

Γραφικά και Εικονική Πραγματικότητα  
Απαλλακτική Εργασία:  
**Solar System Lamp**

---

Ονοματεπώνυμο: Ιωάννα Γέμου  
AM: 1070525

Περιεχόμενα

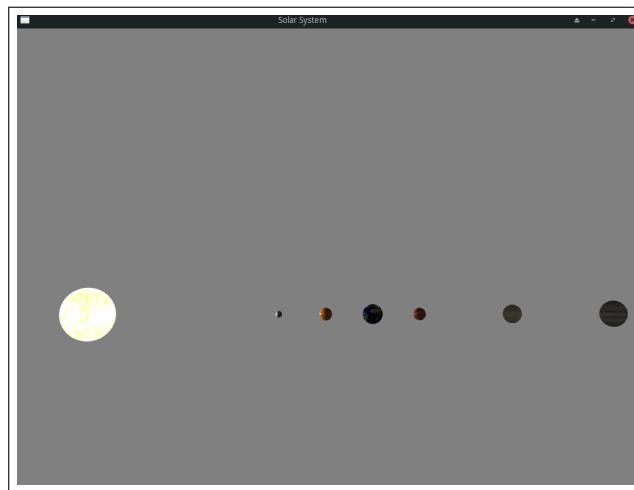
|       |                         |   |
|-------|-------------------------|---|
| 1     | Ερωτήματα προς απάντηση | 2 |
| 1.1   | Μέρος Α . . . . .       | 2 |
| 1.1.1 | Ερώτημα 1 . . . . .     | 2 |
| 1.1.2 | Ερώτημα 2 . . . . .     | 2 |
| 1.2   | Μέρος Β . . . . .       | 3 |
| 1.2.1 | Ερώτημα 3 . . . . .     | 3 |
| 1.2.2 | Ερώτημα 4 . . . . .     | 4 |
| 1.2.3 | Ερώτημα 5 . . . . .     | 5 |

## 1. Ερωτήματα προς απάντηση

### 1.1. Μέρος A:

1.1.1. Ερώτημα 1: Δημιουργήστε ένα ηλιακό σύστημα. Το ηλιακό σύστημα αυτό θα πρέπει να αποτελείται από έναν ήλιο, πλανήτες καθώς και μερικά φεγγάρια. Για να δημιουργήσετε τους πλανήτες μπορείτε να φορτώσετε μοντέλα σφαιράρας και να χρησιμοποιήσετε το κατάλληλο τεξτορε για το καθένα. Οι πλανήτες θα φωτίζονται από τον ήλιο, ο οποίος θα λειτουργεί ως σημειακή πηγή φωτισμού.

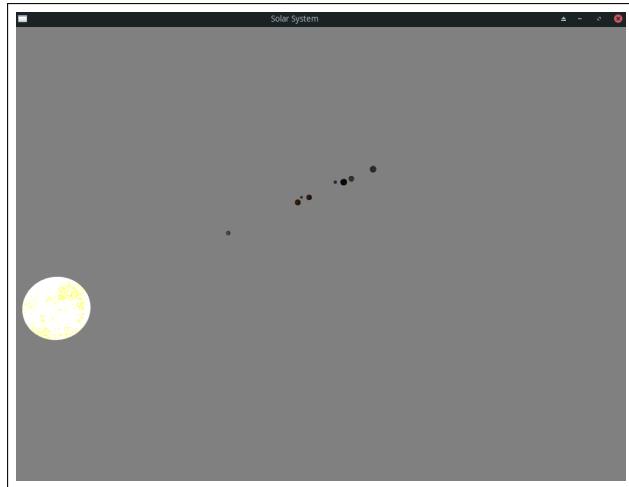
Το ηλιακό σύστημα αποτελείται από έναν Ήλιο, μερικούς πλανήτες και δορυφόρους των πλανητών. Για την δημιουργία των πλανητών κατασκευάστηκε ένα struct **Planet**, το οποίο περιέχει όλες τις ιδιότητες του πλανήτη. Ο ήλιος μπορεί να θεωρηθεί επίσης πλανήτης ο οποίος παραμένει ακίνητος. Η κατασκευή των δορυφόρων έγινε με χρήση του struct **Satellite** και η κίνησή τους ακολουθεί την κίνηση των πλανητών.



