



hands on particle physics

Méthodes expérimentales en physique des particules

Belle II international masterclasses

23 mars 2022

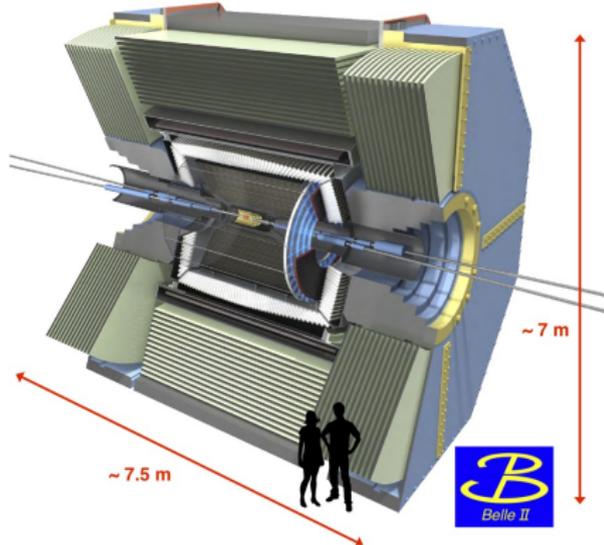
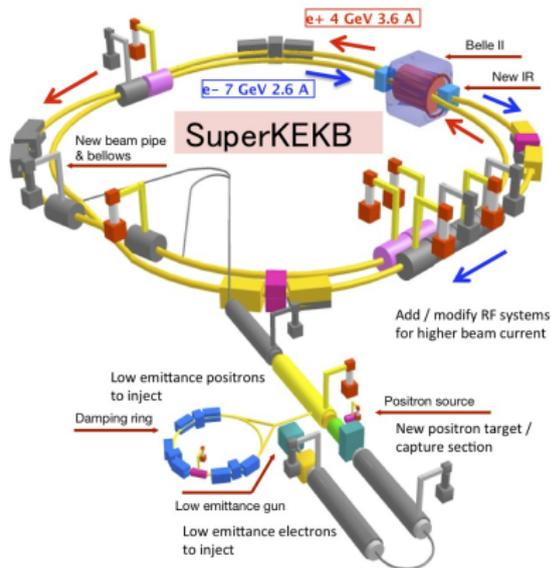


La stratégie générale

Accélérateurs donnent énergie aux particules

Collisionneurs transforment l'énergie en matière ($E = mc^2$)

Détecteurs identifient et mesurent les propriétés des particules produites



Comment on accélère une particule chargée?

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Comment on accélère une particule chargée?

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

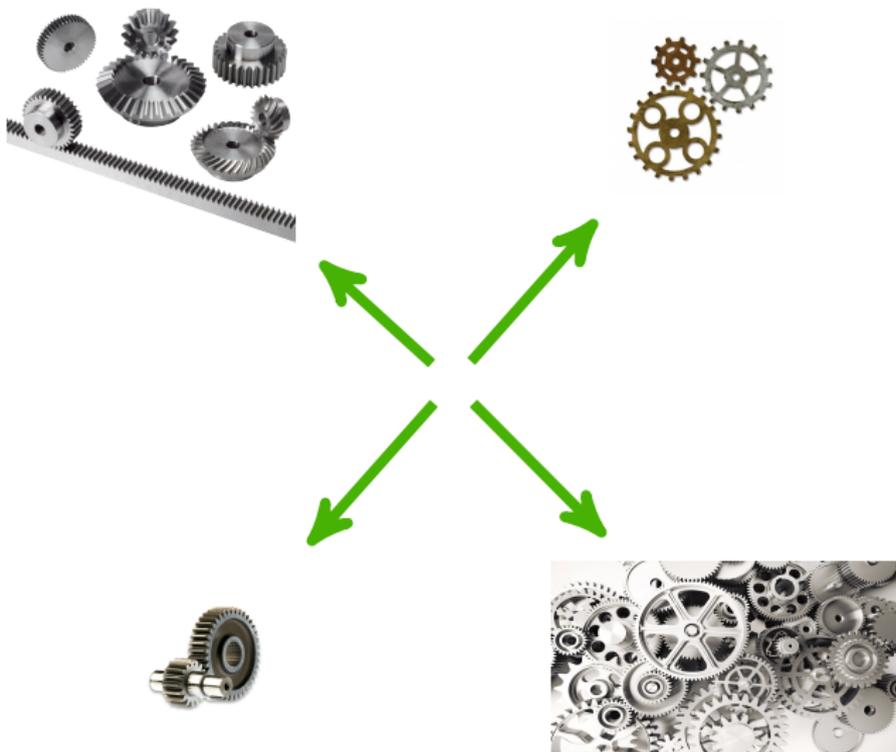
Comment on accélère une particule chargée?



