



28^{ος} ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΘΕΜΑΤΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΦΑΣΗΣ

Θέμα 1^ο: Εκδρομή για σκι

[30 Μονάδες]

Η Κατερίνα θέλει να πάει για σκι. Το χιονοδρομικό κέντρο είναι μακριά από το σπίτι της, κι έτσι παίρνει τα πέδιλα στον ώμο και αποφασίζει να πάει στο βουνό με τον οδοντωτό σιδηρόδρομο. Ο σιδηρόδρομος κάνει στάσεις σε N σημεία στο βουνό. Οποιοσδήποτε δύο διαδοχικές στάσεις απέχουν μεταξύ τους ένα χιλιόμετρο. Για κάθε στάση i (όπου $1 \leq i \leq N$) γνωρίζουμε το υψόμετρο Y_i στο οποίο αυτή βρίσκεται.

Καθώς ο σιδηρόδρομος απομακρύνεται στο βουνό, η Κατερίνα μπορεί να κατέβει το πρωί σε όποια στάση θέλει, να κάνει σκι με κατεύθυνση προς τα πίσω και να επιβιβαστεί πάλι στο σιδηρόδρομο σε κάποια προηγούμενη στάση, όταν αυτός θα επιστρέφει το απόγευμα, ώστε να γυρίσει στο σπίτι της. Όμως, για να μπορέσει να κάνει σκι, η στάση που θα κατέβει πρέπει να μην είναι σε χαμηλότερο υψόμετρο από εκείνην που θα επιβιβαστεί και πάλι.

Στην Κατερίνα αρέσει πολύ το σκι. Βοηθήστε τη να βρει τη μεγαλύτερη διαδρομή που μπορεί να κάνει.

Πρόβλημα

Να αναπτύξετε ένα πρόγραμμα σε μια από τις γλώσσες της IOI (Pascal, C, C++, Java) το οποίο θα διαβάζει τα δεδομένα N και Y_i και θα υπολογίζει το μήκος της μεγαλύτερης διαδρομής που μπορεί να κάνει η Κατερίνα.

Αρχεία εισόδου:

Το αρχείο εισόδου με όνομα **skitrip.in** είναι αρχείο κειμένου που περιέχει δύο γραμμές. Η πρώτη γραμμή περιέχει έναν μόνο ακέραιο αριθμό N , το πλήθος των σημείων στα οποία κάνει στάση ο σιδηρόδρομος. Η δεύτερη γραμμή περιέχει N ακέραιους αριθμούς Y_i (όπου $1 \leq i \leq N$) χωρισμένους ανά δύο με ένα κενό διάστημα, τα υψόμετρα των σημείων στάσης.

Αρχεία εξόδου:

Το αρχείο εξόδου με όνομα **skitrip.out** είναι αρχείο κειμένου αποτελούμενο από μία μόνο γραμμή που πρέπει να περιέχει ακριβώς



έναν ακέραιο αριθμό: το μήκος της μεγαλύτερης διαδρομής που μπορεί να κάνει η Κατερίνα. Αν δεν υπάρχει καμία έγκυρη διαδρομή (γιατί τα υψόμετρα των σημείων στάσης μειώνονται, όσο κινείται ο σιδηρόδρομος), τότε η απάντηση πρέπει να είναι μηδέν.

Παράδειγμα αρχείων εισόδου - εξόδου

skitrip.in	skitrip.out
16 78 88 64 94 17 91 57 69 38 62 13 17 35 15 20 15	10

Εξήγηση: Η Κατερίνα μπορεί να κατέβει στη 15^η στάση, που έχει υψόμετρο $Y_{15} = 20$. Από εκεί, μπορεί να κάνει σκι προς τα πίσω μέχρι την 5^η στάση, που έχει υψόμετρο $Y_5 = 17$. Η διαδρομή αυτή είναι η μεγαλύτερη που μπορεί να κάνει και έχει μήκος $15 - 5 = 10$ χιλιόμετρα.

Περιορισμοί:

Για τα υψόμετρα των στάσεων θα ισχύει $1 \leq Y_i \leq 1.000.000.000$.

