iH}, iD, iD^{\#}$ または $iD^{\#\#}$ を保持できる

$\overline{H}$ は定義により単独で存在する反ニュートリノだけを示す。これは単一スペーシア内の周回ではなく空間を直進しその速度は光速（$\mu_0\omega_0 = c$）に近く静止質量はゼロに近い。

S の分離： 全エネルギーは一定。二つの分離片間の排斥力によりポテンシャルが低下し、それが静止エネルギーを低下させ運動エネルギーを増加させる。

$$E_t = mc^2 = (mc^2 + \Delta V) - \Delta V = E_r + E_k$$
$$E_r = mc^2 + \Delta V \ , \quad E_k = -\Delta V$$

電子：

$iS - S$ 相互作用と同様に、iH は $S,\ \overline{S}, H$ または $\overline{H}$ を引き付ける。電子は iH_- と H の付加物で、 iH_- に対して垂直な空間方向に動いている。

$$e^- = (H_e, iH_-)$$

電子内の iH_- の静止エネルギー：　電子の運動方向*についての有効なエネルギーは外端の単一スペーシアだけのものとなる。陽子と水素原子の大きさの比から、静止エネルギーを iH_- の全エネルギーの 1/1000 と仮に見なす。(*垂直方向には全エネルギーが静止エネルギーとなる)

iH_+ は高静止エネルギーを持つ他のエネルギー周回を伴って静止している。その静止エネルギーは全エネルギーに等しい。

基本エネルギー周回の 全エネルギー / 静止エネルギー ：

仮定的に次のようにエネルギーを割り当てる。

$E_{(iS)} = E_{(S)} = 100\ \text{MeV}$ (Energy of iS)

$E_{(n-iS)} = 276\ \text{MeV}$ (Energy of prolonged iS)

$E_{(iH_+)} = E_{(iH_-)} = E_{(n-iS)}/2 = 138\ \text{MeV}$ (Energy of iH)

$E_{r(iH_+)} = E_{(iH_+)} = 138\ \text{MeV}$ (Rest energy of iH_+)

$E_{r(iH_-)} = E_{(iH_-)}/n = 0.1\ \text{MeV}$ (Rest energy of iH_-)

$E_{(S)} = 100\ \text{MeV}$ (Energy of S)

$E_{(H)} = E_{(\overline{H})} = E_{(S)}/2 = 50\ \text{MeV}$ (Energy of H and $\overline{H}$)

$E_{r(H_e)} = 0.4\ \text{MeV}$ (Rest energy of H_e)

$E_{r(\overline{H_e})} \approx 0\ \text{MeV}$ (Rest energy of $\overline{H_e}$)

$$E_{r(e)} = E_{r(iH_-)} + E_{r(H_e)} = 0.1 + 0.4 \text{ MeV} = 0.5 \text{ MeV}.$$

$E_{r(H_\mu)} = 5 \text{ MeV}, \quad E_{r(\overline{H_\mu})} \approx 0 \text{ MeV}$ (Rest energy of μ-neutrino)

$E_{r(H_\tau)} = 40 \text{ MeV}, \quad E_{r(\overline{H_\tau})} \approx 0 \text{ MeV}$ (Rest energy of τ-neutrino)

$$E_{(D)} = 2\left(E_{(S)} + E_{p(S)}\right) \equiv 200 - 60 \text{ MeV} = 140 \text{ MeV}$$

$$E_{(D^{\#})} = 4E_{(D)} = 140 * 4 \text{ MeV} = 560 \text{ MeV}$$

$$E_{(D^{\#\#})} = 9E_{(D)} - 10 \text{ MeV} = 140 * 9 - 10 \text{ MeV} = 1250 \text{ MeV}$$

$$E_{(iD)} = 2\left(E_{(iS)} + E_{p(iS)}\right) \equiv 200 - 65 \text{ MeV} = 135 \text{ MeV}$$

$$E_{(iD^{\#})} = 4E_{(iD)} = 135 * 4 \text{ MeV} = 540 \text{ MeV}$$

$$E_{(iS^{\#})} = E_{(S^{\#})} = m_0 \mu_0^{\,2} (2\omega_0)^2 = 4E_{(iS)}$$

$$E_{(iS^{\#\#})} = E_{(S^{\#\#})} = m_0 \mu_0^{\,2} (3\omega_0)^2 = 9E_{(iS)}$$

$$E_{(iS)} = E_{(S)} = m_0 v_c^{\,2} = m_0 \mu_0^{\,2} \omega_0^{\,2} = m_0 c^2$$

iS と 電子の スピン / 角運動量：

- iS は４次元空間で角運動量を持つが３次元空間では持たない。
- iS は空間方向（X）に１次元の電気分極を示すが、これはＸ に対して垂直な空間方向に容易に回転する。