Une collision c'est pas ça ...



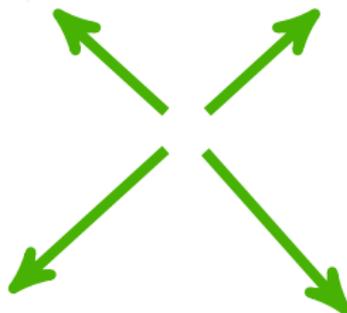
Une collision c'est pas ça ...



... mais plutôt ça ...



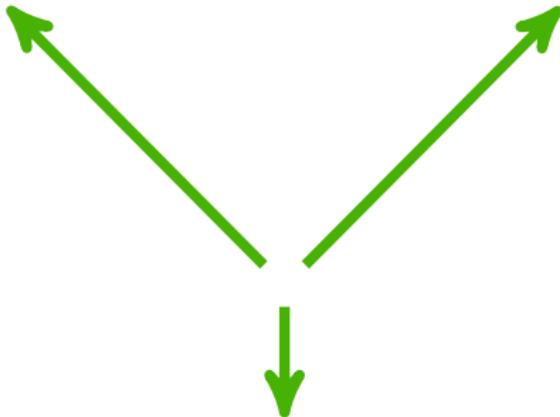
... mais plutôt ça ...



... ou ça ...



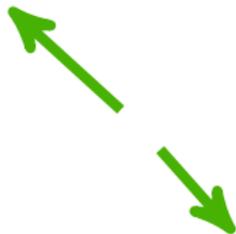
... ou ça ...



