

Μελέτη της εξαΰλωσης του ποζιτρονίου και βασικές αρχές τομογραφίας PET

Προαπαιτούμενα

1. Εγκατάσταση λογισμικού PAW για την ανάλυση δεδομένων: Αντιγράψτε το περιεχόμενο του φακέλου *rawNT* (και τα 4 αρχεία) στον φάκελο των Windows (συνήθως στο *C:\Windows*), ώστε το πρόγραμμα να μπορεί να εκτελεστεί από οποιαδήποτε επιφάνεια.
2. Αρχείο μακροεντολών *PET_test.mac* για την παραγωγή δεδομένων του λογισμικού GEANT4/GATE.
3. Αρχείο ανακατασκευής θέσης *recxy.f* για την ανεύρεση της ανακατασκευασμένης θέσης του σημείου εξαΰλωσης από τη θέση των ανιχνευθέντων φωτονίων.
4. Αρχείο δεδομένων *pet_test.rz* με προσομοιωμένα δεδομένα του τομογράφου PET. Μερικά χαρακτηριστικά ονόματα των μεταβλητών για τα δεδομένα αυτά περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Περιγραφή μεταβλητών αρχείου <i>pet_test.rz</i>	
Όνομα	Σημασία
SRC	Αριθμός ραδιενεργού πηγής (0: Πρώτη πηγή, 1: Δεύτερη πηγή, ...)
Xs, Ys, Zs	Συντεταγμένες του σημείου εξαΰλωσης
X, Y, Z	Συντεταγμένες ανίχνευσης του 1 ^{ου} φωτονίου
X2, Y2, Z2	Συντεταγμένες ανίχνευσης του 2 ^{ου} φωτονίου
E	Ενέργεια του ανιχνευθέντος 1 ^{ου} φωτονίου
E2	Ενέργεια του ανιχνευθέντος 2 ^{ου} φωτονίου
RSe	Τομέας (sector) του ανιχνευθέντος 1 ^{ου} φωτονίου
RSe2	Τομέας (sector) του ανιχνευθέντος 2 ^{ου} φωτονίου
T, T2	Χρονικές στιγμές ανίχνευσης φωτονίων
DT	Χρονική διαφορά σε ns ανίχνευσης των δύο φωτονίων

Βήματα ανάλυσης του Project #18

Βήμα-1: Μελετήστε και περιγράψτε πολύ συνοπτικά τις αρχές λειτουργίας του λογισμικού προσομοίωσης GEANT4/GATE (<http://opengatecollaboration.org/documentation>)

Βήμα-2: Με βάση το αρχείο μακροεντολών *PET_test.mac* να σχεδιάσετε στο επίπεδο X-Y (λόγω κυλινδρικής συμμετρίας) τη γεωμετρία του δακτυλίου της ανιχνευτικής συσκευής και τη θέση των δύο πηγών.

Βήμα-3: Ενεργοποιώντας το πρόγραμμα ανάλυσης PAW από κάποια επιφάνεια εργασίας της επιλογής σας με την εντολή *rawNT*, συνδεθείτε με το αρχείο των προσομοιωμένων δεδομένων *pet_test.rz* και κατασκευάστε όλα τα απαιτούμενα διαγράμματα. Μερικές βοηθητικές εντολές δίνονται παρακάτω:

Εντολή	Εκτέλεση
<i>raw > his/fil 1 pet_test.rz</i>	Σύνδεση με αρχείο δεδομένων
<i>raw > opt stat</i>	Ενεργοποίηση στατιστικών στοιχείων
<i>raw > nt/plo 1.E</i>	Γράφημα (ιστόγραμμα) ενέργειας 1 ^{ου} φωτονίου στον τομογράφο
<i>raw > nt/plo 1.E2%E</i>	Διδιάστατο γράφημα (scatter plot) των ενεργειών των 2 φωτονίων
<i>raw > nt/plo 1.X%Y%Z</i>	Τρισδιάστατο γράφημα (scatter plot) X-Y-Z ανίχνευσης 1 ^{ου} φωτονίου
<i>raw > nt/plo 1.Y2%X2 RSE=3</i>	Διδιάστατο γράφημα (scatter plot) X2-Y2 για το 2 ^ο φωτόνιο όταν το 1 ^ο φωτόνιο ανιχνεύθηκε στον τομέα 3 (sector 3)

Βήμα-4: Κατασκευάστε το ενεργειακό διάγραμμα **E** των ανιχθευθέντων φωτονίων και υπολογίστε την **ενεργειακή διακριτική ικανότητα $\Delta E/E$** του συστήματος από το εύρος της φωτοκορυφής. Μερικές βοηθητικές εντολές δίνονται παρακάτω:

Εντολή	Εκτέλεση
<code>raw > 1d 101 E1 160 0. 0.8</code>	Δημιουργία ιστογράμματος 160 καναλιών 0-0.8 MeV
<code>raw > opt fit</code>	Εμφάνιση στοιχείων καμπύλης προσαρμογής (fit)
<code>raw > nt/plo 1.e ! ! ! ! 101</code>	Ιστόγραμμα ενέργειας αποθηκευμένο στο 101
<code>raw > set plci 2</code>	Χρώμα καμπύλης κόκκινο
<code>raw > his/fit 101(80:130) g</code>	Προσαρμογή Gauss στην φωτοκορυφή του 101

Βήμα-5: Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και για το **δεύτερο φωτόνιο**, δημιουργώντας ένα δεύτερο, όμοιο ιστόγραμμα 102. Τέλος, με την εντολή **nt/plo 1.E2%E** δημιουργείτε το διδιάστατο διάγραμμα E1-E2 και εξηγείτε το αποτέλεσμα του **συσχετισμού** των δύο φωτονίων της εξαΰλωσης στον τομογράφο.

Βήμα-6: Με την εντολή **nt/plo 1.y%x** κατασκευάστε την εικόνα ανίχνευσης του πρώτου φωτονίου στον τομογράφο. Το ίδιο και για το δεύτερο φωτόνιο (**nt/plo 1.y2%x2**) και συζητείστε το ενδεχόμενο να υπάρχει κάποια **διαφορά** στα δύο αυτά διαγράμματα. Δείξτε στο ίδιο διάγραμμα και τη θέση των δύο πηγών με την εντολή **nt/plo 1.ys%xs ! ! ! ! S**

Βήμα-7: Με τις παρακάτω εντολές και με τη βοήθεια της συνάρτησης **recxy.f** να ανακατασκευάσετε τη θέση εξαΰλωσης του ποζιτρονίου:

Εντολή	Εκτέλεση
<code>raw > set pmci 1</code>	Χρώμα στίγματος μαύρο
<code>raw > nt/plo 1.y%x</code>	Δημιουργία γραφήματος X-Y
<code>raw > set pmci 2</code>	Χρώμα στίγματος κόκκινο
<code>raw > nt/plo 1.ys%xs ! ! ! ! S</code>	Θέση πηγών στο ίδιο διάγραμμα
<code>raw > set pmci 4</code>	Χρώμα στίγματος μπλε
<code>raw > nt/plo 1.recxy.f(2,0.0)%recxy.f(1,0.0) ! ! ! ! S</code>	Εμφάνιση της ανακατασκευασμένης θέσης των πηγών

Να ευρεθεί και να αναλυθεί η **διακριτική ικανότητα** του απλού αλγορίθμου ανακατασκευής θέσης που περιέχεται στην συνάρτηση **recxy.f**, αφού δοθεί η σχετική γεωμετρική ερμηνεία του.