

Εργαστηριακή Άσκηση: Physics

Ευάγγελος Λάμπρου
UP1066519

Περιεχόμενα

7	Physics	2
7.1	Explain briefly in your own words tasks 1-3.	2
7.1.1	Cube simulation.	2
7.1.2	Simulation of a sphere.	2
7.1.3	Model a mass-spring damper system.	3
7.2	Generate three or more balls with different masses and radii and have them all interact with the box and with each other.	4

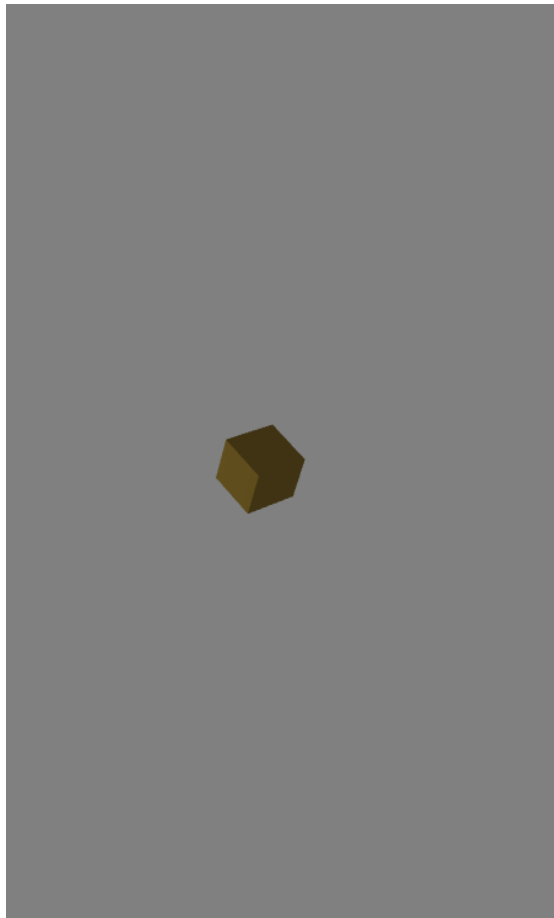
7 PHYSICS

7.1 Explain briefly in your own words tasks 1-3.

7.1.1 *Cube simulation.*

Μπορούμε για την προσομοίωση του κύβου να ορίσουμε παραμέτρους όπως η αρχική του θέση, ταχύτητα, γωνιακή ταχύτητα, μάζα και μήκος.

Ενεργοποιώντας την χρήση **quaternions**, παρατηρούμε διαφορετική συμπεριφορά του κύβου ως προς την περιστροφή του.



