

# ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Χειμερινό εξάμηνο ακ. έτους 2016-2017

Β' ομάδα ασκήσεων - Πρώτη Άσκηση<sup>1</sup>

Θεωρείστε ένα κόσμο σωματιδίων που απλουστεύει τα χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά τους σε σχέση με την επιστημονική εκδοχή τους από τη Φυσική Σωματιδίων. Συγκεκριμένα θεωρείστε ότι ισχύουν τα παρακάτω.

Κάθε σωματίδιο (particle) έχει μάζα (*mass*), ιδιοστροφορμή (*spin*) και ηλεκτρικό φορτίο (*electric charge*). Αν δεν υπάρχει ένδειξη για κάτι διαφορετικό, αυτά έχουν τιμή 0. Ανάλογα με τη στατιστική (*statistics*) που ακολουθούν διακρίνονται σε φερμιόνια (*fermions*) και μποζόνια (*bosons*). Τα φερμιόνια ακολουθούν τη στατιστική Fermi-Dirac. Τα μποζόνια ακολουθούν τη στατιστική Bose-Einstein.

Ένα πρωτόνιο (proton) είναι φερμιόνιο και έχει μάζα (*mass*) ίση με  $938.27208 \text{ MeV}/c^2$ , ιδιοστροφορμή (*spin*) ίση με  $\frac{1}{2}$  και ηλεκτρικό φορτίο (*electric charge*) ίσο με +1. Όταν δημιουργείται ένα πρωτόνιο, του ανατίθεται η τιμή της μάζας του, η ιδιοστροφορμή του και το ηλεκτρικό φορτίο του. Επίσης, εκτυπώνεται το μήνυμα "A proton has been constructed" και η στατιστική στην οποία υπακούει. Όταν καταστρέφεται ένα πρωτόνιο εκτυπώνεται το μήνυμα "A proton will be destroyed".

Ένα νετρόνιο (neutron) είναι φερμιόνιο και έχει μάζα (*mass*) ίση με  $939.56541 \text{ MeV}/c^2$  και ιδιοστροφορμή (*spin*) ίση με  $\frac{1}{2}$ . Όταν δημιουργείται ένα νετρόνιο, του ανατίθεται η τιμή της μάζας του, η ιδιοστροφορμή του και το ηλεκτρικό φορτίο του. Επίσης, εκτυπώνεται το μήνυμα "A neutron has been constructed" και η στατιστική στην οποία υπακούει. Όταν καταστρέφεται ένα νετρόνιο εκτυπώνεται το μήνυμα "A neutron will be destroyed".

Ένα ηλεκτρόνιο (electron) είναι φερμιόνιο και έχει ηλεκτρικό φορτίο (*electric charge*) ίσο με  $-1$ , μάζα (*mass*) ίση με  $0.510998946 \text{ MeV}/c^2$  και ιδιοστροφορμή (*spin*) ίση με  $\frac{1}{2}$ . Όταν δημιουργείται ένα ηλεκτρόνιο, του ανατίθεται η τιμή της μάζας του, η ιδιοστροφορμή του και το ηλεκτρικό φορτίο του. Επίσης, εκτυπώνεται το μήνυμα "An electron has been constructed" και η στατιστική στην οποία υπακούει. Όταν καταστρέφεται ένα ηλεκτρόνιο εκτυπώνεται το μήνυμα "An electron will be destroyed".

Ένα ποζιτρόνιο (positron) είναι φερμιόνιο και έχει ηλεκτρικό φορτίο (*electric charge*) ίσο με  $+1$ , μάζα (*mass*) ίση με  $0.510998946 \text{ MeV}/c^2$  και ιδιοστροφορμή (*spin*) ίση με  $\frac{1}{2}$ . Όταν δημιουργείται ένα ποζιτρόνιο, του ανατίθεται η τιμή της μάζας του, η ιδιοστροφορμή του και το ηλεκτρικό φορτίο του. Επίσης, εκτυπώνεται το μήνυμα "A positron has been constructed" και η στατιστική στην οποία υπακούει. Όταν καταστρέφεται ένα ποζιτρόνιο εκτυπώνεται το μήνυμα "A positron will be destroyed".

Ένα νεutrino (neutrino) είναι φερμιόνιο και έχει μάζα (*mass*) ίση με  $0.320 \text{ eV}/c^2$  και ιδιοστροφορμή (*spin*) ίση με  $\frac{1}{2}$ . Όταν δημιουργείται ένα νεutrino, του ανατίθεται η τιμή της μάζας του, η ιδιοστροφορμή του και το ηλεκτρικό φορτίο του. Επίσης, εκτυπώνεται το μήνυμα "A neutrino has been constructed" και η στατιστική στην οποία υπακούει. Όταν καταστρέφεται ένα νεutrino εκτυπώνεται το μήνυμα "A neutrino will be destroyed".

