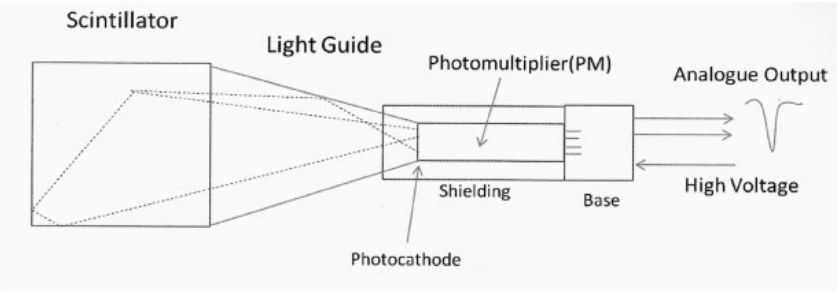
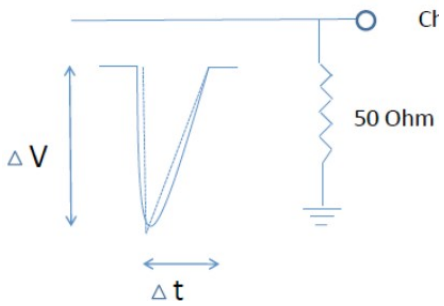
Επιταχυντές & Ανιχνευτές στην Πυρηνική και Σωματιδιακή Φυσική

8ο Εξάμηνο, Ακαδημαϊκό έτος 2017 – 2018

Ασκήσεις - Ομάδα 2:
Ανιχνευτές – Σπινθηριστές και καλορίμετρα.

Άσκηση 4.1
Υποθέστε ότι ένας ανιχνευτής για ακτίνες γάμμα αποτελείται από έναν σπινθηριστή LSO και έναν φωτοπολλαπλασιαστή (PMT), όπως στις διαφάνειες.
Το σήμα από την άνοδο του φωτοπολλαπλασιαστή μεταφέρεται με ένα ομοαξονικό (coax) καλώδιο 50 Ω και καταλήγει σ' έναν παλμογράφο που έχει εμπέδηση (impedance) εισόδου 50 Ω επίσης.
Υποθέστε ότι η απόδοση της συλλογής των φωτονίων του ορατού στον σπινθηριστή είναι 50%, ότι η κβαντική απόδοση μετατροπής του σε φωτοηλεκτρόνια στην φωτοκάθοδο του PMT είναι 25%, και ότι ο πολλαπλασιαστικός παράγοντας ενίσχυσης ("gain") στον PMT είναι 10^5.
Πόσο θα είναι το ύψος του σήματος (ΔV στο παρακάτω δεξί διάγραμμα) όταν αυτό προκύπτει από την παρατήρηση ακτίνων γάμμα του 1 MeV ;





Σχήμα 1 : Σύστημα απαριθμητή σπινθηρισμών.

Άσκηση 4.2
Θεωρείστε έναν σπινθηριστή CsI:Tl. Τι ποσοστό της ενέργειας που εναποτίθεται κατά την αλληλεπίδραση ενός ηλεκτρονίου με την ύλη, μετατρέπεται σε φώς (scintillation light)?

Άσκηση 4.3
Θεωρείστε μια πηγή ακτίνων γάμμα ενέργειας 511 keV. Υπολογίστε την ενέργεια όπου αναμένετε την κορυφή Compton στο φάσμα του υψους των παλμών που παρατηρούμε σε έναν φωτοπολλαπλασιαστή.

Άσκηση 4.4
Θεωρείστε έναν ανιχνευτή PET που καλύπτει το Ω = 10% της στερεάς γωνίας γύρω από το κέντρο του. Υποθέστε ότι η απόδοση ανίχνευσης για ένα φωτόνιο των 511 keV μέσα στη στερεά αυτή γωνία είναι Eff=20%. Υποθέστε ότι τοποθετείτε στο κέντρο του PET μια σημειακή πηγή με ενεργότητα 1 mCi. Πόσος είναι ο ρυθμός για

την ανίχνευση ενός φωτονίου (“single rate”), και πόσος είναι ο ρυθμός για την ανίχνευση της σύμπτωσης δύο φωτονίων (“coincidence rate”);

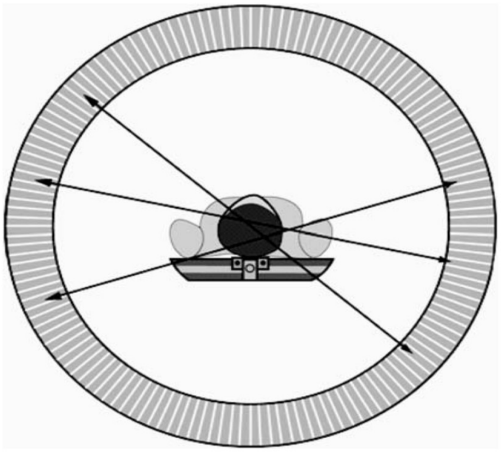


Fig. 6.29 Figure illustrating the principle of a PET scanner. The white lines represent the directions of flight of the gamma rays originating from a few annihilation events. These gamma rays interact in the scintillator blocks. If two gamma rays interact simultaneously in two scintillator blocks, one assumes a positron annihilation occurred somewhere along the line joining the centres of the two blocks of scintillating material