... ou même ça



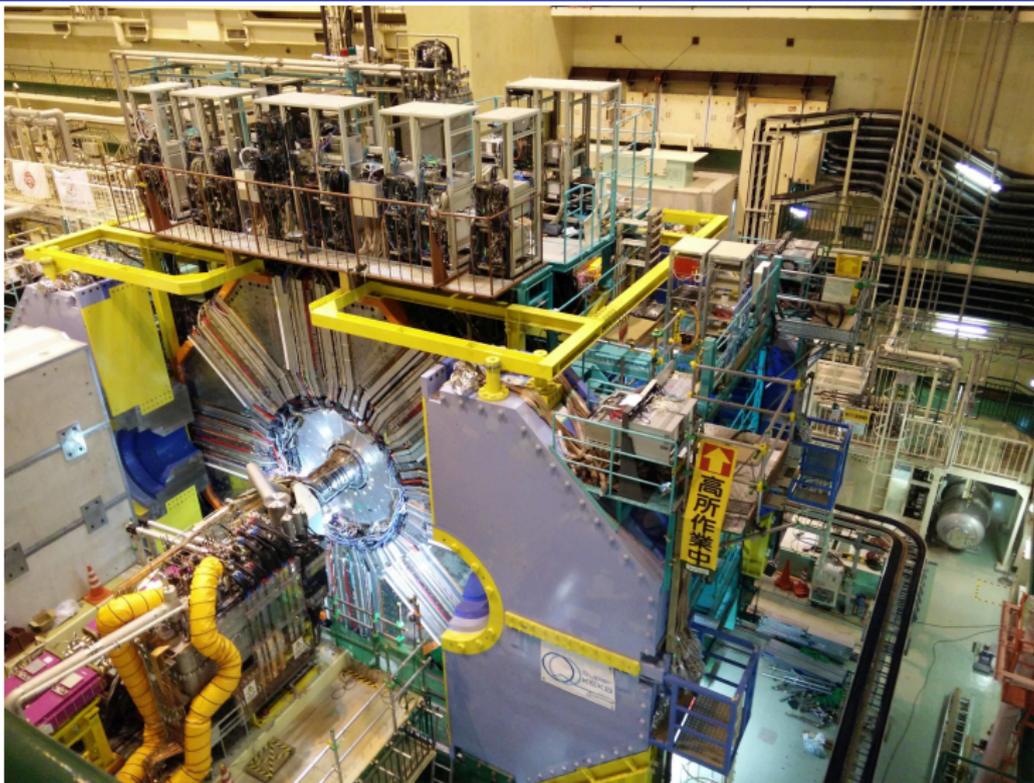
... ou même ça



Dans une collision en physique des particules

- on ne voit pas les “engranages” qui composent les particules qui se collisionnent
 - mais l'énergie de la collision se transforme en matière ($E = mc^2$) et des particules nouvelles sont produites (même des particules qu'on ne trouve pas dans la nature)
- le résultat d'une collision n'est pas toujours le même et il est impossible de prévoir le résultat d'une collision spécifique (mécanique quantique)
 - mais on peut prévoir combien de fois on va en moyenne avoir les différents résultats

Mesurer les propriétés d'une particule



masse, vitesse, charge électrique, ...

La quantité de mouvement

Avec la même force on peut faire aller vite un objet léger ou lentement on objet lourd

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

Correction relativité restreinte

$$\vec{p} = \gamma m \vec{v} \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Petite correction dans la vie de tous les jours, par exemple pour une vitesse de 100 km/h, $\gamma = 1.000000000000000044$

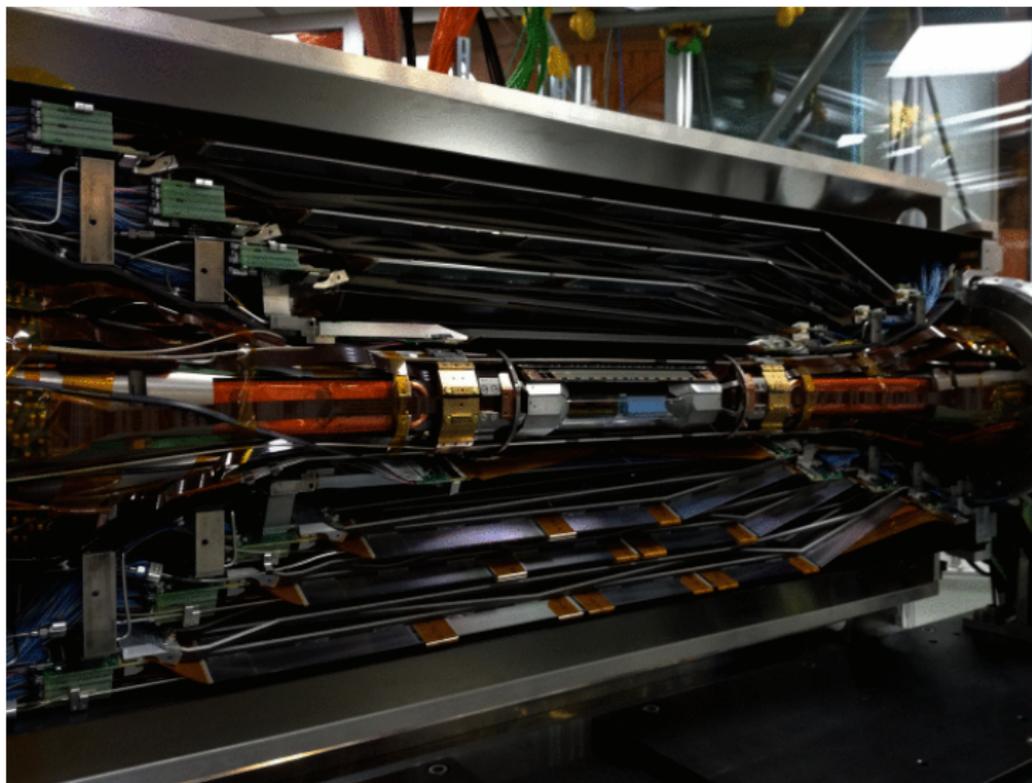
Dans notre cas, les électrons vont à 99.9999997% c soit $\gamma \approx 10000$

Comment on mesure la quantité de mouvement d'une particule chargé?