- Για περιπτώσεις ελέγχου συνολικής αξίας 40%, θα είναι:
 $1 \leq N \leq 10.000$
- Για περιπτώσεις ελέγχου συνολικής αξίας 80%, θα είναι:
 $1 \leq N \leq 1.000.000$
- Για περιπτώσεις ελέγχου συνολικής αξίας 100%, θα είναι:
 $1 \leq N \leq 2.000.000$

Μορφοποίηση: Στην έξοδο, όλες οι γραμμές τερματίζουν με ένα χαρακτήρα newline.

Μέγιστος χρόνος εκτέλεσης: 1 sec.

Μέγιστη διαθέσιμη μνήμη: 128 MB.



Θέμα 2^ο: Δίκτυο σχολείων

[30 Μονάδες]

Το Υπουργείο Παιδείας έχει συνδέσει τα N σχολεία της μέσης εκπαίδευσης σε ένα δίκτυο, που αποτελείται από $N-1$ γραμμές επικοινωνίας. Κάθε γραμμή συνδέει δύο σχολεία, με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εφικτή η επικοινωνία οποιουδήποτε ζεύγους σχολείων, είτε άμεσα (μέσω μίας σύνδεσης) είτε έμμεσα (μέσω περισσότερων).

Το δίκτυο των σχολείων κινδυνεύει να διακοπεί αν δυσλειτουργεί έστω και μία από τις γραμμές επικοινωνίας. Για να ελέγχει την ποιότητα των γραμμών επικοινωνίας και να μπορεί να επεμβαίνει για την έγκαιρη επισκευή τους, το Υπουργείο προτίθεται να προμηθευτεί συσκευές ελέγχου και να τις τοποθετήσει σε κόμβους του δικτύου. Κάθε τέτοια συσκευή θα μπορεί να ελέγχει από τον κόμβο του δικτύου όπου έχει τοποθετηθεί όλες τις γραμμές επικοινωνίας με τις οποίες είναι συνδεδεμένος αυτός ο κόμβος.

Οι συσκευές αυτές είναι ακριβές, όπως επίσης και η τοποθέτησή τους, που μπορεί να κοστίζει περισσότερο ή λιγότερο, ανάλογα με τη θέση του σχολείου. Το Υπουργείο ενδιαφέρεται να περιορίσει το συνολικό κόστος, τοποθετώντας κατάλληλα τις συσκευές. Καλείστε να βρείτε ποιο είναι το ελάχιστο κόστος που απαιτείται για να τοποθετηθούν συσκευές που να ελέγχουν όλες οι γραμμές.

Αρχεία εισόδου:

Το αρχείο εισόδου με όνομα **schoolnet.in** είναι αρχείο κειμένου. Η πρώτη γραμμή του που περιέχει έναν μόνο ακέραιο αριθμό N , το πλήθος των σχολείων που αποτελούν τους κόμβους του δικτύου. Έστω ότι τα σχολεία είναι αριθμημένα από 1 έως N . Η δεύτερη γραμμή περιέχει ακριβώς N ακέραιους αριθμούς, χωρισμένους ανά δύο με ένα κενό διάστημα: το κόστος τοποθέτησης μίας συσκευής για κάθε σχολείο, κατά σειρά. Κάθε μία από τις επόμενες $N-1$ γραμμές περιέχει ακριβώς δύο ακέραιους αριθμούς A και B , χωρισμένους με ένα κενό διάστημα, όπου $1 \leq A, B \leq N$ και $A \neq B$. Αυτό σημαίνει ότι στο δίκτυο υπάρχει μία γραμμή επικοινωνίας που συνδέει απευθείας το σχολείο A με το σχολείο B . Θεωρήστε δεδομένο ότι στο δίκτυο των σχολείων που περιγράφεται στο αρχείο εισόδου θα είναι δυνατή η επικοινωνία (άμεσα ή έμμεσα) μεταξύ οποιωνδήποτε δύο σχολείων.