Σχήμα 7.1: Ο κύβος να περιστρέφεται

7.1.2 *Simulation of a sphere.*

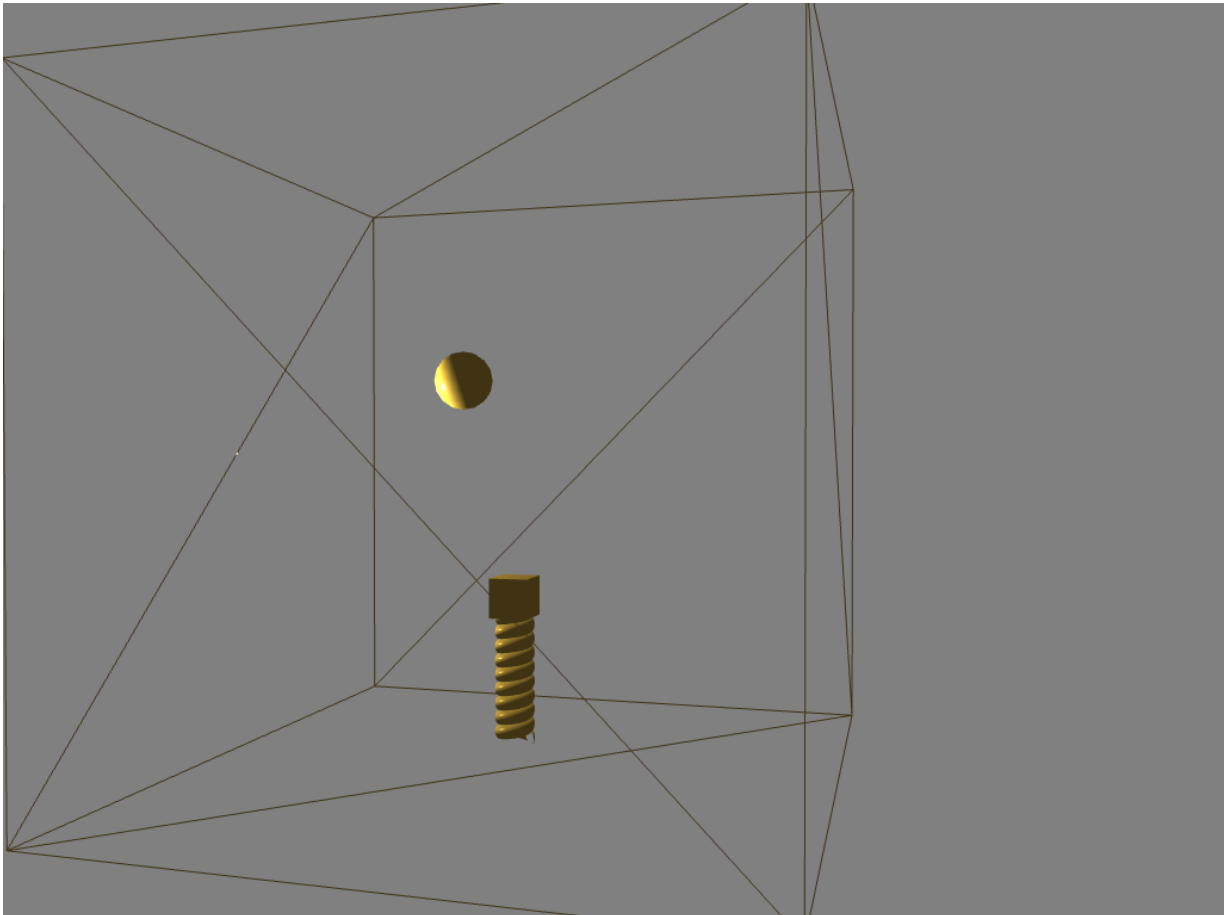
Μετά από μία σύγκρουση, η ταχύτητα της σφαίρας θα είναι με βάση τον τύπο:

$$\vec{v}' = v - 2 \cdot (\vec{v} \cdot \vec{n}) \cdot \vec{n} \quad (7.1)$$

Όπου \vec{n} είναι η κατεύθυνση της σύγκρουσης.

Για να προσθέσουμε τη δύναμη της βαρύτητας στην προσομοίωσή μας αρκεί να εφαρμόσουμε στη σφαίρα μία δύναμη $F = -m \cdot g$ στην κατεύθυνση του άξονα y . Παρατηρούμε πως όσο αναπηδάει η σφαίρα στον κύβο, το ύψος της όλο και αυξάνεται. Αυτό οφείλεται στο σφάλμα της προσομοίωσης το οποίο προσθέτει στην ολική ενέργεια της σφαίρας.

Θέτοντας το $dt = 0.001$ η προσομοίωση κυλάει πλέον με πολύ πιο αργό ρυθμό (ο ρυθμός αυτός εξαρτάται και από το framerate της εφαρμογής μας). Αλλάζοντας τη μέθοδο ολοκλήρωσης από την Euler στην Runge-Kutta 4th Order βλέπουμε πως το σφάλμα, άρα και η ολική ενέργεια της σφαίρας αυξάνονται με πιο αργό ρυθμό.



Σχήμα 7.2: Η σφαίρα να αναπηδάει στα τοιχώματα του μεγαλύτερου κύβου ενώ της ασκείται δύναμη από τη βαρύτητα.