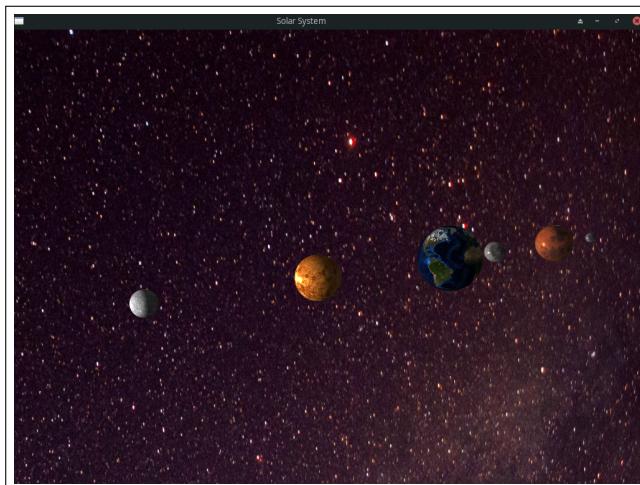
Ο Ήλιος λειτουργεί σαν σημειακή πηγή φωτισμού.

1.1.2. Ερώτημα 2: Θέστε τους πλανήτες σε τροχιά γύρω από τον ήλιο καθώς και γύρω από τον εαυτό τους. Παρομοίως τα φεγγάρια θα πρέπει να περιστρέφονται γύρω από τους πλανήτες και γύρω από τον εαυτό τους.

Η κίνηση τόσο των πλανητών γύρω από τον ήλιο είναι μία χυκλική τροχιά, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της περιστροφής των πλανητών γύρω από αυτόν. Η γωνία περιστροφής αυξάνεται με τον χρόνο. Για να περιστρέψουμε ένα αντικείμενο γύρω από ένα σταθερό σημείο, να το περιστρέψουμε γύρω από τον άξονά του και τελικά να το μεταφέρουμε πάλι στην αρχική του θέση. Η κίνηση των φεγγαριών είναι παρόμοιας λογικής, αφού το Model Matrix του φεγγαριού έχει τα ίδια transformations με τον πλανήτη στο οποίο αναφέρεται με εξαίρεση το Scaling.



Η σκίαση των πλανητών στα μη ορατά μέρη από τον ήλιο (Shadow Mapping):

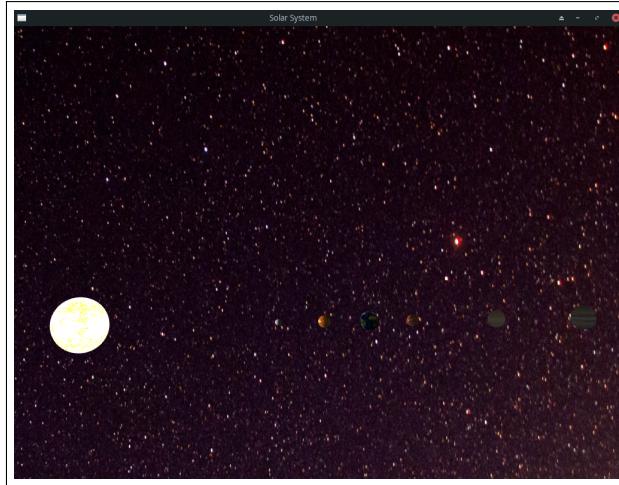


## 1.2. Μέρος Β:

1.2.1. Ερώτημα 3: Τοποθετήστε το γηιακό σύστημα στο κέντρο ενός δωματίου και προβάλετε τις σκιές των πλανητών στους τοίχους του (ζυγε δεπτη μαπ).

Για την προσθήκη του skybox, ακολουθήσητε το tutorial στο [learnopengl.com](http://learnopengl.com) με κάποιες τροποποιήσεις:

- Κατασκευή συνάρτησης η οποία φορτώνει ένα .bmp file
- Χρήση της παραπάνω συνάρτησης για κάθε "πλευρά" του skybox
- Κατασκευή των αντίστοιχων shaders και αποστολή των uniforms σε αυτούς.