Αρχεία εξόδου:

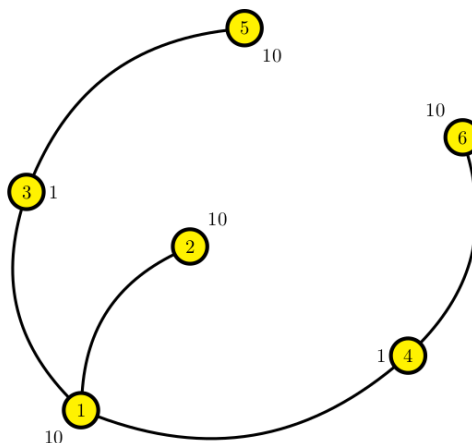
Το αρχείο εξόδου με όνομα **schoolnet.out** είναι αρχείο κειμένου αποτελούμενο από μία μόνο γραμμή που θα περιέχει έναν μόνο ακέραιο αριθμό: το ελάχιστο δυνατό κόστος για την τοποθέτηση



συσκευών που να ελέγχουν όλες τις γραμμές επικοινωνίας του δικτύου.

Παράδειγμα αρχείων εισόδου - εξόδου

schoolnet.in	schoolnet.out
6 10 10 1 1 10 10 1 2 3 1 1 4 5 3 4 6	12



Εξήγηση: Το Υπουργείο μπορεί να τοποθετήσει συσκευές στα σχολεία με αριθμούς 1, 3 και 4, έτσι ώστε να ελέγχονται όλες οι γραμμές επικοινωνίας. Το συνολικό κόστος τοποθέτησης των συσκευών είναι $10+1+1=12$ και είναι το ελάχιστο δυνατό.

Περιορισμοί:

Το συνολικό άθροισμα του κόστους τοποθέτησης για όλα τα σχολεία δε θα υπερβαίνει τα 2.000.000.000. Όλα τα κόστη θα είναι θετικά.

- Για περιπτώσεις ελέγχου συνολικής αξίας 20%, θα είναι:
 $2 \leq N \leq 100$
- Για περιπτώσεις ελέγχου συνολικής αξίας 100%, θα είναι:
 $2 \leq N \leq 1.000.000$

Μορφοποίηση: Στην έξοδο, όλες οι γραμμές τερματίζουν με ένα χαρακτήρα newline.

Μέγιστος χρόνος εκτέλεσης: 2 sec.

Μέγιστη διαθέσιμη μνήμη: 64 MB.



Θέμα 3^ο: Star Wars

[40 Μονάδες]

Η Αριάδνη πήγε για διακοπές στην Dinseyland στην Αμερική. Μια μέρα επισκέφτηκε το Star Tours που είναι αφιερωμένο στις κινηματογραφικές ταινίες Star Wars. Εκεί υπήρχε ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με πλευρές X (μήκος) $\times$ Y (πλάτος) $\times$ Z (ύψος), αποτελούμενο από κύβους με πλευρά ίση με 1. Ας ονομάσουμε κάθε κύβο με τις τρεις συντεταγμένες του, ξεκινώντας την αρίθμηση σε κάθε διάσταση από το μηδέν και πηγαίνοντας μέχρι $X-1$, $Y-1$ και $Z-1$, αντίστοιχα. Κάθε κύβος είναι είτε φωτεινός είτε σκοτεινός. Ρίχνοντας μια δέσμη laser σε έναν κύβο, αυτός αλλάζει την κατάσταση του, από φωτεινός σε σκοτεινός και αντίστροφα. Στην αρχή, όλοι οι κύβοι είναι σκοτεινοί.

Η Αριάδνη βρήκε ένα όπλο ικανό να εκπέμπει «πλατιές» ακτίνες laser, που να χτυπούν συγχρόνως ολόκληρα επίπεδα με κύβους, σε οποιαδήποτε διάσταση X , Y ή Z . Χρησιμοποιώντας το, η Αριάδνη διαλέγει μια διάσταση (X , Y ή Z) και δύο αριθμούς A και B . Τότε, όλοι οι κύβοι που η συντεταγμένη τους στη συγκεκριμένη διάσταση είναι μεταξύ A και B (συμπεριλαμβανομένων) χτυπιούνται από το laser και αλλάζουν κατάσταση. Για παράδειγμα, αν επιλέξει τη διάσταση X και $A=2$, $B=3$, τότε όλοι οι κύβοι που η συντεταγμένη X τους είναι ίση με 2 ή 3 θα αλλάξουν κατάσταση.