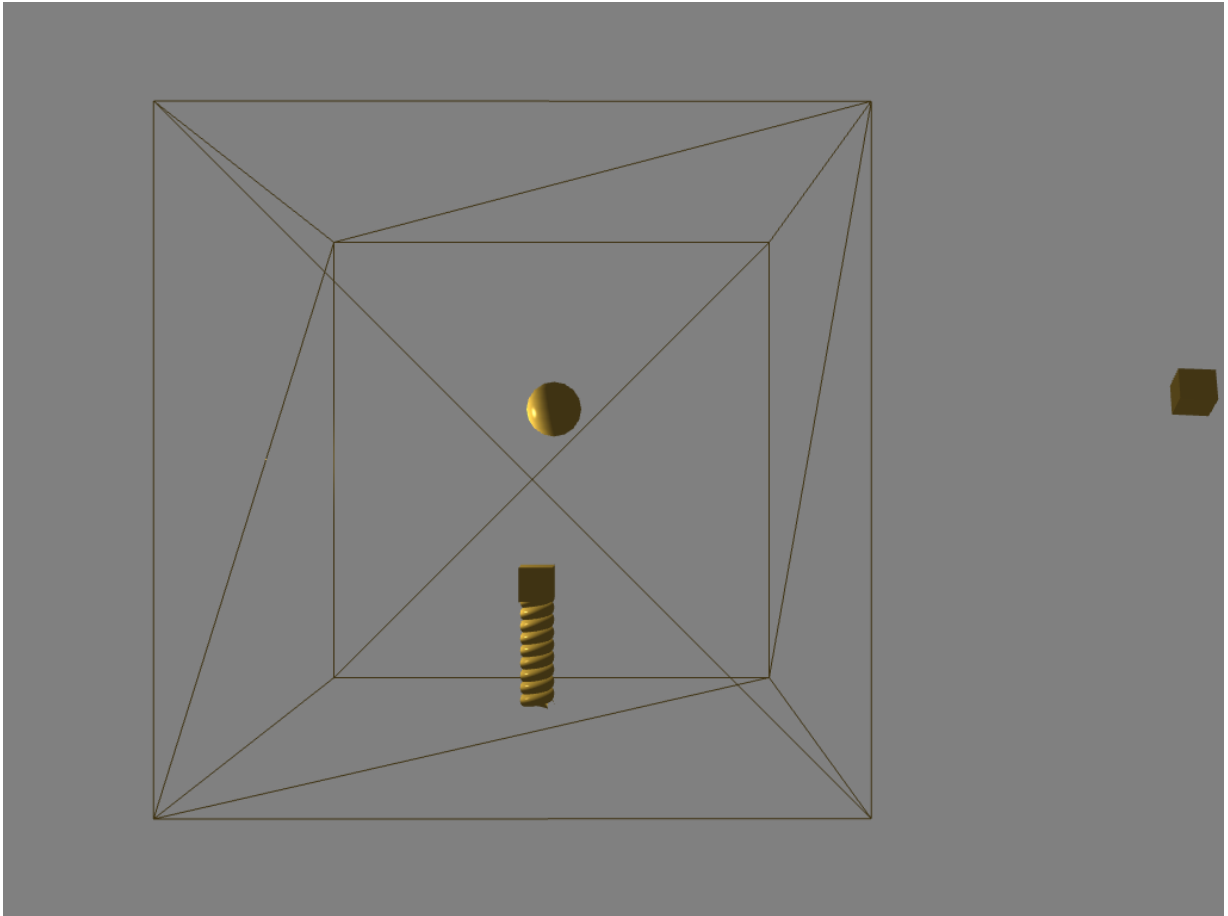
7.1.3 Model a mass-spring damper system.

Για να μοντελοποιήσουμε το σύστημα μάζας ελατηρίου αρκεί να εφαρμόσουμε σε ένα rigid body (το αντικείμενο που θα ταλαντώνεται) μία δύναμη της μορφής:

$$\Sigma F = -k \cdot (x - l_0) + m \cdot g - b \cdot x \quad (7.2)$$

Μπορούμε για το σύστημα να ορίσουμε τις παραμέτρους k (σκληρότητα ελατηρίου), l_0 (μήκος παραμόρφωσης σε ηρεμία), b (συντελεστής απόσβεσης ταλάντωσης). Ακόμα μπορούμε να

αλλάζουμε τις αρχικές συνθήκες του συστήματος όπως η αρχική ταχύτητα, θέση και μάζα του ταλαντευόμενου σώματος.



Σχήμα 7.3: Η προσομοίωση του συστήματος μάζας-ελατηρίου.

