

## Άσκηση

### Προσομοίωση απορρόφησης ακτίνων X, με στοιχεία Monte Carlo

Για την εκτέλεση της άσκησης αυτής θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσετε την εκφώνηση της προηγούμενης άσκησης, καθώς και τον κώδικα που αναπτύξατε για την επίλυση της.

Η άσκηση αυτή επεκτείνει την προηγούμενη άσκηση εισάγοντας στοιχεία προσομοίωσης Monte Carlo (MC). Η προσομοίωση αυτή προσθέτει σημεία ρεαλισμού και εισάγει την έννοια του θορύβου poisson. Τα σημεία της προηγούμενης άσκησης στα οποία θα εισάγουμε την προσομοίωση MC είναι τα ακόλουθα:

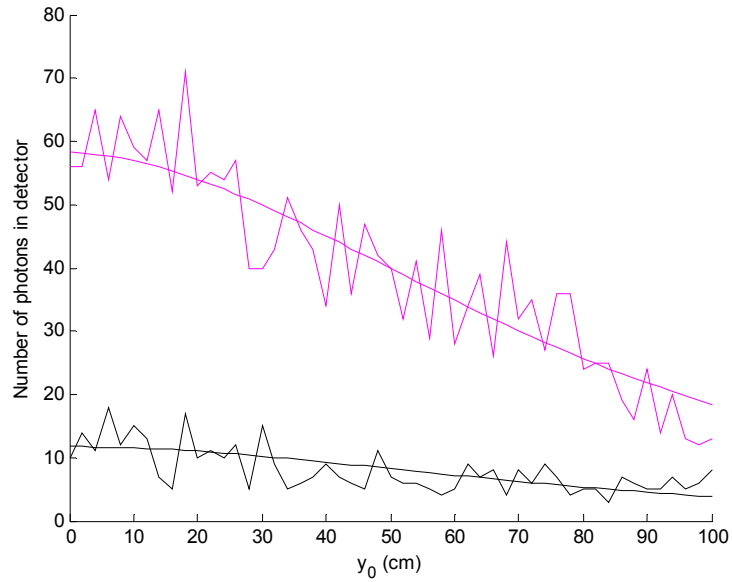
- Ο υπολογισμός του πλήθους των προσπίπτοντων φωτονίων στο υλικό απορρόφησης:
  - Για κάθε εκπεμπόμενο φωτόνιο, υπολογίζεται ένας τυχαίος αριθμός με ομοιόμορφη κατανομή στο διάστημα  $(0, 2\pi)$ , ο οποίος δηλώνει τη γωνία εκπομπής με τον άξονα x, και αν αυτός είναι εντός της φαινόμενης γωνίας του ανιχνευτή, τότε προσμετράται στα προσπίπτοντα.
- Ο υπολογισμός των εξερχόμενων φωτονίων:
  - Η πιθανότητα μη απορρόφησης για κάθε φωτόνιο (να περάσει το φωτόνιο από τον απορροφητή) δίνεται από τον παράγοντα  $p = I/I_0 = \exp(-\mu l)$ .
  - Αντί να υπολογίζεται ο αριθμός των εξερχόμενων φωτονίων σαν το γινόμενο [προσπίπτοντων  $(I_0) \times p$ ], υπολογίζουμε:
    - Για κάθε ένα από τα προσπίπτοντα φωτόνια υπολογίζουμε ένα τυχαίο αριθμό στο διάστημα  $[0,1]$ . Αν αυτός είναι μικρότερος ή ίσος του p, τότε το συγκεκριμένο φωτόνιο δεν απορροφάται (άρα περνάει τον απορροφητή και κινείται προς τον ανιχνευτή).

Μεταβάλετε την τιμή του d από 2 σε 10 cm και κατασκευάστε κοινή γραφική παράσταση, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.

Επαναλάβετε για 10.000 και 100.000 εκπεμπόμενα φωτόνια ανά sec (συμβουλευτείτε την εκφώνηση της προηγούμενης άσκησης.)