Η Αριάδνη χρησιμοποιεί το όπλο πολλές φορές, για διάφορες διαστάσεις και διάφορες τιμές των A και B . Θέλει όμως να ξέρει κάθε στιγμή πόσοι φωτεινοί κύβοι υπάρχουν σε οποιοδήποτε τμήμα του ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου. Συγκεκριμένα, για κάθε ζεύγος συντεταγμένων (x_1, y_1, z_1) και (x_2, y_2, z_2) θέλει να ξέρει τον αριθμό των φωτεινών κύβων στο ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο που έχει ως αντιδιαμετρικές κορυφές τους κύβους με αυτές τις συντεταγμένες.

Πρόβλημα

Να αναπτύξετε ένα πρόγραμμα σε μια από τις γλώσσες της IOI (Pascal, C, C++, Java) το οποίο θα επεξεργάζεται τις βολές της Αριάδνης και ανά πάσα στιγμή θα απαντάει στις ερωτήσεις της.

Αρχεία εισόδου:

Το αρχείο εισόδου με όνομα **starwars.in** είναι αρχείο κειμένου που η πρώτη γραμμή του περιέχει έναν ακέραιο αριθμό N , το πλήθος των δοκιμών που θα κάνει η Αριάδνη. Για κάθε δοκιμή ακολουθεί ένα σύνολο γραμμών, η πρώτη από τις οποίες περιέχει τέσσερις ακέραιους αριθμούς X , Y , Z , και M , χωρισμένους ανά δύο με ένα κενό διάστημα. Οι πρώτοι τρεις είναι οι πλευρές του ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου



στις τρεις διαστάσεις. Το M είναι το πλήθος των πράξεων που θα ακολουθήσουν. Κάθε μία από τις επόμενες M γραμμές αντιστοιχεί σε μία πράξη. Οι πράξεις είναι της μορφής:

- 0 A B : όλοι οι κύβοι με συντεταγμένη X από A μέχρι B (συμπεριλαμβανομένων) χτυπιούνται με laser ($0 \leq A \leq B < X$).
- 1 A B : όλοι οι κύβοι με συντεταγμένη Y από A μέχρι B (συμπεριλαμβανομένων) χτυπιούνται με laser ($0 \leq A \leq B < Y$).
- 2 A B : όλοι οι κύβοι με συντεταγμένη Z από A μέχρι B (συμπεριλαμβανομένων) χτυπιούνται με laser ($0 \leq A \leq B < Z$).
- 3 x_1 y_1 z_1 x_2 y_2 z_2 : η Αριάδνη ρωτάει πόσοι φωτεινοί κύβοι υπάρχουν στο ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με αντιδιαμετρικές κορυφές τους κύβους (x_1, y_1, z_1) και (x_2, y_2, z_2) . Θεωρήστε δεδομένο ότι $0 \leq x_1 \leq x_2 < X$, ομοίως για τις άλλες διαστάσεις.

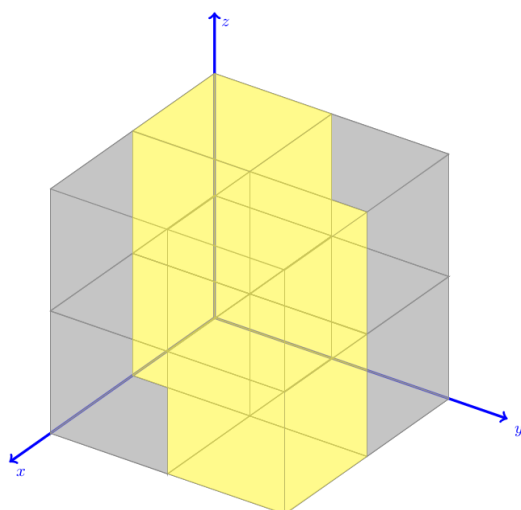
Προσέξτε ότι σε κάθε δοκιμή, η Αριάδνη ξεκινάει με ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο πιθανώς διαφορετικών διαστάσεων που όλοι του οι κύβοι είναι σκοτεινά.