Comment on mesure la quantité de mouvement d'une particule chargé?

Comment on mesure la quantité de mouvement d'une particule chargé?

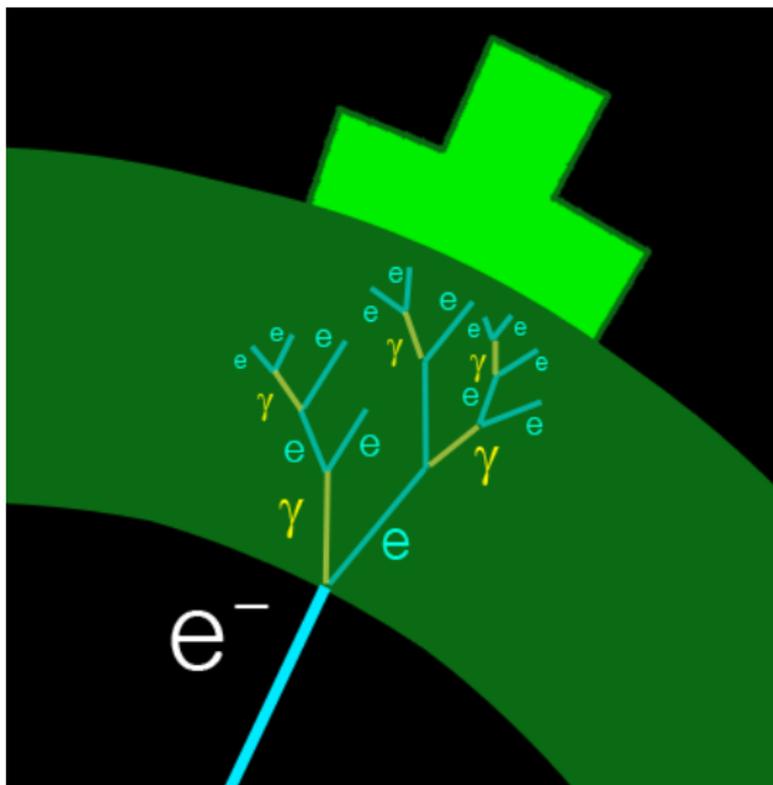
Comment on mesure la quantité de mouvement d'une particule chargé?



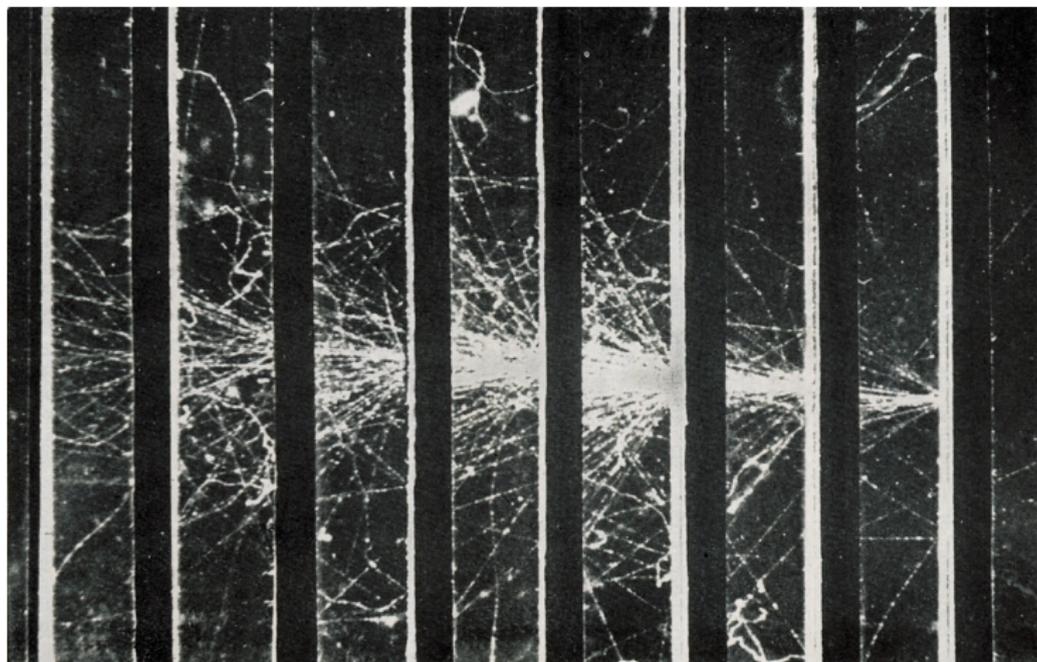
Comment on mesure l'énergie d'une particule?



