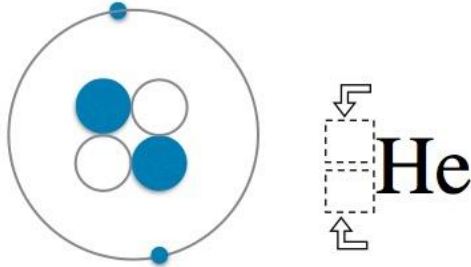


○ 原子を構成する粒子



例) ヘリウムの場合

- () … 原子核を構成する粒子の1つ。電気量は $+e$ 。
- () … 原子核を構成する粒子の1つ。電気量は0。
- () … 原子核のまわりをまわっている粒子。電気量は $-e$ 。電子の質量は陽子の質量の1/1840倍である(電子は非常に軽い) →素粒子の一つ

※ () の数が原子の種類を決めている。また中性子の数は、原子の種類には関係ない。同じ元素で中性子の数が異なるものを () という。

疑問 なぜ \oplus の電荷を持つ陽子が原子核の中に集まっていられるの? 静電気力によって反発するはず…。 ⇒ () という静電気力よりも強い力がはたらいているから。

○ 4つの力

自然界に存在する力として、次の4つの力が発見されている。

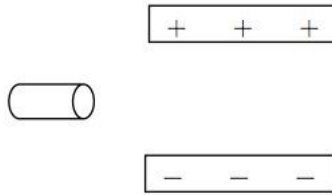
()、()、()、()

○ 放射線の種類

原子核から放出される放射線として危険となるのは、中性子線の他に次の3つがある(なお高速の電子を金属にぶつけるとX線という放射線が発生する)。

- ① () → 高速で飛び出す ()。電子を帯びておらず () 電荷を持つ。
- ② () → ()。() の電荷を持つ。
- ③ () → ()。エネルギーの高い光の一種。

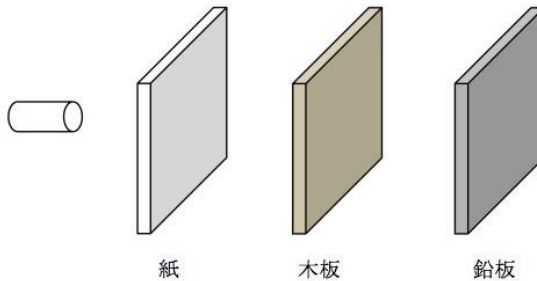
問題 放射線源において、3つの放射線 α ・ β ・ γ 線に電場を加えると、3つの放射線を分類することができます。 α 線を赤で、 β 線を青で、ガンマ線を黒で、下の図に書き込みなさい。



○ **放射線の性質**

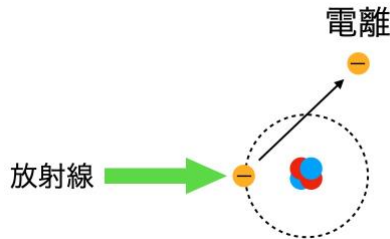
・() → 物質を突き抜けることができる強さ。強いほど、防ぎにくい。

①～③の放射線の上記の性質の強い順番に並べてみよう



() 線 > () 線 > () 線

・() → 他の原子から電子をはじき飛ばして、その原子をイオン化する働きのこと。



強い順番に並べてみよう。

() 線 > () 線 > () 線

※放射線が近くを通ると、周りの原子がイオン化され、細胞のDNAなど重要な生体分子を傷つける。

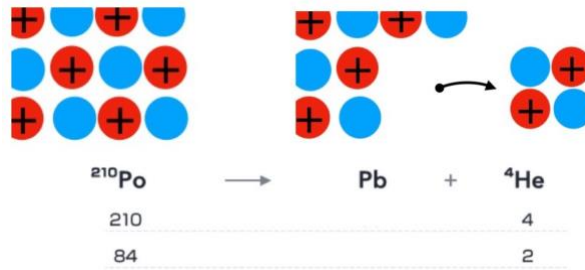
○ **放射性崩壊**

ウランやラジウムのように、原子核には不安定なものがあり、放置しておくと放射線を出して別の原子核に変わっていく。この現象を() **崩壊**、自然に放射線を出す性質を

()、放射能を持つ同位体を**放射性同位体** (ラジオアイソトープ) という。

○ 原子と放射性崩壊

α崩壊…α線（ヘリウム原子核）を出して崩壊する。質量数は（ ）減る。原子番号は（ ）減る。



β崩壊…中性子（±0）→陽子（+e）+電子（-e）に分裂し、β線（電子線）が飛び出る。質量数は（ ）。原子番号は（ ）。



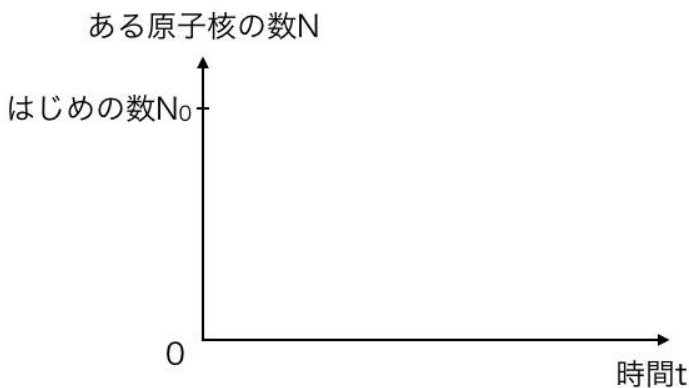
※ 反電子ニュートリノは素粒子。小さいので質量数等に影響を及ぼさない。

γ線放出…原子核のエネルギーが高い状態から低い状態に変化するとき、エネルギーの差ΔEがγ線（電磁波）として放出する。電磁波を出しているだけなので、質量数も原子番号も変化はない。

