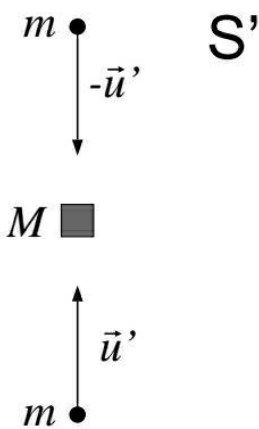


DIMOSTRAZIONE DELL'INERZIA DELL'ENERGIA (EQUALENZA MASSA-ENERGIA)

Formando una quantità di energia ΔE a un corpo, senza che questo compia una variazione della sua velocità, la sua massa M varia di

$$\Delta M = \frac{\Delta E}{\gamma c^2}$$

UN ESPERIMENTO CON PROIETTILI (URTO ANELASTICO) IN MECCANICA NEWTONIANA

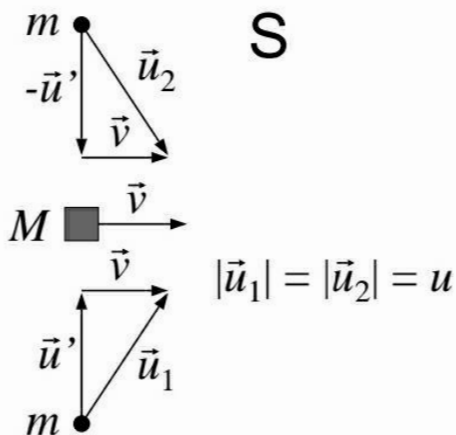


- 3 proiettili arrivano al blocco M e rimangono incastrati;

- PRIMA DELL'URTO: il blocco è fermo e i proiettili hanno stessa massa e velocità opposte \Rightarrow Q.MOTO NULLA

- DOPPO L'URTO: Q.MOTO NULLA (conserv. della q. di moto)

\Rightarrow BLOCCO FERMO e massa $M + 2m$



- M ha velocità v

- i proiettili hanno velocità oblique di modulo u , la cui componente verticale è $\pm u'$ e quella orizzontale v

- PRIMA DELL'URTO

$$Q.MOTO DI M = Mv$$

$$Q.MOTO PROIETTILI = 2mu'$$

} orizzontali

$$Q.MOTO VERTICALE DEI PROIETTILI = 0$$

$$Q.MOTO TOTALE = (M + 2m)v$$

- DOPPO L'URTO 3 proiettili si incastrano nel blocco:

$$MASSA = M + 2m \quad | \quad \Rightarrow \quad v_{FINALE} = v$$

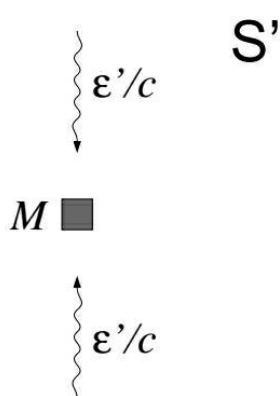
CONSERVAZIONE DELLA Q.MOTO

UN ESPERIMENTO CON LA RADIAZIONE

Anziché i proiettili, facciamo arrivare su M due pacchetti di radiazione e.m., ciascuno di energia E' .

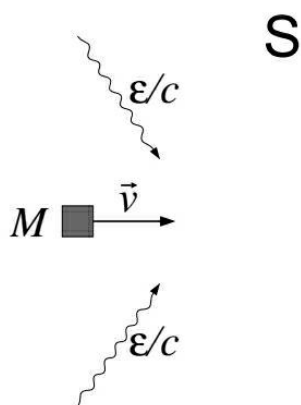
Supponiamo che M sia "nero", cioè che assorba completamente la radiazione.

Ricordiamo che a un'energia E' della radiazione è associata una quantità di moto $\frac{E'}{c}$

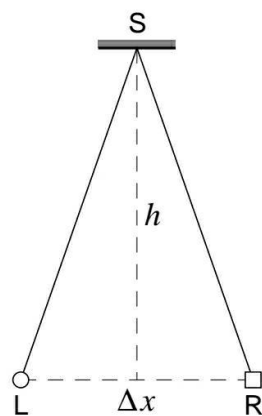


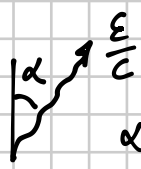
Come prima, la quantità di moto iniziale è nulla, e tale rimane anche dopo l'assorbimento delle due radiazioni da parte di M .

IL BLOCCO RESTA FERMO in S'



- M si muove con velocità v
- la direzione delle radiazioni è OBLIQUA (C.F.R. OROLOGIO A LUCE) \rightarrow
- l'energia della radiazione è E e non E' , perché in questo S.R. può apparire diversa (ma la relazione fra E' e E non ci interessa)



 $\alpha =$ angolo della radiazione con la verticale

Q. DI MOTO ORIZZONTALE DELLA RADIAZIONE = $\frac{E}{c} \sin \alpha$

\Rightarrow QUANTITÀ DI MOTO TOTALE = $M \gamma v + 2 \frac{E}{c} \sin \alpha$

$$M\gamma v + 2 \frac{E}{c} \sin \alpha = M_{FIN} \gamma_{FIN} v_{FIN} \quad (*)$$

Q. DI MOTO
INIZIALE

Q. DI MOTO
FINALE

Se nel S.R. S' il blocco resta fermo, nel S.R. S si muoverà ancora con la velocità v di S' rispetto a S . Quindi deve essere

$$v_{FIN.} = v \quad (\text{e } \gamma_{FIN.} = \gamma)$$

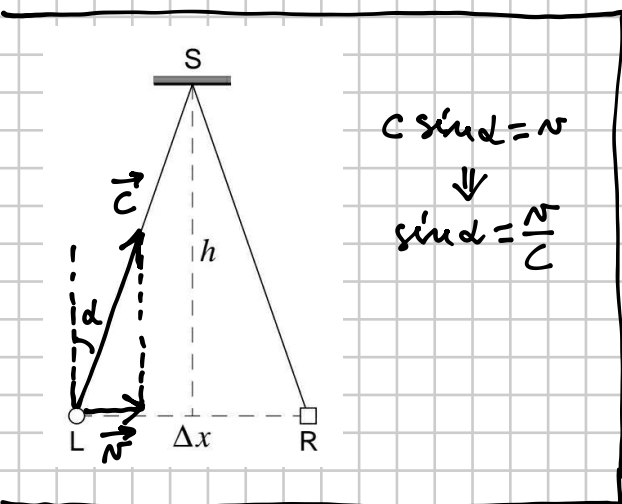
che contraddice la (*).

A meno che ...

CAMBI LA MASSA !!

$$M\gamma v + 2 \frac{E}{c} \sin \alpha = M_{FIN} \gamma v$$

M_{FIN} = MASSA DOPO
L'ASSORBIMENTO



$$M\cancel{\gamma v} + \frac{2E}{c^2} \cancel{v} = M_{FIN} \cancel{\gamma v}$$

$$M_{FIN} - M = \frac{2E}{\gamma c^2} \rightarrow \text{ENERGIA ASSORBITA } \Delta E$$

VARIAZIONE
DI MASSA

$$\Delta M = \frac{\Delta E}{\gamma c^2}$$