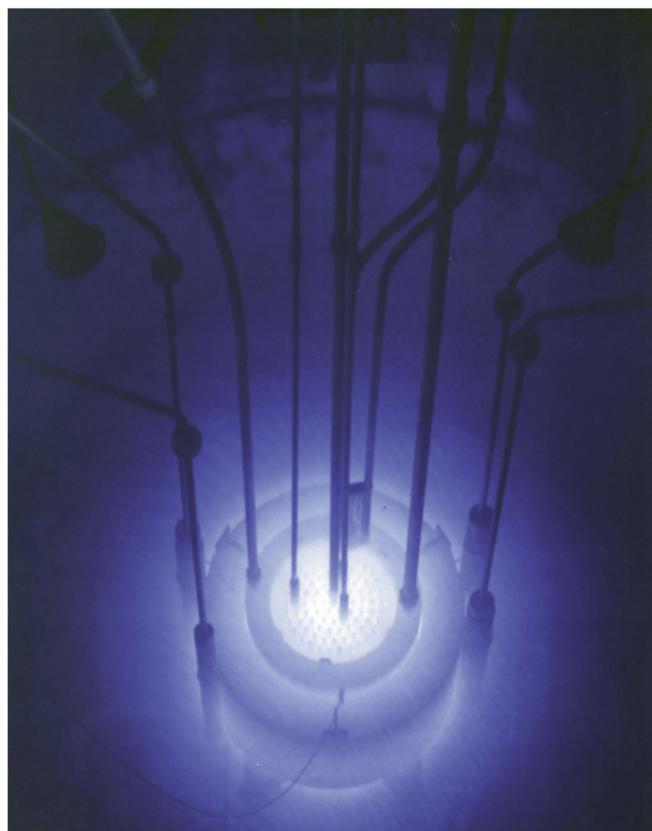
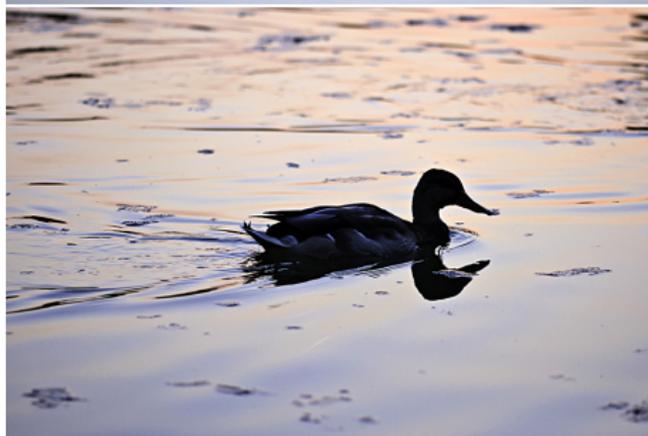
Comment on mesure l'énergie d'une particule?