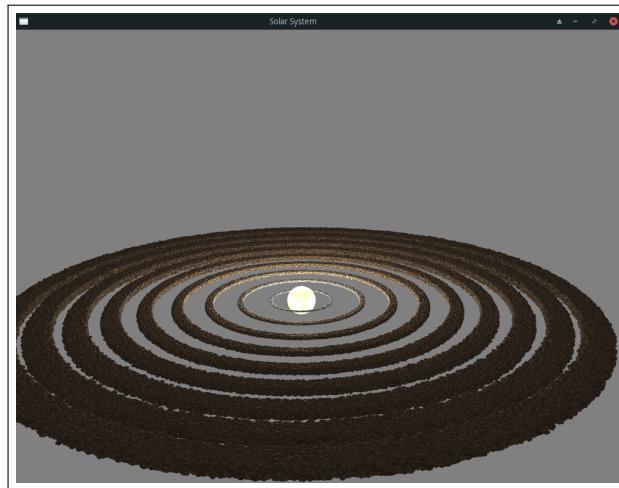


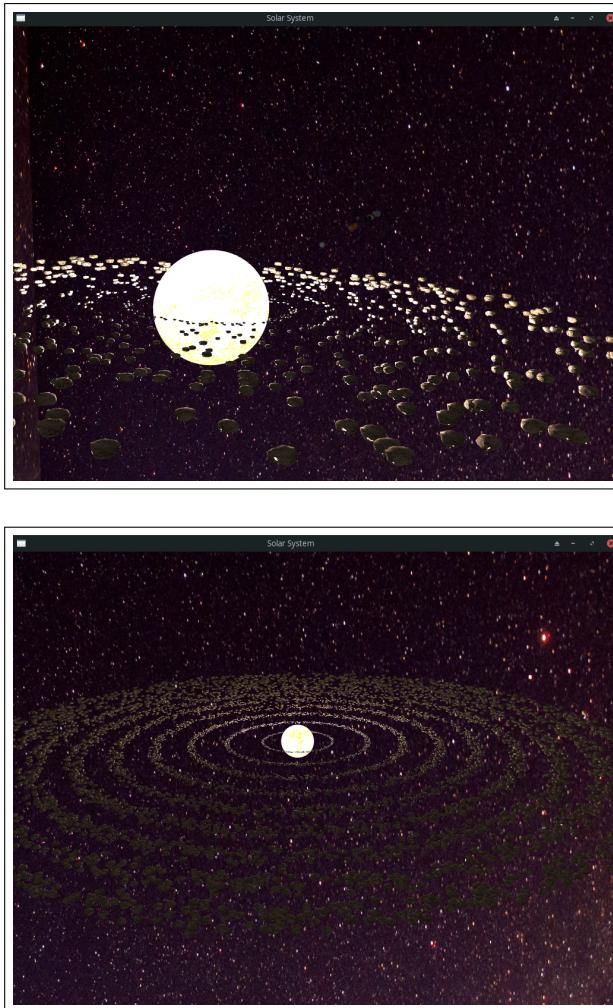
1.2.2. Ερώτημα 4: Αντικαταστήστε τους πλανήτες με ένα σύνολο από αστεροειδείς. Για να εμφανίσετε μεγάλο πλήθος αστεροειδών χρησιμοποιήστε το **geometry shader** ή τη μέθοδο **instancing**. (Οι αστεροειδείς μπορούν απλώς να περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο χωρίς να ακολουθούν ακριβώς τους κανόνες της φυσικής). Πειραματιστείτε με το πλήθος και το μέγεθος των αστεροειδών ώστε να προβάλλονται οι σκιές τους στον τοίχο.