- 回転する iS は角運動量を持ち $J_3 = \pm 1/2$ のいずれかの値を取りえる。
- 回転する iS は $\overline{S}$ と相互作用し結合対を形成する $J_3(iS - \overline{S}) \approx 0$。
- $S \to H_e + \overline{H_e}$ の分離において、電子（iH_-, H_e）は軌道角運動量として $+L$ または $-L$ のいずれの値も取りえる。
- 運動（運動量）方向に対して、電子内のニュートリノのスピン第三成分 J_3 of H_e は運動方向に依存することになる。一方の方向について $J_3 = +1/2$ の場合、逆の方向の場合は $J_3 = -1/2$ となる。
- 二つの電子が逆平行に周回 $f = \pm\omega$ する場合、互いに逆のスピン第三成分 $J_3 = \pm 1/2$ を示し、基本力により互いに引き合う。
- 半周回のスピン：

  H: $J = 1/2$, but 0 if associated with S

  iH_-: $J = 0$

  iH_+: $J = 1/2$, 0 if associated with $\overline{S}$

複合周回のスピン： $J = |\sum J_3|$

＜ 量子粒子の組成（基本周回組成）＞

Name	Symbol = (Composition)	Electric charge	Spin	Total energy (MeV)	Rest energy (MeV)	Reported mass (MeV/c^2)
<Single circulation>						
✧ "unino"	$u=(S)$	0	$J=1/2$	$E_t=100$	$E_r=100$	
✧ "photino"	$Ph=(iS)$	$\Leftrightarrow$ *	$J=1/2$	$E_t=100$	$E_r=100$	
*: Electric polarization in a spacia, neutral in total.						
<Double circulation (meson)>						
✧ "duon"	$d=(D)$	0	$J=0$	$E_t=140$	$E_r=140$	
✧ "duon$^{\#}$"	$d^{\#}=(D^{\#})$	0	$J=0$	$E_t=560$	$E_r=560$	
✧ "duon$^{\#\#}$"	$d^{\#\#}=(D^{\#\#})$	0	$J=0$	$E_t=1250$	$E_r=1250$	
✧ pion^0	$\pi^0=(iD)$	0	$J=0$	$E_t=135$	$E_r=135$	(135)
		$\pi^0(iD)\rightarrow 2\gamma$				
✧ eta meson	$\eta^0=(iD^{\#})$	0	$J=0$	$E_t=540$	$E_r=540$	(549)

$$\eta^0(iD^{\#})\rightarrow 2\gamma$$

$$\eta^0(iD^{\#})\rightarrow 3\pi^0(iD)$$

$$\eta^0(iD^{\#})\rightarrow \pi^-(D,iH_-)+\pi^0(iD)+\pi^+(D,\overline{iH_-})$$

< Hemi-circulation >

Depending on the moving speed to the space energy, the rest energy of the hemi-circulation varies while the total energy is invariant.

1) Neutrino (lepton): Space-space hemi-circulation.

✧ e-neutrino	$\nu_e = (H_e)$	0	$J = 1/2(0)$*	$E_t = 50$	$E_r = 0.4$ **	
✧ anti-ν_e	$\overline{\nu_e} = (\overline{H_e})$	0	$J = 1/2$	$E_t = 50$	$E_r \approx 0$	(≈ 0)
✧ μ-neutrino	$\nu_\mu = (H_\mu)$	0	$J = 1/2(0)$*	$E_t = 50$	$E_r = 5$ **	
✧ anti-ν_μ	$\overline{\nu_\mu} = (\overline{H_\mu})$	0	$J = 1/2$	$E_t = 50$	$E_r \approx 0$	(≈ 0)
✧ τ-neutrino	$\nu_\tau = (H_\tau)$	0	$J = 1/2(0)$*	$E_t = 50$	$E_r = 40$ **	
✧ anti-ν_τ	$\overline{\nu_\tau} = (\overline{H_\tau})$	0	$J = 1/2$	$E_t = 50$	$E_r \approx 0$	(≈ 0)

*: We regard the spin is zero when associated with a single circulation S.