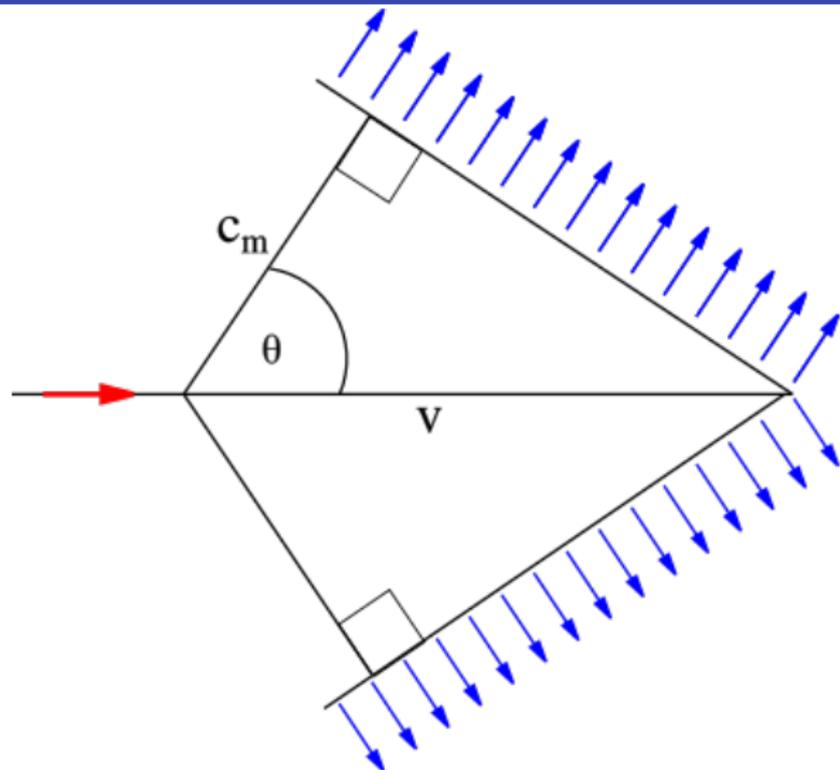
Comment on mesure l'énergie d'une particule?



Comment on connaît l'identité d'une particule?



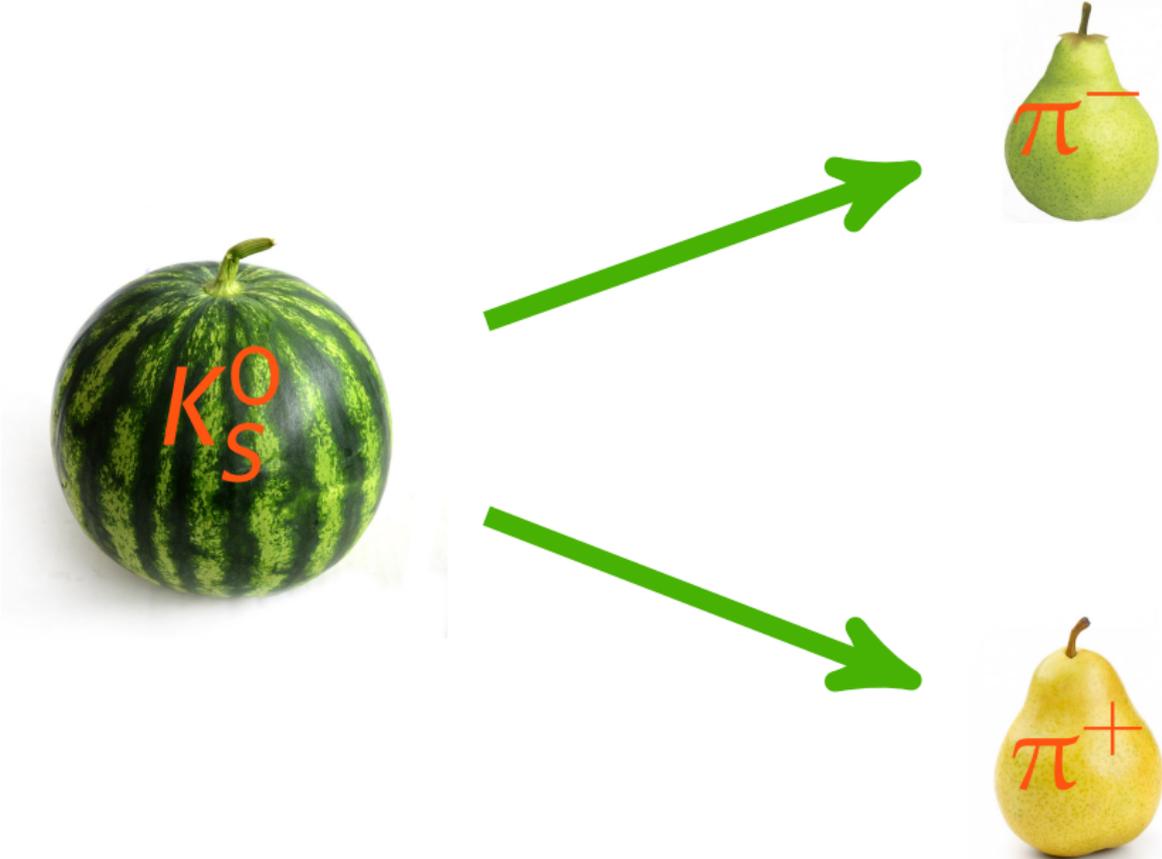
Comment on connaît l'identité d'une particule?