Αρχεία εξόδου:

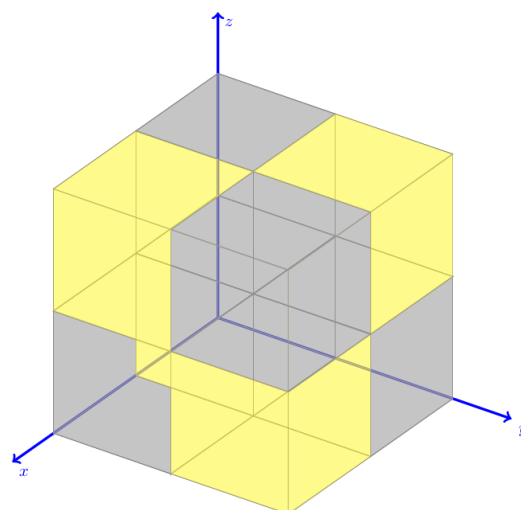
Το αρχείο εξόδου με όνομα **starwars.out** είναι αρχείο κειμένου αποτελούμενο από τόσες γραμμές όσες είναι οι ερωτήσεις στο αρχείο εισόδου. Κάθε γραμμή θα περιέχει έναν ακριβώς ακέραιο αριθμό, την απάντηση στην αντίστοιχη ερώτηση.

Παράδειγμα αρχείων εισόδου - εξόδου

starwars.in	starwars.out	εξήγηση
2 2 2 2 5 0 0 0 1 1 1 3 0 0 0 1 1 1 2 1 1 3 0 0 0 0 1 1 4 5 6 6 0 2 2 0 2 3 1 3 3 3 0 0 0 2 3 3 2 0 3 3 1 1 1 2 2 2	4 2 12 8	(Για διευκόλυνσή σας, τα δεδομένα των δύο διαφορετικών δοκιμών εμφανίζονται χωρισμένα. Στα αρχεία εισόδου/εξόδου δε θα υπάρχουν κενές γραμμές.) Στην πρώτη δοκιμή, η κατάσταση των κύβων τη στιγμή των δύο ερωτήσεων φαίνεται στις εικόνες της επόμενης σελίδας. Στην πρώτη ερώτηση η Αριάδνη ζητάει το πλήθος όλων των φωτεινών κύβων στην αριστερή εικόνα (4). Στη δεύτερη ερώτηση, ζητάει το πλήθος των φωτεινών κύβων με συντεταγμένη $X=0$ στη δεξιά εικόνα (2).



Κατάσταση των κύβων στην πρώτη
ερώτηση της πρώτης δοκιμής.



Κατάσταση των κύβων στη δεύτερη
ερώτηση της πρώτης δοκιμής.

Περιορισμοί:

Για το πλήθος των δοκιμών θα ισχύει $1 \leq N \leq 15$.

- Για περιπτώσεις ελέγχου συνολικής αξίας 20%, θα είναι:

$$1 \leq X, Y, Z \leq 100$$

$$1 \leq M \leq 100$$

- Για περιπτώσεις ελέγχου συνολικής αξίας 60%, θα είναι:

$$1 \leq X, Y, Z \leq 35.000$$

$$1 \leq M \leq 4.000$$

- Για περιπτώσεις ελέγχου συνολικής αξίας 100%, θα είναι:

$$1 \leq X, Y, Z \leq 100.000$$

$$1 \leq M \leq 5.000$$

Μορφοποίηση: Στην έξοδο, όλες οι γραμμές τερματίζουν με ένα χαρακτήρα newline.

Μέγιστος χρόνος εκτέλεσης: 1 sec.

Μέγιστη διαθέσιμη μνήμη: 64 MB.



ΝΑ ΑΠΑΝΤΗΣΕΤΕ ΚΑΙ ΣΤΑ ΤΡΙΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΤΕΣΣΕΡΙΣ (4) ΩΡΕΣ

ΚΑΛΗ ΣΑΣ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

Ακολουθούν χρήσιμες οδηγίες !

Διαβάστε τις ακόλουθες παρατηρήσεις προσεκτικά!

- ✓ Ερωτήσεις που αφορούν τις παρατηρήσεις αυτές δεν θα απαντηθούν. Η πιστή τήρηση των αναφερόμενων οδηγιών είναι απαραίτητη.
- ✓ Οι αναφερόμενοι σε κάθε θέμα χρόνοι είναι ενδεικτικοί. Η επιτροπή μπορεί να τους αυξομειώσει προκειμένου να επιτύχει καλύτερη κλιμάκωση της βαθμολογίας.