**: These are values when associated with other circulation(s).

2) Electric charge: Hidden-space hemi-circulation by iS prolongation.

✧ "protino"	(iH_+)	+	$J = 1/2(0)$*	$E_t = 138$	$E_r = 138$ **
✧ "electrino"	(iH_-)	–	$J = 0$	$E_t = 138$	$E_r = 0.1$

*: The spin is zero when associated with $\overline{S}$, S or iS, and is 1/2 when associated with only double circulation(s). iH_+ is always associated with other circulations.

**: The value is when it is associated with massive circulations and almost stationary.

<Complex lepton>

The "lepton" is a particle containing a space-space hemi-circulation H or $\overline{H}$. The complex lepton includes both hemi-circulations H and iH_-, which attract each other.

✧ electron $e^- = (H_e, iH_-)$ — $J = 1/2$ $E_t = 188$ $E_r = 0.5$ (0.5)

✧ muon $\mu^- = (S, H_\mu, iH_-)$ — $J = 1/2$ $E_t = 288$ $E_r = 105.1$ (106)

$$\mu^-(S, H_\mu, iH_-) \to e^-(H_e, iH_-) + \overline{\nu_e}(\overline{H_e}) + \nu_\mu(H_\mu)$$

✧ tau $\tau^- = (2iD^\#, D^\#, S, H_\tau, iH_-)$ — $J = 1/2$ $E_t = 1928$ $E_r = 1780.1$ (1777)

$$\tau^-(2iD^\#, D^\#, S, H_\tau, iH_-) \to e^-(H_e, iH_-) + \overline{\nu_e}(\overline{H_e}) + \nu_t(H_\tau)$$

$$\tau^-(2iD^\#, D^\#, S, H_\tau, iH_-) \to \mu^-(S, H_\mu, iH_-) + \overline{\nu_\mu}(\overline{H_\mu}) + \nu_t(H_\tau)$$

$$\tau^-(2iD^\#, D^\#, S, H_\tau, iH_-) \to \pi^-(D, iH_-) + \pi^0(iD) + \nu_t(H_\tau)$$

<Meson (non-lepton, non-baryon)>

✧ "anon" $a^- = (S, iH_-)$ — $J = 1/2$ $E_t = 238$ $E_r = 100.1$

It is an intermediate of the beta decay. It also mediates the neutron-proton nuclear interaction (see the part of neutron).

✧ pion$^-$ $\pi^- = (D, iH_-)$ — $J = 0$ $E_t = 278$ $E_r = 140.1$ (140)

$$\pi^-(D, iH_-) \to \mu^-(S, H_\mu, iH_-) + \overline{\nu_\mu}(\overline{H_\mu})$$

The essence of this decay is the separation of $\overline{S}$ to H and $\overline{H}$ (weak interaction).

✧ kaon^0 $K^0 = \left(2D, \overline{S}, iS\right)$ $\Leftrightarrow$ $J = 0^*$ $E_t = 480$ $E_r = 480$ (498)

✧ kaon$^+$ $K^+ = \left(iD, D, \overline{S}, iS, \overline{iH_-}\right)$ $+$ $J = 0^*$ $E_t = 613$ $E_r = 475.1$ (494)

✧ kaon$^-$ $K^- = \left(iD, D, \overline{S}, iS, iH_-\right)^{**}$ $-$ $J = 0^*$ $E_t = 613$ $E_r = 475.1$ (494)

$$K^0\left(2D, \overline{S}, iS\right) \to \pi^-\left(D, iH_-\right) + \pi^+\left(D, \overline{iH_-}\right) \quad \left(K_S^{\ 0}\right)$$

$$\overline{K^0}\left(2D, S, \overline{iS}\right) \to \pi^-\left(D, iH_-\right) + e^+\left(\overline{H_e}, \overline{iH_-}\right) + \nu_e\left(H_e\right) \quad \left(K_L^{\ 0}\right)$$

$$K^+\left(iD, D, \overline{S}, iS, \overline{iH_-}\right) \to \mu^+\left(\overline{S}, \overline{H_\mu}, \overline{iH_-}\right) + \nu_\mu\left(H_\mu\right)$$

$$K^+\left(iD, D, \overline{S}, iS, \overline{iH_-}\right) \to \pi^+\left(D, \overline{iH_-}\right) + \pi^0\left(iD\right)$$