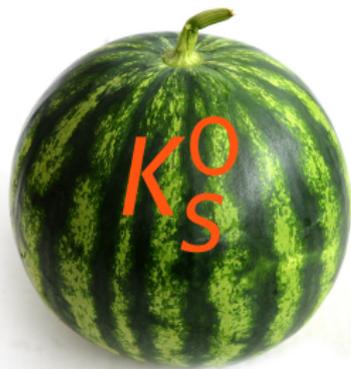
$$\cos \theta = \frac{c_m}{v}$$

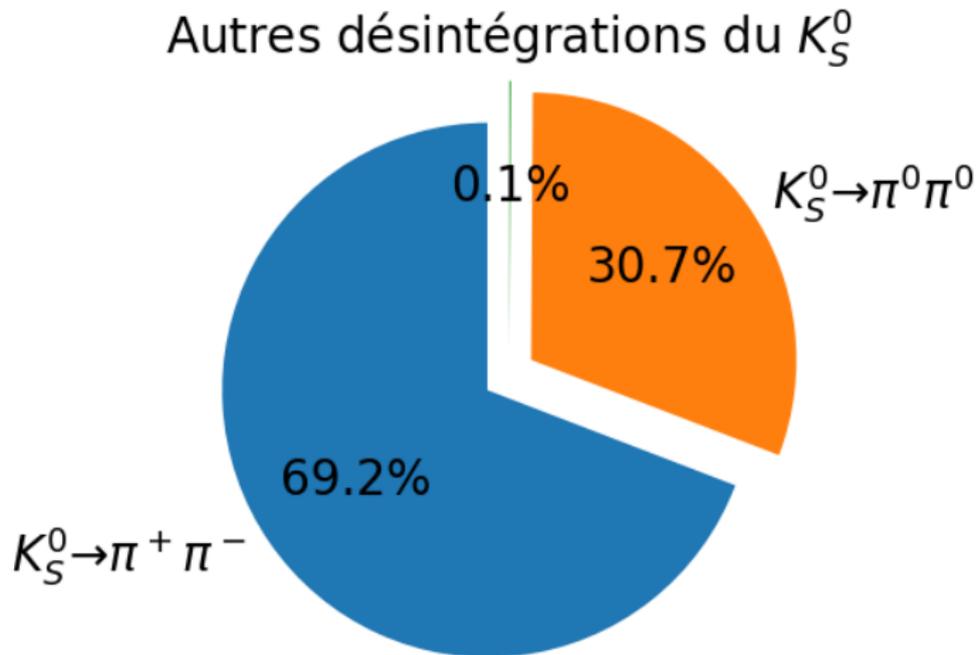
Avec l'information sur la quantité de mouvement ça permet de connaître la masse

