

### La scoperta del neutrone

Spesso le conoscenze che si acquisiscono in un certo ambito possono essere utilizzate per fare nuove scoperte in contesti in apparenza molto diversi

James Chadwick (1891/1974)  
scoperta del neutrone nel 1932

L'applicazione delle leggi di conservazione è un metodo talmente potente da farci "vedere" con gli occhi della mente

# 1932

Atomo  
elettroni negativi che si muovono attorno al nucleo, formato da protoni, con massa circa 1836 volte quella dell'elettrone

Radioattività naturale  
alcuni nuclei si trasformano in nuclei diversi, emettendo alcune particelle

#### Decadimento alfa:

un nucleo di polonio si trasforma in un nucleo di piombo emettendo un corpuscolo con carica elettrica positiva pari a due volte quella del protone

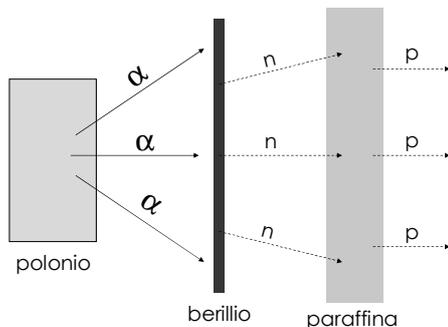


Irène Joliot-Curie  
(1897/1956)

1931

Una lastra di berillio, bombardata dalle particelle alfa emesse dal polonio, emette radiazioni neutre molto penetranti  
INVISIBILI

Uno strato di paraffina posto dietro la lastra di berillio iniziava a emettere a sua volta protoni



Irène Curie e Frédéric Joliot pensarono che le radiazioni fossero simili ai raggi X

Per Chadwick l'ipotesi dei raggi X andava incontro a difficoltà

1920: Ernest Rutherford propose l'esistenza di una particella neutra che chiamò neutrone

Chadwick ripeté l'esperimento di Irène Curie

Misurò la velocità massima  $v_p$   
dei protoni emessi dalla paraffina

$$v_p = 3,3 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

L'urto tra la particella neutra e il nucleo di idrogeno  
è centrale ed elastico

$$\begin{cases} m v = m V + m_p v_p \\ \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m V^2 + \frac{1}{2} m_p v_p^2 \end{cases}$$

Il sistema ha tre incognite:  
la massa della particella neutra  $m$ ,  
la velocità prima dell'urto  $v$ ,  
la velocità  $V$  della particella neutra dopo l'urto.

Chadwick fece in modo che le particelle neutre  
bombardassero un recipiente contenente azoto

$$v_N = 4,7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$\begin{cases} m v = m V_1 + m_N v_N \\ \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m V_1^2 + \frac{1}{2} m_N v_N^2 \end{cases}$$

Ricavando  $V$  dalla prima equazione del primo sistema e  
sostituendola nella seconda, si ottiene  $v_p$ :

$$v_p = \frac{2 m v}{m_p + m}$$

Ricavando  $V$  dalla prima equazione del secondo sistema e  
sostituendola nella seconda, si ottiene  $v_N$ :

$$v_N = \frac{2 m v}{m_N + m}$$

$$v_p = \frac{2 m v}{m_p + m} \quad v_N = \frac{2 m v}{m_N + m}$$

Da queste due uguaglianze possiamo ricavare  $m$ ,  
facendo il rapporto tra  $v_p$  e  $v_N$ :

$$\frac{v_p}{v_N} = \frac{2 m v}{m_p + m} : \frac{2 m v}{m_N + m} = \frac{m_N + m}{m_p + m}$$

$$m = m_p \frac{14 v_N - v_p}{v_p - v_N} \approx m_p$$

Chadwick aveva dimostrato che esiste una particella  
neutra con massa circa eguale a quella del protone:  
il neutrone

$$m \approx m_p$$

L'applicazione dei principi di conservazione aveva  
permesso di approfondire la conoscenza della natura



## La morte di Gwen Stacy

PETER PARKER  
studente di scuola superiore magro e seccione

Assistette a una dimostrazione sulla radioattività nel laboratorio di fisica: un ragno fu irradiato e morse Peter, iniettandogli il sangue radioattivo

La morte di Gwen Stacy non fu voluta da autori, redattori o lettori, ma dalle leggi della dinamica di Newton

Goblin rapisce la ragazza di Parker, Gwen Stacy, e la porta in cima al ponte George Washington, usandola come esca per attirare l'Uomo Ragno fino allo scontro. A un certo punto, durante la lotta, Goblin butta Gwen dalla spalla del ponte, facendola cadere verso una morte sicura.



Quanto è grande la forza esercitata dalla tela dell'Uomo Ragno quando ferma la caduta di Gwen?



$$v = \sqrt{2gh}$$

Da un'altezza di 90 m  
si raggiunge una velocità di  
150 km/h

La tela dell'Uomo Ragno fa variare  
la velocità da 150 km/h a 0!

Maggiore è l'intervallo  
di tempo in cui  
avviene questa  
variazione, minore è la  
forza necessaria.  
(teorema dell'impulso)



Se la forza viene applicata per 0,5 s circa

$$F = 50 \text{ kg} \times 150 \text{ km/h} / 0,5 \text{ s} = \underline{4202 \text{ N}}$$

Quasi dieci volte il peso di Gwen

I praticanti del bungee jumping calcolano una  
distanza sufficiente a fare estendere l'elastico per vari  
secondi, in modo da mantenere la forza di  
decelerazione al di sotto di un livello fatale.

"Se un folle dalla mente contorta e perfida come  
Goblin può imparare la fisica, tutti noi possiamo  
sperare di farlo." (J. Kakalios)

A proposito di cadute... breve **corso di roccia**...



Corde poco deformabili  
(rigide) determinano forze  
di arresto elevate

Entra in gioco anche il  
**FATTORE DI CADUTA**  
il rapporto tra l'altezza di  
caduta e la lunghezza di  
corda interessata

Dissipatore:

lascia scorrere con frizione il tratto di corda libera,  
assorbendo energia. La forza di arresto e di conseguenza lo  
strappo sulla persona vengono quindi ridotti sensibilmente.  
La riduzione della forza di arresto dipende dal rapporto tra il  
tratto sottoposto a frizione e l'altezza di caduta.



#### BIBLIOGRAFIA

- Ugo Amaldi, *Fisica per i licei scientifici*, vol. 1, Zanichelli ISBN 9788808093288
- James Kakalios, *La fisica dei supereroi*, Einaudi, Torino, 2007
- *Alpinismo su ghiaccio e misto*, I manuali del Club Alpino Italiano, Milano, 2005