*: $J_3 = J_3\left(\overline{S}\right) + J_3\left(iS\right) \approx 1/2 - 1/2 = 0$

**: We propose that K^- is not the antiparticle of K^+. $\overline{K^+} = \left(iD, D, S, \overline{iS}, iH_-\right)$

✧ D meson^0 $D^0 = \left(D^{\#\#}, 2iD, D, \overline{S}, iS\right)$ $\Leftrightarrow$ $J = 0^*$ $E_t = 1860$ $E_r = 1860$ (1865)

✧ D meson$^+$ $D^+ = \left(D^{\#\#}, iD, D, \overline{S}, iS, iH_+\right)$ $+$ $J = 0^*$ $E_t = 1863$ $E_r = 1863$ (1870)

✧ D meson$^-$ $D^- = \left(D^{\#\#}, iD, D, \overline{S}, iS, \overline{iH_+}\right)^{**}$ $-$ $J = 0^*$ $E_t = 1863$ $E_r = 1863$ (1870)

$$D^+\left(D^{\#\#}, iD, D, \overline{S}, iS, iH_+\right) \to K^0\left(2D, \overline{S}, iS\right) + \pi^+\left(D, \overline{iH_-}\right) + \pi^0\left(iD\right)$$

$$D^0\left(D^{\#\#}, 2iD, D, \overline{S}, iS\right) \to K^-\left(iD, D, \overline{S}, iS, iH_-\right) + \pi^+\left(D, \overline{iH_-}\right) + \pi^0\left(iD\right)$$

*: $J_3 = J_3\left(\overline{S}\right) + J_3\left(iS\right) \approx 1/2 - 1/2 = 0$

**: D^- is not the antiparticle of D^+. $\overline{D^+} = \left(D^{\#\#}, iD, D, S, \overline{iS}, \overline{iH_+}\right)$

<Baryon>

The "baryon" is generally defined as a particle that decays finally to a stable nucleon (proton or neutron). As we see below, any baryon at least has the excited double circulation $D^{\#}$ and either iS, iH_+ or $\overline{iH_+}$.

✧ proton $\quad p^+ = \left(D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) \quad + \quad J = 1/2 \quad E_t = 938 \quad E_r = 938 \quad (938)$

✧ neutron $\quad n^0 = \left(D^{\#}, 2D, iS\right) \quad \Leftrightarrow \quad J = 1/2 \quad E_t = 940 \quad E_r = 940 \quad (940)$

$$n^0\left(D^{\#}, 2D, iS\right) \to p^+\left(D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) + e^-\left(H_e, iH_-\right) + \overline{\nu_e}\left(\overline{H_e}\right)$$

Between a proton and a neutron, the following nuclear interaction works by exchanging an anon.

$$n^0\left(D^{\#}, 2D, iS\right) + p^+ \leftrightarrow p^+\left(D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) + a^-\left(S, iH_-\right) + p^+ \leftrightarrow p^+ + n^0 \qquad (6.3)$$

The beta-decay of a neutron consists of the two processes; the separation of an anon from a neutron (strong interaction) accompanied by iS prolongation, and the subsequent separation of an anon to an electron and an antineutrino (weak interaction) as shown below.

$$\begin{aligned} n^0\left(D^{\#}, 2D, iS\right) &\leftrightarrow p^+\left(D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) + a^-\left(S, iH_-\right) \\ &\to p^+ + e^-\left(H_e, iH_-\right) + \overline{\nu_e}\left(\overline{H_e}\right) \end{aligned} \qquad (6.4)$$