Désintégration

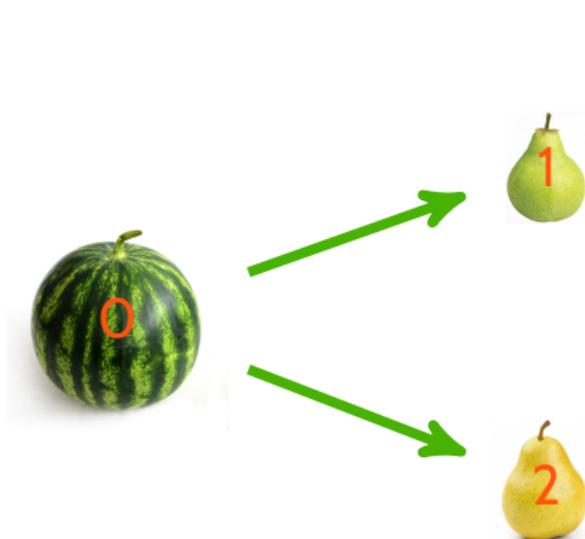


Désintégration





On peut connaître la masse d'une particule en connaissant l'énergie et la quantité de mouvement de ces produits de désintégration



$$E_0 = m_0 c^2$$

$$E_0^2 = m_0^2 c^4 + \vec{p}^2 c^2$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{E_0^2}{c^4} - \frac{\vec{p}_0^2}{c^2}}$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{(E_1 + E_2)^2}{c^4} - \frac{(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)^2}{c^2}}$$

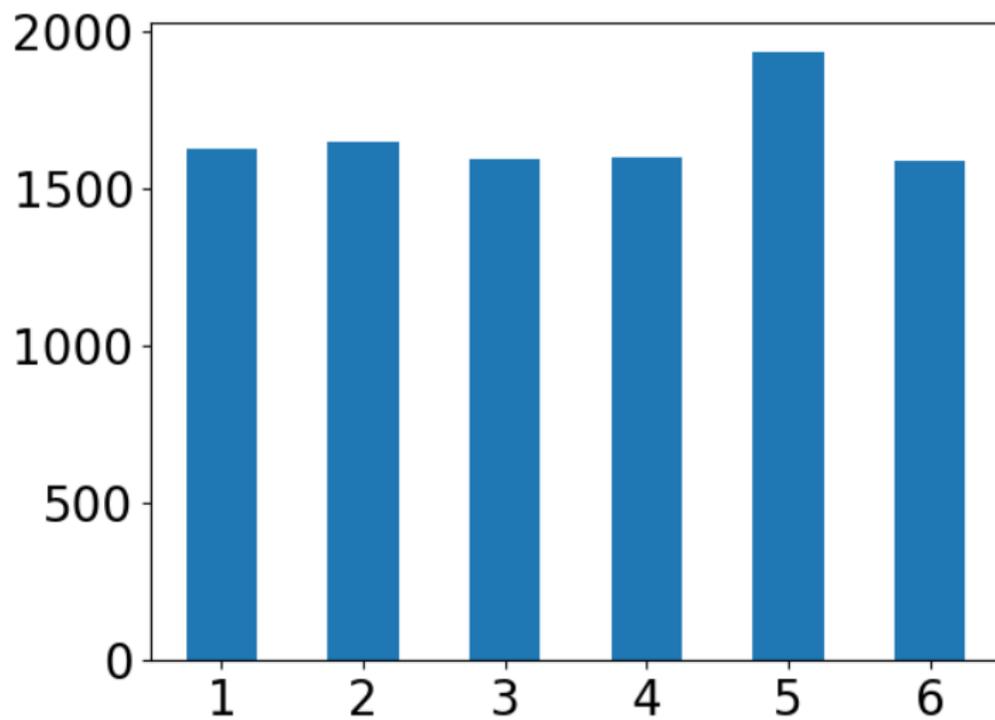
Comment savoir si un dé est truqué?



Comment savoir si un dé est truqué?

Comment savoir si un dé est truqué?

$N = 10000$



Découvrir une nouvelle particule