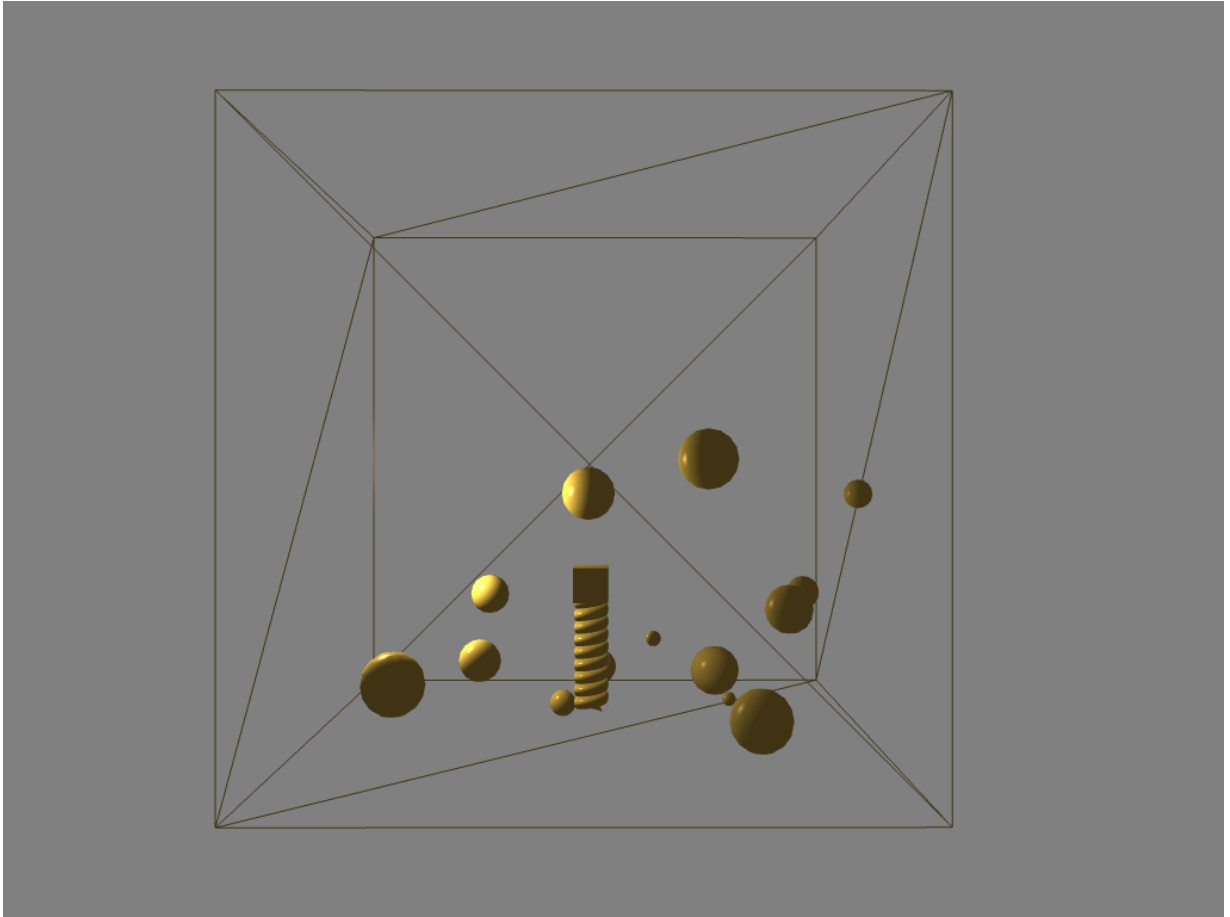
7.2 Generate three or more balls with different masses and radii and have them all interact with the box and with each other.

Προσθέτουμε πολλές σφαίρες σε ένα `std::vector`. Έπειτα, κάνουμε για κάθε σφαίρα ελέγχους σύγκρουσης με τον περιβάλλοντα κύβο, όπως και με όλες τις άλλες σφαίρες.

Ο έλεγχος επαφής σφαίρα με σφαίρα γίνεται με βάση τον τύπο:

$$\|\vec{p}_1 - \vec{p}_2\| < r_1 + r_2 \quad (7.3)$$

Όπου η \vec{p}_i, r_i η θέση και ακτίνα της κάθε σφαίρας αντίστοιχα.



Σχήμα 7.4: Η προσομοίωση πολλών αλληλεπιδρώντων σφαιρών.