✧ lambda $\quad \Lambda^0 = \left(iD, D^{\#}, 2D, iS\right) \quad \Leftrightarrow \quad J = 1/2 \quad E_t = 1075 \quad E_r = 1075 \quad (1116)$

$$\Lambda^0\left(iD, D^{\#}, 2D, iS\right) \to p^+\left(D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) + \pi^-\left(D, iH_-\right)$$

$$\Lambda^0\left(iD, D^{\#}, 2D, iS\right) \to n^0\left(D^{\#}, 2D, iS\right) + \pi^0\left(iD\right)$$

✧ sigma^0 $\Sigma^0 = \left(2iD, D^{\#}, 2D, iS\right)$ $\Leftrightarrow$ $J = 1/2$ $E_t = 1210$ $E_r = 1210$ (1192)

✧ sigma$^+$ $\Sigma^+ = \left(2iD, D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right)$ $+$ $J = 1/2$ $E_t = 1208$ $E_r = 1208$ (1180)

✧ sigma$^-$ $\Sigma^- = \left(2iD, D^{\#}, D, \overline{S}, \overline{iH_+}\right)$ $-$ $J = 1/2$ $E_t = 1208$ $E_r = 1208$ (1197)

$$\Sigma^0\left(2iD, D^{\#}, 2D, iS\right) \to \Lambda^0\left(iD, D^{\#}, 2D, iS\right) + \gamma$$

$$\Sigma^+\left(2iD, D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) \to p^+\left(D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) + \pi^0\left(iD\right)$$

$$\Sigma^+\left(2iD, D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) \to n^0\left(D^{\#}, 2D, iS\right) + \pi^+\left(D, \overline{iH_-}\right)$$

$$\Sigma^-\left(2iD, D^{\#}, D, \overline{S}, \overline{iH_+}\right) \to n^0\left(D^{\#}, 2D, iS\right) + \pi^-\left(D, iH_-\right)$$

✧ xi^0 $\Xi^0 = \left(iD^{\#}, D^{\#}, D, iS\right)$ $\Leftrightarrow$ $J = 1/2$ $E_t = 1340$ $E_r = 1340$ (1315)

✧ xi$^-$ $\Xi^- = \left(iD^{\#}, D^{\#}, \overline{S}, \overline{iH_+}\right)$ $-$ $J = 1/2$ $E_t = 1338$ $E_r = 1338$ (1321)

$$\Xi^0\left(iD^{\#}, D^{\#}, D, iS\right) \to \Lambda^0\left(iD, D^{\#}, 2D, iS\right) + \pi^0\left(iD\right)$$

$$\Xi^-\left(iD^{\#}, D^{\#}, \overline{S}, \overline{iH_+}\right) \to \Lambda^0\left(iD, D^{\#}, 2D, iS\right) + \pi^-\left(D, iH_-\right)$$

We may anticipate the presence of $\Xi^+ = \left(iD^{\#}, D^{\#}, \overline{S}, iH_+\right)$.

✧ omega $\Omega^- = \left(iD^{\#}, D^{\#}, iD, 2D, \overline{iH_+}\right)$ $-$ $J = 1/2$ * $E_t = 1653$ $E_r = 1653$ (1672)

$$\Omega^-\left(iD^{\#}, D^{\#}, iD, 2D, \overline{iH_+}\right) \to \Lambda^0\left(iD, D^{\#}, 2D, iS\right) + K^-\left(iD, D, \overline{S}, iS, iH_-\right)$$

$$\Omega^-\left(iD^{\#}, D^{\#}, iD, 2D, \overline{iH_+}\right) \to \Xi^0\left(iD^{\#}, D^{\#}, D, iS\right) + \pi^-\left(D, iH_-\right)$$

*: The reported spin is 3/2.