○ 時間と放射性崩壊

（ ）→ 原子が崩壊によって他の原子に変わるとき、もとの原子核の数が半分になるまでの時間のこと。この時間をTとすると…

経過時間 t (秒)	0	T	2T	3T	… t
原子核の残存個数 N	N_0				…



半減期の式（ ）

参考 放射線の単位

Bq (ベクレル) : 原子核が毎秒一個の割合で崩壊するときの放射能の強さを 1 Bq という。

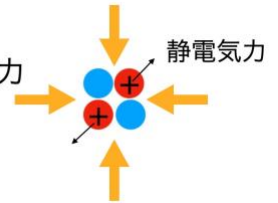
Gy (グレイ) : 放射線が物質に吸収されるときに、放射線が物質に与えるエネルギーで、吸収したエネルギーが物質 1kg あたり 1J のときの吸収線量を 1 Gy という。

Sv (シーベルト) : 人体が吸収した放射線の影響度を数値化した単位で、一般人が 1 年間にさらされてよい人工放射線の限度を 1.0mSv とする。

○ 核反応と核エネルギー

陽子や中性子(核を作っている粒子(核子))は、近づけると電磁力の 100 核力

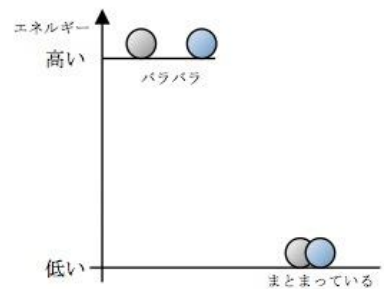
倍ほどの大きさの力はたらく。この力を
() という。核力の及ぶ範囲は隣の核子までしか届かない(電磁気力や重力は無限に届く)。



○ 質量欠損

まとまった核子をばらばらにするには、非常に大きなエネルギーを与える必要がある(核力のため)。つまりまとまった方が、ばらばらのときよりもエネルギーは

()。またまとまった核子のペアの質量と、バラバラにしたときの核子は、バラバラにしたときのほうが()
ことがわかった。



$$\Delta m = \text{ばらばらのときの質量} - \text{まとまったときの質量}$$

このときの Δm を () という。

○ 相対性理論が示すもの

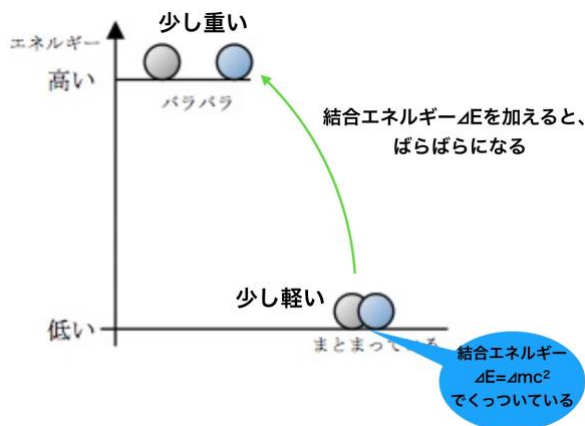
アインシュタインの相対性理論によると、質量とエネルギーとは同等のものであることが導かれる。

$$\text{公式} \quad ()$$

質量 $m[\text{kg}]$ の物体は、静止状態においても、次の式で表されるエネルギー $E[\text{J}]$ をもつことになる。これを静止エネルギーという。

まとまっているときに質量がわずかに Δm 小さくなるのは、結合するためのエネルギー ΔE () に質量が変化しているためである。

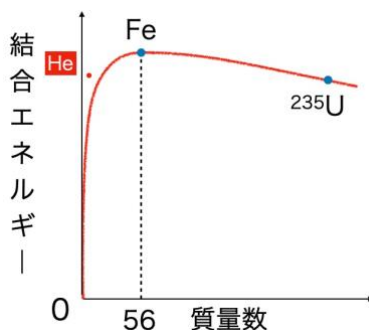
$$\Delta E = ()$$



参考

$E=mc^2$ から1gの物質がもつ質量エネルギーを計算すると、およそ90兆ジュール。これは22万トンの水を0℃から100℃まで沸騰させることができる量。例えば1円玉6枚(6g)の質量をすべてエネルギーにできたとすると、東京ドームにためた0℃の水が沸騰する。

○ 核子1個あたりの結合エネルギー Δmc^2 (核子1個あたりの質量欠損 Δm に相当)



- ・鉄(質量数約56)がもっとも小さい(質量欠損も大きい) → よくくっついて安定
- ・陽子2個、中性子2個のセット、ヘリウムは例外的に安定 → α 線として飛び出す
- ・鉄よりも質量数が多くなると、結合エネルギー Δm が小さくなり、不安定。これは陽子同士の反発する力()力が強くなるためである(核力はとなりの核子までしか届かない)。
 - (): ウラン型原子爆弾
- ・鉄よりも質量数が少ないと、結合エネルギーが小さくなり不安定。
 - (): 水素爆弾

原子質量[U] (ユニット)

核子の質量を考えるためにはkg単位では大きすぎる。しかし陽子や中性子は1つ1つ独立して存在しておらず、普通核を形成するためくっついている。くっついていると陽子や中性子の質量は、くつき方によって微妙に違ってくる(質量欠損による)。そこで基準として、 $^{12}_6\text{C}$ の原子1個の質量を12で割ったものを1[U] (ユニット) と決めた。

$$1[\text{U}] = 1.66 \times 10^{-27} \text{kg}$$