Το αντineutrino (antineutrino) έχει όλα τα χαρακτηριστικά ίδια με το νεutrino. Όταν δημιουργείται ένα αντineutrino, του ανατίθεται η τιμή της μάζας του, η ιδιοστροφορμή του και το ηλεκτρικό φορτίο του. Επίσης, εκτυπώνεται το μήνυμα "A antineutrino has been constructed" και η στατιστική στην οποία υπακούει. Όταν καταστρέφεται ένα αντineutrino εκτυπώνεται το μήνυμα "An antineutrino will be destroyed".

Ένα φωτόνιο (photon) είναι μποζόνιο και έχει ιδιοστροφορμή (*spin*) ίση με 1. Όταν δημιουργείται

---

<sup>1</sup> Ευχαριστώ θερμά τον συνεργάτη του μαθήματος, υποψήφιο διδάκτορα, κύριο Βασίλειο Αναστασίου που επιβεβαίωσε την (προσεγγιστική) ορθότητα της Άσκησης από πλευράς Φυσικής Σωματιδίων της οποίας είναι εξαιρετικός γνώστης αν και ασχολείται ερασιτεχνικά.

ένα φωτόνιο, του ανατίθεται η τιμή της μάζας του, η ιδιοστροφορμή του και το ηλεκτρικό φορτίο του. Επίσης, εκτυπώνεται το μήνυμα "A photon has been constructed" και η στατιστική στην οποία υπακούει. Όταν καταστρέφεται ένα φωτόνιο εκτυπώνεται το μήνυμα "A photon will be destroyed".

Μεταξύ των παραπάνω σωματιδίων λαμβάνουν χώρα οι εξής αλληλεπιδράσεις (interactions):

- από νετρόνιο και νεutrino προκύπτουν πρωτόνιο και ηλεκτρόνιο
- από πρωτόνιο και αντineutrino προκύπτουν νετρόνιο και ποζιτρόνιο
- από πρωτόνιο και ηλεκτρόνιο προκύπτουν νετρόνιο και νεutrino
- ένα ηλεκτρόνιο αλληλοαναιρείται με ένα ποζιτρόνιο παράγοντας δύο φωτόνια
- από δύο φωτόνια μπορεί να παραχθούν ένα ηλεκτρόνιο και ένα ποζιτρόνιο

Επίσης, μπορεί να συμβούν και οι παρακάτω διασπάσεις (decays):

- ένα νετρόνιο διασπάται παράγοντας ένα πρωτόνιο, ένα ηλεκτρόνιο κι ένα αντineutrino
- ένα πρωτόνιο διασπάται παράγοντας ένα νετρόνιο, ένα ποζιτρόνιο κι ένα νεutrino

Υλοποιήστε τα παραπάνω σε C++, μέσω των κατάλληλων κλάσεων, ορίζοντας τα μέλη-δεδομένα που χρειάζονται και τις συναρτήσεις-μέλη που υλοποιούν την παραπάνω συμπεριφορά. Στην παραπάνω περιγραφή μπορείτε να διακρίνετε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κληρονομικότητα οπότε να το εκμεταλλευτείτε.

Υλοποιήστε επίσης μια συνάρτηση main η οποία:

1. Να δημιουργεί  $M$  αριθμό σωματιδίων, τα οποία να προσπελούνται μέσω μιας ακολουθίας  $M$  ενδείξεων, επιλέγοντας τυχαία το είδος τους.
2. Να εκτυπώνεται το πλήθος από κάθε είδος σωματιδίων που δημιουργήθηκε καθώς και το συνολικό φορτίο που προκύπτει από τα σωματίδια.
3. Για  $N$  επαναλήψεις, να επιλέγει τυχαία ένα σωματίδιο και αν αυτό μπορεί να αλληλεπιδράσει με κάποιο από τα γειτονικά του, να γίνεται η αλληλεπίδραση, αλλιώς αν μπορεί να διασπαστεί, να διασπάται. Σαν "γειτονικά" θεωρούνται σωματίδια που προσπελούνται μέσω διαδοχικών ενδείξεων.
4. Να εκτυπώνεται το πλήθος από κάθε είδος σωματιδίων που τελικά υπάρχουν καθώς και πόση ποσοστιαία μεταβολή υπήρξε σε σχέση με το αρχικό πλήθος τους. Επίσης, αν το πλήθος των φερμιονίων είναι μεγαλύτερο από εκείνο των μποζονίων να εκτυπώνεται το μήνυμα "Living in a material world!", διαφορετικά, αν ισχύει το αντίστροφο, να εκτυπώνεται το μήνυμα "Radiation prevails!". Διαφορετικά να εκτυπώνεται το μήνυμα "Equilibrium?". Ακόμα, να επιβεβαιώνεται ότι το συνολικό φορτίο των σωματιδίων παραμένει σταθερό και να εκτυπώνεται το μήνυμα "Conservation verified!". Τέλος, να υπολογίζεται και να εκτυπώνεται η διαφορά στο άθροισμα της μάζας των σωματιδίων καθώς και η διαφορά στο άθροισμα των ιδιοστροφορμών και στην περίπτωση που κάποια από αυτές είναι διαφορετική από μηδέν, να εκτυπώνεται το μήνυμα "How it comes!".

Τα  $M$  και  $N$  να δίδονται από τη γραμμή εντολής.