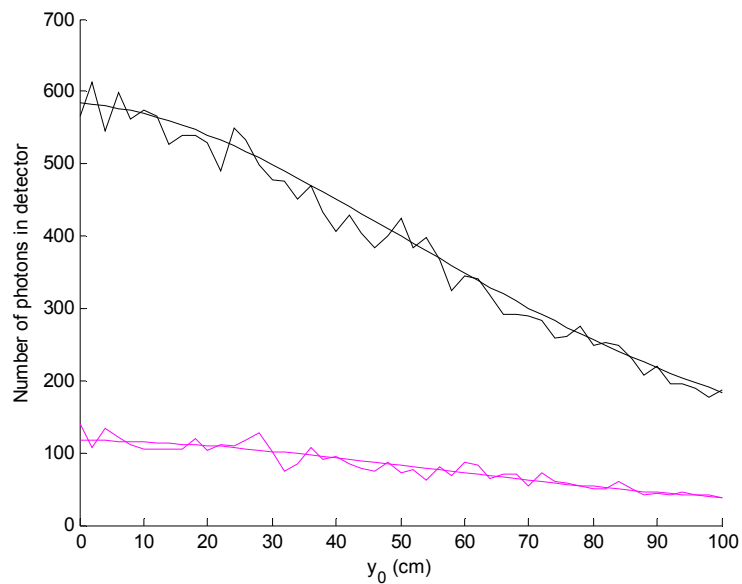
Στις γραφικές παραστάσεις να συμπεριφθεί και το αποτέλεσμα χωρίς την χρήση τυχαίων αριθμών.

Παρατηρείστε τις διακυμάνσεις του αριθμού των φωτονίων από την αναμενόμενη τιμή. Εξηγήστε πως σχετίζονται οι διακυμάνσεις αυτές με το πλήθος των φωτονίων.



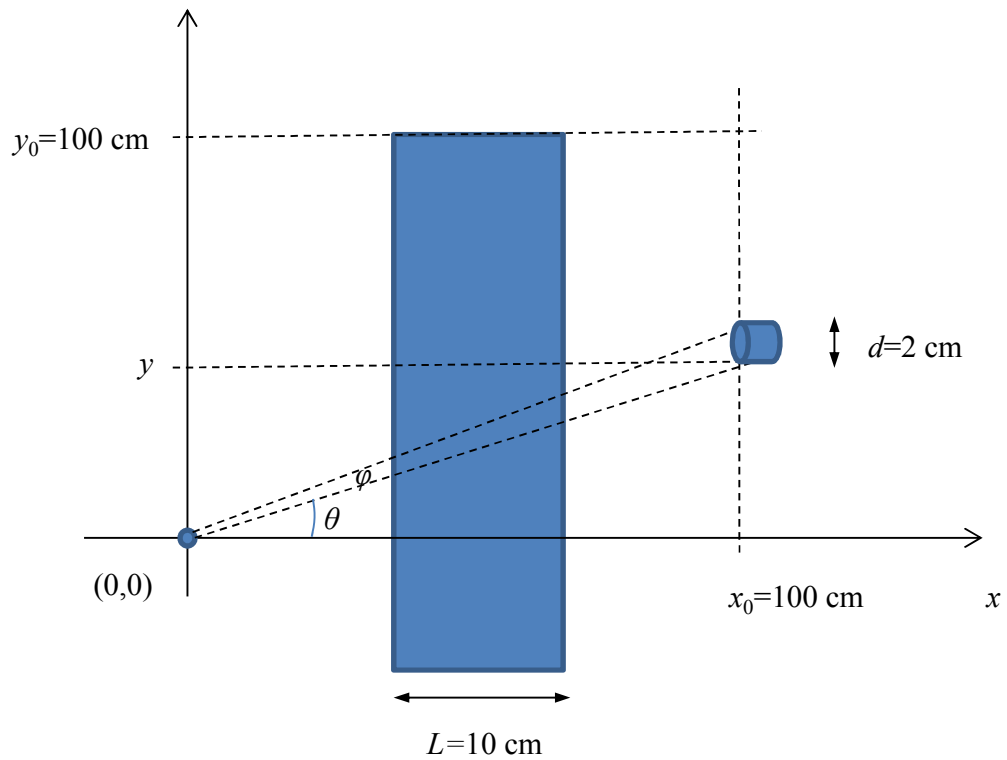
Σχήμα 1

Το ζητούμενο αποτέλεσμα για 10.000 φωτόνια, με  $d=2$  (μαύρη καμπύλη) και  $d=10$ .



Σχήμα 2

Το ζητούμενο αποτέλεσμα για 100.000 φωτόνια, με  $d=2$  (μαύρη καμπύλη) και  $d=10$



Σχήμα  
Η πειραματική διάταξη