< 中性子の β^- 崩壊 >

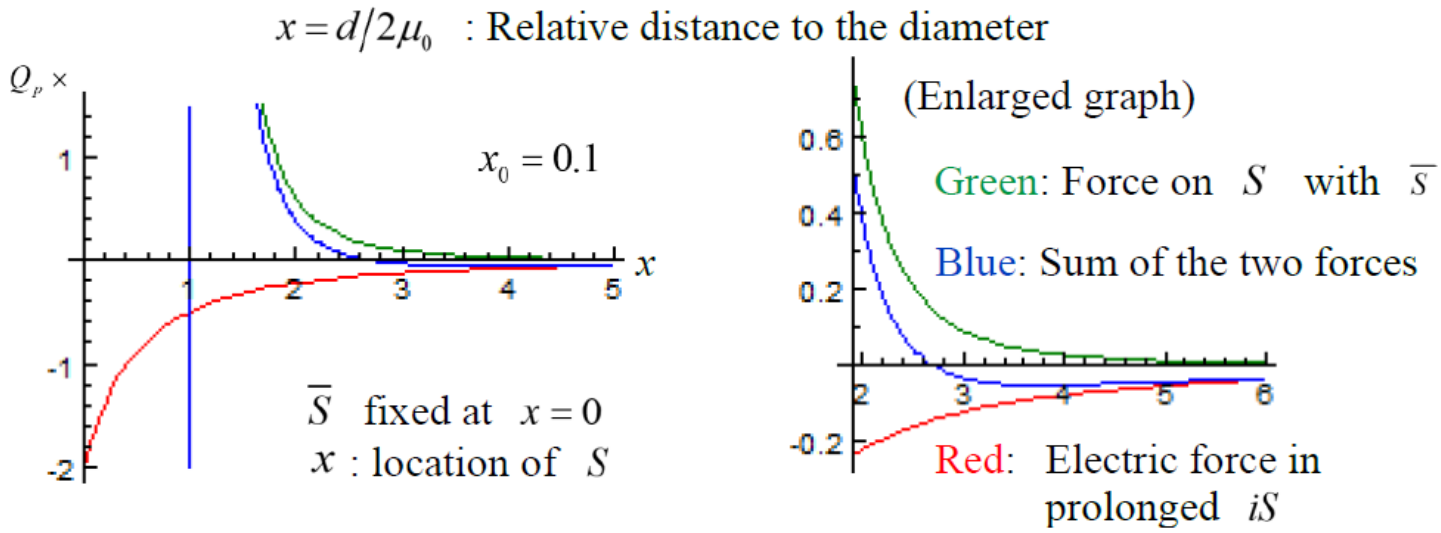
$n^0 \longrightarrow p^+ + e^- + \overline{\nu_e}$ ： この崩壊は二つの過程からなる

（1） $n^0(D^\#, 2D, iS) + \Delta E \longrightarrow p^+(D^\#, D, \overline{S}, iH_+) + a^-(S, iH_-)$ （強い相互作用）

（2） $a^-(S, iH_-) \longrightarrow e^-(H_e, iH_-) + \overline{\nu_e}(\overline{H_e})$ （弱い相互作用）

（1） iS伸長を伴うDの水平分離：

$$(D, iS) + \Delta E \longrightarrow (\overline{S}, iH_+) + (S, iH_-)$$



Force in separation of a double circulation D accompanied by prolongation of iS: $(D, iS) \rightarrow (\overline{S}, iH_+) + (S, iH_-)$. The green line is the force between S and $\overline{S}$. The red line is the electric force between iH_+ and iH_-. The blue line is the total force on (S, iH_-).

全体の力: $0 \leq x \leq 1$ で**引力**、 $1 < x < 2.6$ で**排斥力**、 $x > 2.8$ で**引力**

$S-\overline{S}$ の水平分離のポテンシャルは $x=1$ で極大値を示す。 (Fig. in p9)

$$V_{flat}(S-\overline{S}) = -\int Q_p\, f_1(x)dx = Q_p\left(\frac{1}{\sqrt{(x-1)^2+{x_0}^2}}+\frac{1}{\sqrt{(x+1)^2+{x_0}^2}}-\frac{2}{\sqrt{x^2+{x_0}^2}}\right)$$

$$V[1-\infty] = -\int_{\infty}^{1} Q_p\, f_1(1)dx = Q_p\left(\frac{1}{\sqrt{0+0.1^2}}+\frac{1}{\sqrt{2^2+0.1^2}}-\frac{2}{\sqrt{1+0.1^2}}\right) \approx 8.5Q_p$$

iH_+ と $iH_$間の電気力とポテンシャルは:

$$F_e = \frac{8}{\pi^2}K_f\frac{\boldsymbol{e_0}\cdot\boldsymbol{e_\pi}}{d^2} = -\frac{8}{\pi^2}K_f\frac{{p_h}^2}{4{\mu_0}^2(x+1)^2} = -2Q_p\frac{1}{(x+1)^2}$$

$$V_e[0-\infty] = -\int_{\infty}^{0} F_e dx = -2Q_p \ \ ,\ V_e[1-\infty] = -\int_{\infty}^{0} F_e dx = -0.5Q_p$$