Η μέθοδος του **Instancing** μας επιτρέπει να κάνουμε **render** πολλά αντικείμενα του ίδιου είδους με ένα μόνο **draw call**. Δηλαδή στέλνουμε στην κάρτα γραφικών όλα τα αντικείμενα μαζί και γλυτώνουμε έτσι τη επικοινωνία μεταξύ **GPU - CPU** κάθε φορά που πρέπει να ζωγραφίσουμε ένα αντικείμενο.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχει κατασκευαστεί ένα πλέγμα αστεροειδών, οι οποίοι βρίσκονται γύρω από τον ήλιο και περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους.

Παρακάτω φαίνεται ένα μεγαλό πλήθος αστεροειδών (100000):





1.2.3. Ερώτημα 5: Με το πάτημα ενός πλήκτρου ο ήλιος θα εκρήγνυται, τα **fragments** του ήλιο θα πρέπει να εκτοξεύονται προς όλες τις κατεύθυνσεις. Προτείνεται να κάνετε τα **fragments** του ήλιου να εκτοξευθούν κατά την κατεύθυνση του **normal vector** τους, αλλά δεν είναι υποχρεωτικό. Οι πλανήτες ή οι αστεροειδείς θα πρέπει να επηρεάζονται και αυτοί από την έκρηξη.

Για την έκρηξη του ήλιου έγινε η εξής διαδικασία:

Με το πάτημα του πλήκτρου F, ο ήλιος εξαφανίζεται. Επιλέγουμε τυχαία 250 **vertices** του. Στις θέσεις τους εμφανίζουμε από ένα μοντέλο κομήτη, του οποίου το **texture** είναι ίδιο με αυτό του ήλιου.

Στην συνέχεια υέτουμε την κατεύθυνσή τους στην κατεύθυνση των **normals** του μοντέλου του ήλιου (στην πραγματικότητα τα υέτουμε στην κατεύθυνση αντίθετη των **normals** του ήλιου, μιας και τα είχαμε αντιστρέψει έτσι ώστε ο ήλιος να φωτίζει την υπόλοιπη σκηνή).

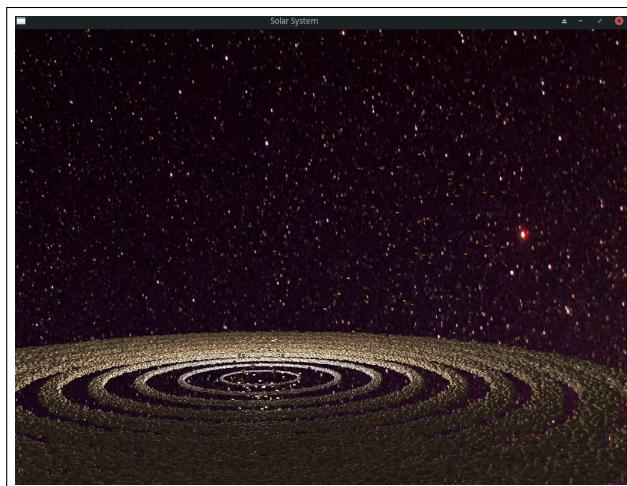
Τα **particles** της έκρηξης μπορεί να συγκρουστούν τόσο μεταξύ τους όσο και με το πλέγμα αστεροειδών που βρίσκεται γύρω από τον ήλιο .

Σε κάθε frame ανανεώνουμε την ταχύτητά των **particles**, και ελέγχουμε αν γίνεται σύγκρουση μεταξύ τους. Σε περίπτωση που ανιχνευτεί σύγκρουση, αλλάζουμε την κατεύθυνσή τους, σε μία τυχαία κατεύθυνση.

Αντίστοιχα, τα particles του ήλιου συγχρούνονται και με τους αστεροειδείς που περιβάλλουν το ήλιο. Σε κάθε σύγκρουση οι αστεροειδείς επηρεάζονται και αλλάζει η θέση τους και η ταχύτητά τους.

Προσεγγιστικά, θεωρούμε τόσο τους αστεροειδείς όσο και τα fragments του ήλιου σφαίρες, δηλαδή κάνουμε Sphere to Sphere Collision detection.

Ένα μεγάλο πλήθος αστεροειδών και η έκρηξη του ήλιου:



Sphere to sphere collision:

