

Q. (名問の森 I p189 66(3))

イについて、運動量保存則の式の右辺は、はね返りで運動の方向が逆向きになるから $\gamma$ 線光子の運動量が-になるのは分かります。ただ、力学で運動量保存則を使う場合に、運動量保存則の式を全部+にして解くことができたので(後から出てきた答えの符号で運動の向きが分かるので)、この問題も同じように右辺をすべて+にして解こうとしたら運動量  $E/C$  が消えてしまいました。式をすべて+にして良いときと悪いときの違いは何ですか？

A. エネルギーは大きさのみをもつスカラー量であるのに対し、運動量は大きさの他に向きをもつベクトル量です。そのため衝突後の $\gamma$ 線光子のエネルギーを  $E'$  ( $E' > 0$  : 衝突後に光子は速度をもつため正) と定義すると、負の向きに運動している $\gamma$ 線光子の運動量はこの  $E'$  を用いて表すと  $-\frac{E'}{c}$  となります。

この問題は先にエネルギーを正の文字で表して、その正の文字を利用して負の値である運動量を表すため運動量には-をつけなければいけません。

右辺をすべて+にしたいのであれば、先に運動量を文字でおけばできないことはありません。

解答の解き方と混同を避けるため、衝突後の運動量を  $+\frac{E''}{c}$  で表すと

運動量保存則の式は  $\frac{E}{c} = \frac{E''}{c} + \sqrt{2M_p K}$  となり

衝突後は負の向きに運動していることから  $\frac{E''}{c} < 0$  であるため、衝突後のエネルギーは  $-E''$  より、エネルギー保存則の式は  $E = -E'' + K$  となります。

要は、運動量を先に定義してそこからエネルギーを表すのか、エネルギーを定義してから運動量を表すのかの順番によって、どちらの文字が負になるのか、式のどこに+または-がつくのかが変わってきます。

一番間違えにくい方法は、必ず正だと分かっているものを正の文字でおくことです。この問題では、正の値のエネルギーを  $E'$  で表して、そこから向きを考えなければならぬ運動量の式に代入するとき-をつけています。