一旦 x が $x>1$ となると(a^-の分離), a^- は p^+ から遠ざかり続ける（その速度は最初に加速しその後減速するが、マイナス速度にはならない）。

(2) a^- 内での $S \longrightarrow H+\overline{H}$ 垂直分離：

$$a^-(S, iH_) \longrightarrow e^-(H_e, iH_) + \overline{\nu_e}(\overline{H_e})$$

- a^- は半径方向 X に動いている。
- S (X-Y 内周回) が X-Y に垂直な+Z と -Z 方向に分離する。
- $iH_$を付随した H_e が 電子 $e^-(H_e, iH_)$。この電子 β^- は元の陽子には捕獲されない。

< その他の弱い相互作用 >

✧ **陽子の電子捕獲** $p^+ + e^- \longrightarrow n^0 + \nu_e$

陽子過剰の原子で起こる。陽子が最低エネルギーK 殻の電子を捕獲する。

$$p^+\left(D^\#, D, \overline{S}, iH_+\right) \cdots e^-(H_e, iH_-) + \Delta E_1 \longrightarrow p^+\left(D^\#, D, \overline{S}, iH_+\right) \cdots iH_- + \nu_e(H_e)$$

$$\longrightarrow \left(D^\#, D, \overline{S}, iS\right) + \Delta E_2 + \nu_e$$

$$\longrightarrow \left(D^\#, D, \overline{S}, iS\right) + S + \Delta E + \nu_e \rightarrow n^0(D^\#, 2D, iS) + \gamma(\Delta E_3) + \nu_e$$

- エネルギーの付加により原子内の電子 $e^-(H_e, iH_-)$ が iH_- と H_eに崩壊する。
- 伸長した $iH_+ \cdots iH_-$ が iS に戻るとエネルギー ΔE_2を放出する。
- このエネルギーがスペーシアを励起し S を生成する。それが $\overline{S}$ に付き結合共役対Dとなる。

✧ **陽子の β^+ 崩壊** $p^+ \longrightarrow n^0 + e^+ + \nu_e$

上記の電子捕獲で γ のエネルギーが十分高い場合は、過剰エネルギーΔE_3 が (S, iS) を生成し、それは陽電子と電子に分離し相互に離れる。

$$p^+\left(D^\#, D, \overline{S}, iH_+\right) \cdots e^-(H_e, iH_-) + \Delta E_1 \longrightarrow n^0(D^\#, 2D, iS) + \nu_e + \Delta E_3$$

$$\longrightarrow n^0 + \nu_e + (S, iS) \longrightarrow n^0 + \nu_e + e^-(H_e, iH_-) + e^+\left(\overline{H_e}, \overline{iH_-}\right)$$

✧ **陽電子-電子対生成（γ線による)** $\gamma + M(\mathrm{nucleon}) \longrightarrow e^- + e^+ + M$

$$\gamma + iS \longrightarrow iH_+ \cdots iH_- \longrightarrow iS + (S, iS) \longrightarrow iS + e^-(H_e, iH_-) + e^+\left(\overline{H_e}, \overline{iH_-}\right)$$

This presentation is extracts from

1) S. Nagao, Structures and interactions of quantum particles based on the energy circulation theory, *Rep. Adv. Phys. Sci.* **3**(1) (2019) 1950001.

https://doi.org/10.1142/S2424942419500014

Please also refer to

2) S. Nagao, Energy circulation theory to derive the cosmic evolution, electric charge, light and electromagnetism, *Rep. Adv. Phys. Sci.* **2**(3) (2018) 1850007.

https://doi.org/10.1142/S242494241850007X

3) S. Nagao, Frequency-based redshift for cosmological observation and Hubble diagram from the 4-D spherical model in comparison with observed supernovae, *J. Phys.: Conf. Ser.* **880** (2017) 012058.

https://doi.org/10.1088/1742-6596/880/1/012058

Correction: After the energy circulation theory, formulas for frequency-based and wavelength-based redshifts are revised. Please see the below pdf.

http://www3.plala.or.jp/MiTiempo/HubbleDiagram.pdf