1. Στην αρχή του πηγαίου κώδικά σας, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε τις επικεφαλίδες, ανάλογα με το πρόβλημα πχ.:

```
/*
USER: username
LANG: C
TASK: starwars
*/                                     για κώδικα σε C

/*
USER: username
LANG: C++
TASK: starwars
*/                                     για κώδικα σε C++

(*
USER: username
LANG: PASCAL
TASK: starwars
*)                                    για κώδικα σε PASCAL

/*
USER: username
LANG: Java
TASK: starwars
*/                                    για κώδικα σε Java
```

2. Έλεγχος τιμών δεν απαιτείται. Οι τιμές των αρχείων ελέγχου είναι πάντα έγκυρες.

Σελίδα 8 από 9



3. Το σύστημα αξιολόγησης «τρέχει» σε **Linux**. Σας προτείνουμε να δοκιμάζετε τις λύσεις σας στο σύστημα. Έχετε δικαίωμα πολλαπλών υποβολών μέχρι το τέλος του διαγωνισμού. Μετά από κάθε υποβολή θα λαμβάνετε την αξιολόγηση της λύσης σας, σε τμήμα των Αρχείων Ελέγχου.
 4. Οι επιλογές του μεταγλωττιστή που χρησιμοποιούνται για τη βαθμολόγηση είναι οι εξής:
 - C: `gcc -std=c99 -O2 -DCONTEST -s -static -lm`
 - C++: `g++ -O2 -DCONTEST -s -static -lm`
 - Free Pascal: `fpc -O2 -dCONTEST -XS`
 - Java: `javac`
 5. Το Linux ξεχωρίζει μεταξύ κεφαλαίων και πεζών γραμμάτων. Ελέγξτε ότι τα ονόματα των αρχείων εισόδου και εξόδου είναι γραμμένα με μικρά (πεζά) γράμματα.
 6. Τα προγράμματά σας πρέπει να επιστρέφουν ως κωδικό εξόδου το μηδέν.
 7. Για προγραμματισμό σε C και C++ η συνάρτηση `main()` πρέπει πάντα να τερματίζει με τις εντολές `"return(0);"` ή `"exit(0);"`.
 8. Οι προγραμματιστές σε Pascal πρέπει να χρησιμοποιούν την εντολή `"halt"` μόνο με κωδικό εξόδου το μηδέν (μόνο δηλαδή με την μορφή `"halt;"` ή `"halt(0);"`).
 9. Το πρόγραμμα αξιολόγησης θα εξετάσει την τιμή που επιστρέφει το πρόγραμμά σας. Εάν η τιμή αυτή δεν είναι μηδέν, τότε το πρόγραμμα δεν θα βαθμολογηθεί για το συγκεκριμένο test.
 10. Κανένας άλλος χαρακτήρας εκτός του χαρακτήρα νέας γραμμής (newline) (χαρακτήρας 0A στο ASCII εκφρασμένο στο δεκαεξαδικό σύστημα αρίθμησης, \n για προγραμματιστές C, C++ ή Java, \$0A για προγραμματιστές Pascal) δεν θα υπάρχει μετά τον τελευταίο αριθμό κάθε γραμμής των αρχείων εισόδου και εξόδου. Δηλαδή, κάθε γραμμή των αρχείων εισόδου και εξόδου, συμπεριλαμβανομένης και της τελευταίας, τερματίζεται με τον χαρακτήρα νέας γραμμής όπως ορίστηκε παραπάνω.
 11. Για προγραμματισμό σε Java, το αρχείο πηγαίου κώδικα πρέπει να περιέχει μόνο μία `public class`, με όνομα το ίδιο με το κωδικό όνομα του προβλήματος (με πεζά γράμματα, π.χ. `starwars`). Το αρχείο πρέπει να ονομάζεται με το ίδιο όνομα της κλάσης και κατάληξη `.java`. Αν χρειαστεί να ορίσετε επιπλέον κλάσεις, θα πρέπει να φροντίσετε να μην είναι `public`.
- ✓ Κάθε απόπειρα κακόβουλης εισόδου ή ακόμα και εξερεύνησης του συστήματος, εκτός της παρεχόμενης διεπαφής, θα εντοπίζεται και θα επιβάλλονται κυρώσεις.

Με τη συνεργασία:

Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Πανεπιστημίου Αιγαίου, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Πανεπιστημίου Πατρών, Πανεπιστημίου Πειραιώς, ΤΕΙ Αθήνας.

