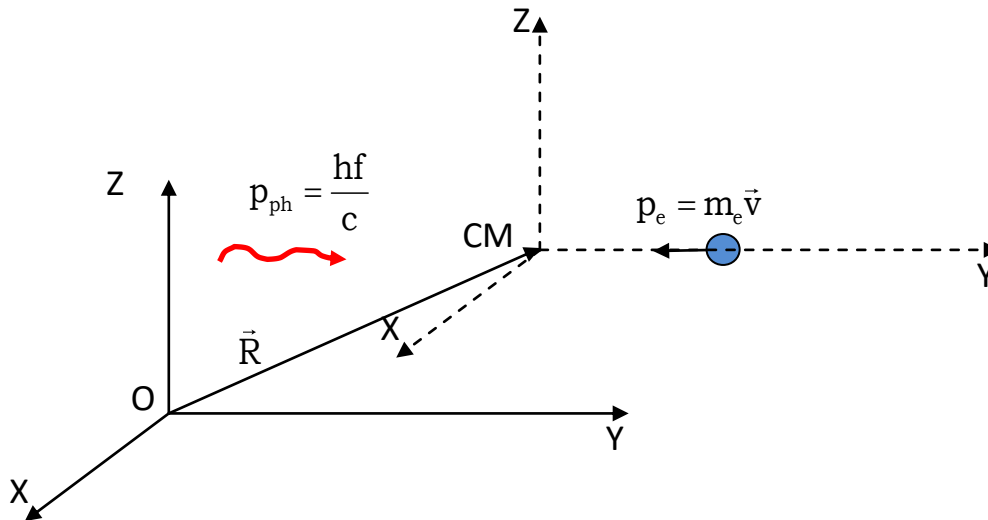



Παράδειγμα 9: Να αποδειχθεί ότι ένα φωτόνιο δεν μπορεί να μεταφέρει όλη του την ενέργεια σε ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο στο κενό ή τον αέρα. Έρχεται αυτό σε αντίφαση με την ερμηνεία του φωτοηλεκτρικού φαινομένου από τον Einstein;


Λύση: Με τον όρο ελεύθερο ηλεκτρόνιο εννοούμε ένα ηλεκτρόνιο που δεν υφίσταται κανενός είδους δύναμη πριν συγκρουστεί. Η σύγκρουση με το φωτόνιο στο σύστημα ενός ακίνητου παρατηρητή (σύστημα εργαστηρίου - L) εικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα. Το ηλεκτρόνιο κινείται με ταχύτητα \vec{v} , ενώ το φωτόνιο με ταχύτητα c . Η κρούση τους θεωρείται σχετικιστική.



Η διαπραγμάτευση της κρούσης είναι πιο εύκολη σε ένα σύστημα αναφοράς που έχει αρχή το κέντρο μάζας του συστήματος (σύστημα κέντρου μάζας-CM). Σε αυτό η ταχύτητα του ηλεκτρονίου είναι \vec{u} . Το χαρακτηριστικό στο σύστημα αυτό είναι ότι η συνολική ορμή πριν και μετά την κρούση είναι μηδέν.

Επομένως στο σύστημα κέντρου μάζας θα έχουμε:

$$p_{ph} = \frac{hf}{c}$$


$$\vec{p}_e = m_e \vec{u}$$


$$m_{0e}, \vec{u}' = 0$$



Πρίν την απορρόφηση

Μετά την απορρόφηση

$$\vec{P}_{ολ,πριν} = 0$$

Το φωτόνιο εξαφανίζεται

$$E_{ολ,πριν} = hf + m_e c^2$$

$$p'_e = 0 \text{ (από διατήρηση ορμής)}$$

$$E_{ολ,μετά} = m_{0e} c^2$$

Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας:

$$E_{ολ,πριν} = E_{ολ,μετά} \Rightarrow hf + m_e c^2 = m_{0e} c^2 \Rightarrow m_{0e} > m_e \text{ !!!(αδύνατο)}$$

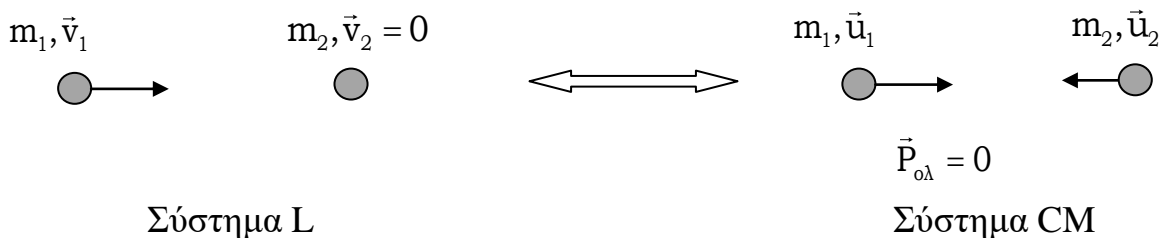
Κατά συνέπεια προσπίπτοντας σε ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο το φωτόνιο δεν μπορεί να του μεταβιβάσει όλη του την ενέργεια και να απορροφηθεί πλήρως.

Δεν υπάρχει καμία αντίφαση στην ερμηνεία του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των μετάλλων είναι ελεύθερα από τα άτομά τους. Υφίστανται όμως

δυνάμεις από τα ιόντα του μετάλλου μέσα στο οποίο κινούνται και με τα οποία συγκρούονται. Επομένως δεν θεωρούνται ελεύθερα δυνάμεις. Σε αυτή την περίπτωση η ενέργεια του φωτονίου μπορεί να μεταβιβαστεί ολόκληρη στα ηλεκτρόνια. Η υπόλοιπη ύλη δεν απορροφά σε αυτή την περίπτωση ενέργεια από τα φωτόνια (ή απορροφά ελάχιστη που αγνοείται).

Παρατήρηση (Το σύστημα κέντρου μάζας): Η περιγραφή των κρούσεων στο σύστημα κέντρου μάζας είναι βολική γιατί σε αυτό η ολική ορμή του συστήματος είναι μηδέν. Έστω ότι έχουμε δύο σωματίδια με μάζες m_1 και m_2 που συγκρούονται ελαστικά στο σύστημα του εργαστηρίου (L) με αρχικές ταχύτητες \vec{v}_1 και \vec{v}_2 . Οι αρχικές τους ταχύτητες στο σύστημα κέντρου μάζας (CM) θα είναι \vec{u}_1 και \vec{u}_2 . Παρακάτω σκιαγραφείται μία χαρακτηριστική περίπτωση:

ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΚΡΟΥΣΗ



ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΡΟΥΣΗ

