



Οδηγός Εκπαιδευτικού

Διαδρα
στική
Διδασκα
λία
Θετικών
Επιστη
μών

4

Σεισμοί



Εισαγωγή στην δραστηριότητα

Τι είναι σεισμός; Τι είναι το επίκεντρο του σεισμού, και πώς το εντοπίζουμε; Τι είναι κύμα, πώς δημιουργείται και ποιά είναι τα είδη των σεισμικών κυμάτων; Πώς δημιουργούνται οι δονήσεις στην επιφάνεια της Γης; Στη δραστηριότητα αυτή θα συνδυάσουμε ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία όπως τα ψηφιακά διδακτικά σενάρια με βιωματικές δραστηριότητες για να κατανοήσουμε αυτό το τόσο σημαντικό φυσικό φαινόμενο! Η δραστηριότητα μπορεί να συνδυαστεί με τις βιωματικές δραστηριότητες «Φτιάξε τη δική σου σεισμική τράπεζα» και «Φτιάξε το δικό σου συναγερμό σεισμού» για μια πλήρη εκπαιδευτική εμπειρία!

Διαδραστική Διδασκαλία Θετικών Επιστημών 4: Σεισμοί

Απευθύνεται σε:

εκπαιδευτικούς, μαθητές και κάθε ενδιαφερόμενο χρήστη που επιθυμεί να κατανοήσει τις ιδιότητες των σεισμικών κυμάτων χρησιμοποιώντας ψηφιακά εργαλεία και βιωματικές δραστηριότητες που ενισχύουν τη διαδραστική και βιωματική μάθηση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τις βιωματικές δραστηριότητες/βίντεο «Φτιάξε τη δική σου σεισμική τράπεζα» και «Φτιάξε το δικό σου συναγερμό σεισμού».

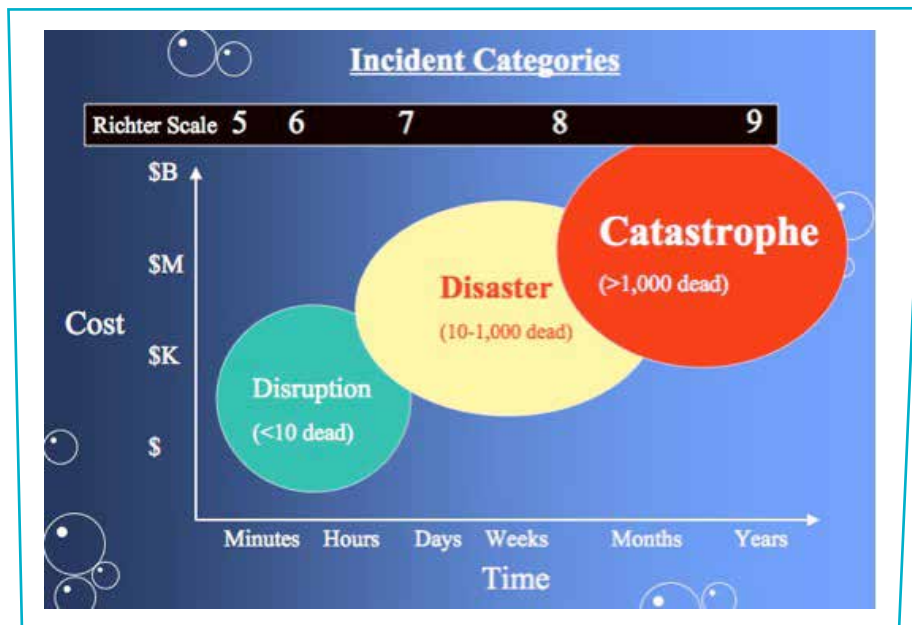
Στόχοι δραστηριότητας:

- Εξοικείωση με τις ιδιότητες των εγκάρσιων και διαμήκων κυμάτων
- Γνωριμία με τις έννοιες του επικέντρου και της έντασης του σεισμού
- Κατανόηση εννοιών με τη βοήθεια ψηφιακών εργαλείων και προτεινόμενων βιωματικών δραστηριοτήτων

Εκτέλεση δραστηριότητας

Η πραγματική αιτία των σεισμών που γεννώνται στον φλοιό της Γης ορίστηκε το 1760 από τον Βρετανό Τζον Μίτσελ (John Michell), ο οποίος θεωρείται πατέρας της επιστήμης της μελέτης των σεισμών, της Σεισμολογίας και ισχυρίστηκε ότι οι σεισμοί και τα κύματα ενέργειας που δημιουργούν προκαλούνται από «μάζες πετρωμάτων που μετατοπίζονται, μίλια κάτω από την επιφάνεια».

Σύμφωνα με την ανθρώπινη κλίμακα εκτίμησης γεγονότων, που ξεκινά με βάση τις διαστάσεις των ανθρώπινων κατασκευών, τα αποτελέσματα της απορρόφησης της ενέργειας ενός σεισμού στα στερεά είναι ενίοτε καταστροφικά.

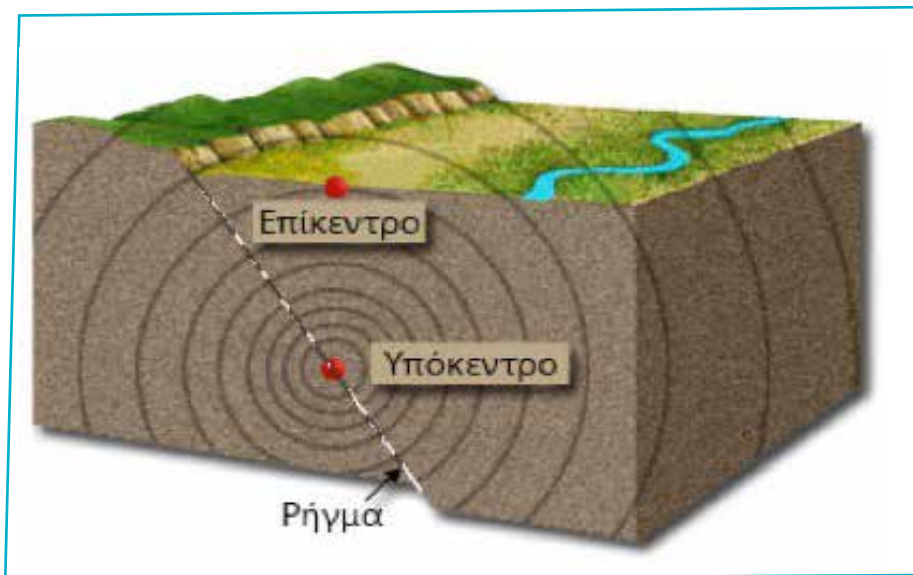


Εικόνα 1. Κατηγορίες σεισμών

Η ακριβής θέση στην οποία συμβαίνει ένας σεισμός ονομάζεται εστία. Αν η εστία θεωρηθεί ως σημείο, αυτό ονομάζεται υπόκεντρο. Η προβολή του υποκέντρου στην επιφάνεια της Γης, ονομάζεται επίκεντρο. Ανάλογα με την απόσταση του υποκέντρου από την επιφάνεια της Γης (εστιακό βάθος, ΕΒ), οι σεισμοί χαρακτηρίζονται ως:

Εκτέλεση δραστηριότητας

- Επιφανειακοί ή σεισμοί μικρού βάθους (0 – 30 km)
- Σεισμοί ενδιάμεσου βάθους (30 – 70 km)
- Σεισμοί μεγάλου βάθους (άνω των 70 km)



Εικόνα 2. Θέση του σεισμού

Το εστιακό βάθος είναι σημαντικό χαρακτηριστικό ενός σεισμού, ως προς τις καταστροφές που αυτός μπορεί να επιφέρει στις ανθρώπινες κατασκευές. Αυτό συμβαίνει για δύο κυρίως λόγους:

1. Όσο αυξάνεται το βάθος, αυξάνεται και η απόσταση μεταξύ εστίας και επιφανείας της Γης, επιφέροντας έτσι εξασθένηση στα σεισμικά κύματα.
2. Η διασπορά των σεισμικών κυμάτων είναι μεγαλύτερη.

Στις παρακάτω δραστηριότητες, θα δούμε πώς μπορούμε να κατανοήσουμε τις βασικές έννοιες που εξηγούν το φαινόμενο του σεισμού!



Ψηφιακά διδακτικά σενάρια

Τα παρακάτω ψηφιακά σενάρια συντάχθηκαν από τον Δρ. Γεώργιο Μαυρομανωλάκη, συνεργάτη μας από το Τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης της Ελληνογερμανικής Αγωγής στο πλαίσιο των ευρωπαϊκών έργων

- “Schools Study Earthquakes”: <https://sse-project.eu/>
- “Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School”: <https://www.golabz.eu/>
- “Ark of Inquiry”: <http://www.arkofinquiry.eu/homepage>

Οι πύλες Golabz, Ark of Inquiry και Graasp (<https://graasp.eu/>), όπως και η αντίστοιχη πύλη του Inspiring Science Education (<http://inspiring-science-education.eu/>) αποτελούν ψηφιακά αποθετήρια ψηφιακών σεναρίων, που αποτελούν πολύ χρήσιμα εργαλεία για την ενίσχυση της διαδραστικής διδασκαλίας, όπως είδαμε στη δραστηριότητα 1 της ενότητας αυτής (Διαδραστική Διδασκαλία Αστρονομίας).

Ψηφιακά σενάρια:

Σεισμοί - Δραστηριότητα Χρονομέτρησης:

<https://graasp.eu/ils/575fab50c3ddb608c844d2e1/?lang=el>

Σεισμοί - Χρόνος και Επίκεντρο

<https://graasp.eu/ils/575fab3cc3ddb608c844d2e0/?lang=el>

Η δομή των ψηφιακών σεναρίων ακολουθώντας τη λογική της διερευνητικής μεθόδου, περιλαμβάνει καρτέλες που επιτρέπει στους μαθητές να έρθουν σε πρώτη επαφή με τους σεισμούς κάνοντας υποθέσεις βασισμένες στην εμπειρία τους, να χρησιμοποιήσουν τον διαδραστικό χάρτη για την εύρεση του επίκεντρου, να συζητήσουν και να αναλύσουν με την ομάδα τους διαφορετικές ιδέες και λύσεις. Η δομή του σεναρίου μας δίνει τη δυνατότητα να εστιάσουμε το ενδιαφέρον των μαθητών στα βήματα που θα ακολουθήσουν, λέγοντας τους ότι οι ερευνητές όταν συναντούν ένα θέμα που πρέπει να επιλύσουν ακολουθούν



Εκτέλεση δραστηριότητας

την ίδια δομή σκέψης με την ομάδα τους. Ενθαρρύνουμε τους μαθητές να κάνουν λάθη, λέγοντας πως είναι μέρος της διαδικασίας διερεύνησης και δείχνουν την προσπάθεια των μαθητών να επιτύχουν το βέλτιστο αποτέλεσμα. Στο τέλος του σεναρίου, παρατηρούμε πως οι μαθητές δεν καταλήγουν στο ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα, γεγονός το οποίο μας δίνει την ευκαιρία να τονίσουμε τις διαφορές μέτρησης και ακρίβειας ανάλογα με τον τρόπο που δουλεύει ο καθένας και να μιλήσουμε για την ελαχιστοποίηση του σφάλματος.

Σύνδεσμοι σχετικών ψηφιακών προσομοιώσεων

IRIS

Το IRIS είναι μια πανεπιστημιακή ερευνητική σύμπραξη αφιερωμένη στην εξερεύνηση του εσωτερικού της Γης μέσω της συλλογής και διανομής σειсмоγραφικών δεδομένων. Το Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα του IRIS παρέχει πόρους στους εκπαιδευτικούς και το ευρύ κοινό για να προωθήσουν την ευαισθητοποίηση και την κατανόηση της σεισμολογίας και της επιστήμης της γης, ενώ προωθούν τις καριέρες στη γεωφυσική προσφέροντας κινούμενα σχέδια, βίντεο, μαθήματα, λογισμικό, αφίσες και ενημερωτικά δελτία.

Κύματα σε χορδή

Διαδραστική περιήγηση στον κόσμο των κυμάτων. Οι μαθητές παρατηρούν μια χορδή να δονείται με δυνατότητα αργής κίνησης, ρύθμισης της συχνότητας και του πλάτους της ταλάντωσης.

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html

Συντονισμός

Μελέτη του συντονισμού μίας ή περισσότερων μαζών που έχουν τη δυνατότητα να δονούνται σε συγκεκριμένη συχνότητα μέσω ελατηρίου αυξομειούμενης σκληρότητας.



Εκτέλεση δραστηριότητας

https://phet.colorado.edu/sims/resonance/resonance_en.html

Μάζες και ελατήρια

Στην σελίδα “Lab” δίνεται η δυνατότητα απεικόνισης της ενέργειας (κινητικής, δυναμικής, ελαστικής, θερμικής και ολικής) κινούμενης μάζας που κρέμεται από ελατήριο αυξομειούμενης σκληρότητας. Δίνεται η δυνατότητα αυξομειούμενης απόσβεσης και επιτάχυνσης βαρύτητας.

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_en.html

Προτεινόμενες βιωματικές δραστηριότητες

Ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει από τις παρακάτω δραστηριότητες για εκτέλεση στην τάξη.

Δραστηριότητα 1: Εγκάρσια και Διαμήκη Κύματα

Ξεκινάμε με ερωτήσεις όπως τι είναι κύμα, πώς δημιουργείται, ποια είναι τα είδη των κυμάτων, έτσι ώστε οι μαθητές να κατέχουν τις βασικές γνώσεις σχετικά με τα είδη των σεισμικών κυμάτων. Ως ελαστικό κύμα ορίζουμε τη διάδοση μιας διαταραχής (παλμού) σε ένα ελαστικό μέσο. Με το κύμα μεταφέρεται ενέργεια αλλά δεν μεταφέρεται μάζα. Κατά τη διάδοση του κύματος, τα σωματίδια του ελαστικού μέσου μετατοπίζονται από τις θέσεις ισορροπίας τους και επανέρχονται σε αυτές. Αν οι μετατοπίσεις συμβαίνουν κατά μήκος της διεύθυνσης διάδοσης του κύματος, τότε το κύμα ονομάζεται διάμηκες. Αν συμβαίνουν κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης, το κύμα ονομάζεται εγκάρσιο.

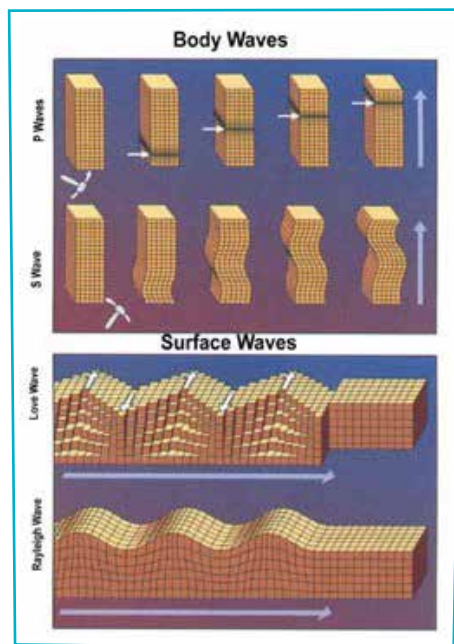
Το επόμενο βήμα είναι να δείξουμε στους μαθητές με τη χρήση του ελατηρίου πώς είναι τα εγκάρσια και διαμήκη κύματα, το οποίο μπορεί να γίνει στην αίθουσα, στο διάδρομο ή το προαύλιο του σχολείου.

Εκτέλεση δραστηριότητας

Υλικά:

- Ελατήριο
- Χρονόμετρο

Δίνουμε το ελατήριο σε 2 μαθητές λέγοντάς τους να το κρατήσουν τεντωμένο στο πάτωμα (πολύ σταθερά και προσεκτικά προς αποφυγήν τραυματισμών) και δένουμε στη μέση μια κορδέλα έντονου χρώματος.



Εικόνα 3. Είδη κυμάτων

Εγκάρσια Κύματα

Ο ένας μαθητής κρατά το ελατήριο ακίνητο και ο άλλος κινεί το χέρι του απότομα δεξιά και το επιστρέφει στην αρχική του θέση. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένα κύμα που ταξιδεύει μέχρι την άκρη του ελατηρίου και επιστρέφει. Σε αυτό το σημείο, μπορούμε να πούμε στους μαθητές να χρονομετρήσουν το χρόνο που κάνει το κύμα να φτάσει, το χρόνο που κάνει να σταματήσει η κίνηση κλπ. Μπορούμε να τους κάνουμε ερωτήσεις όπως ποιο είναι το πλάτος του κύματος, ποια η διεύθυνση του, γιατί το κύμα επιστρέφει όταν φτάσει το ακίνητο άκρο και γιατί σταματάει τελικά η κίνηση.



Εκτέλεση δραστηριότητας

Διαμήκη Κύματα

Ο ένας μαθητής κρατά το ελατήριο ακίνητο και ο άλλος συσπειρώνει ένα μέρος του ελατηρίου και το αφήνει απότομα ελεύθερα, έτσι δημιουργείται ένα κύμα που ταξιδεύει μέχρι την άκρη του ελατηρίου και επιστρέφει. Τι διαφορετικό έχει αυτό το κύμα από το προηγούμενο, πώς κινείται, παρατηρήστε την κίνηση της κορδέλας σε σχέση με τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος. Πόση ώρα θέλει το κύμα για να φτάσει από τον ένα μαθητή στον άλλο και πόσο χρόνο μέχρι να σταματήσει η κίνηση;

Τι διαφορές υπάρχουν μεταξύ των κυμάτων και πώς βρίσκω την ταχύτητα διάδοσης στο καθένα; Ποιο κύμα έχει μεγαλύτερη ταχύτητα διάδοσης, ποιο έχει μεγαλύτερο χρόνο απόσβεσης; Υπολόγισε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος από τη σχέση $c=s/t$ όπου s =μήκος του ελατηρίου και t είναι ο αντίστοιχος χρόνος διάδοσης που έχετε καταγράψει.

Σχετικά βίντεο:

<https://www.youtube.com/watch?v=KZaI4MEWdc4>.

<https://www.youtube.com/watch?v=Z1k2oNUFV1I>,

Δραστηριότητα 2: Σεισμικά Κύματα

Πώς κατά τη διάρκεια του σεισμού, δημιουργούνται και τα δυο είδη κυμάτων;

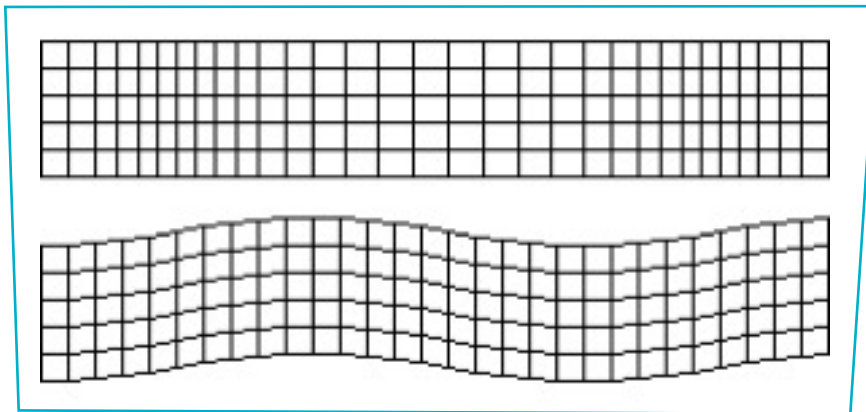
Υλικά:

- 4 Ελατήρια
- Ξύλο
- Σχοινί

Φτιάχνουμε μια κατασκευή με ένα ξύλο στο οποίο δένουμε 4 ελατήρια και το δίνουμε σε ένα μαθητή να το κρατάει. Μοιράζουμε τα ελατήρια σε τέσσερις άλλους μαθητές λέγοντας τους να τα κρατούν σχετικά τεντωμένα. Λέμε στο μαθητή που κρατάει το ξύλο (επίκεντρο) να το κουνήσει μπρος πίσω, παρατηρούμε τότε πως τα κύματα που βρίσκονται δεξιά και αριστερά είναι

Εκτέλεση δραστηριότητας

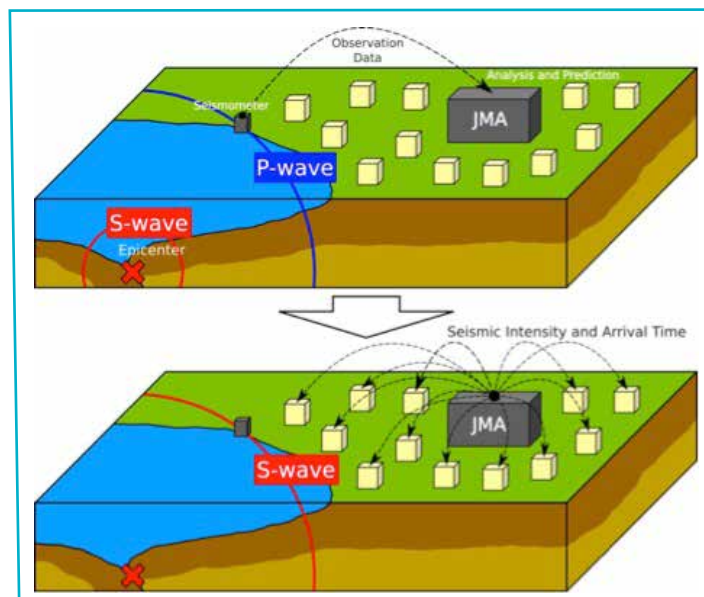
εγκάρσια και τα ελατήρια που βρίσκονται στο κέντρο είναι διαμήκη. Αν η κίνηση του ξύλου είναι δεξιά αριστερά, τότε συμβαίνει το αντίστροφο.



Εικόνα 4. Είδη κυμάτων

Δραστηριότητα 3: Βιωματική προσομοίωση πρωτεύοντων και δευτερεύοντων σεισμικών κυμάτων

Οι ομάδες των μαθητών, γίνονται άτομα στερεών και άτομα υγρών σωμάτων. Σε ποια υλικά διαδίδονται τα πρωτεύοντα – διαμήκη και σε ποια τα δευτερεύοντα – εγκάρσια;



Εικόνα 5. Σεισμικά κύματα

Εκτέλεση δραστηριότητας

Σχετικά βίντεο:

<https://www.youtube.com/watch?v=gjRGlpP-Qfw>

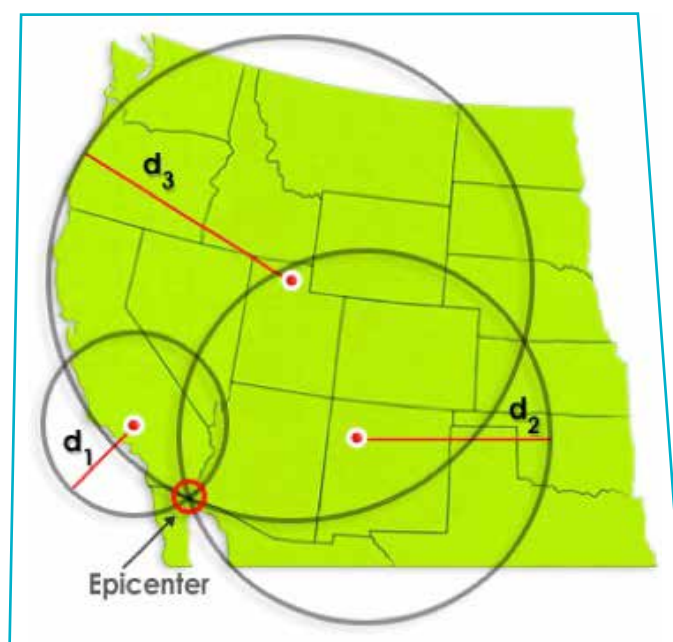
Δραστηριότητα 4: Εντοπισμός του Επίκεντρου

Υλικά:

- Κιμωλία
- Σχοινί

Βγάζουμε τους μαθητές στο προαύλιο διαλέγοντας τρεις μαθητές για να παραστήσουν τρεις πόλεις - σειсмоγράφους. Έπειτα, δημιουργούμε ένα πρόβλημα όπου δίνουμε στους μαθητές αποστάσεις και κλίμακα, λέγοντάς τους να σχηματίσουν κύκλους με μια κιμωλία για να αναπαραστήσουν τη μέθοδο που ακολούθησαν στο ψηφιακό σενάριο.

Εναλλακτικά μπορούμε να σχεδιάσουμε τους κύκλους σε πίνακα ή να μοιράσουμε χαρτιά και μαρκαδόρους στις ομάδες.



Εικόνα 6. Εντοπισμός του επίκεντρου του σεισμού



Εκτέλεση δραστηριότητας

Σχετικά βίντεο:

<https://vimeo.com/55547864>

Δραστηριότητα 5: Σεισμική τράπεζα

Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με την εκτέλεση της δραστηριότητας, δείτε την αντίστοιχη βιωματική δραστηριότητα «Φτιάξε τη δική σου σεισμική τράπεζα» και το βίντεο Education Nation!

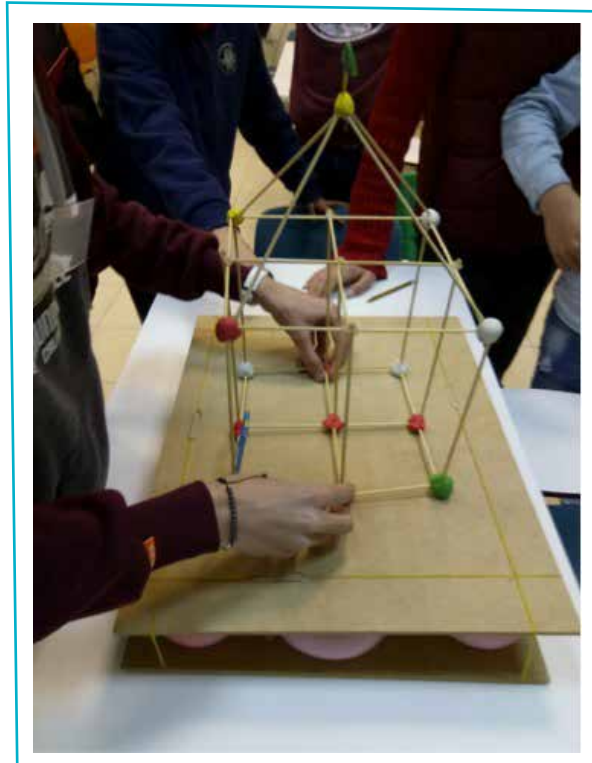
Υλικά / Εργαλεία:

- πιστόλι θερμοκόλλησης
- κοφτάκι ή κοπίδι
- Επιφάνεια: ξύλινη ή αφρολέξ
- Βάση: ελατήρια ή μπαλάκια foam ή το δένουμε σε ένα πλαίσιο με σχοινί
- Κτήρια: τουβλάκια τύπου jenga ή καλαμάκια και πλαστελίνες για 3D σχήματα

Οι μαθητές φτιάχνουν 3D γεωμετρικά σχήματα για την προσομοίωση κτηρίων. Μέσα από τη διαδικασία αυτή αναπτύσσουν χωρικές δεξιότητες κάνοντας χρήση των μαθηματικών τους γνώσεων στον τομέα της Γεωμετρίας. Μαθαίνουν επίσης τρόπους που μπορούν να εφαρμόσουν για να κάνουν ένα σχήμα πιο σταθερό (επιπλέον στηρίγματα κλπ) και βάζουν την φαντασία τους να δουλέψει.

Όταν η κατασκευή είναι έτοιμη, μπορούμε να τοποθετήσουμε πάνω στη βάση ένα κινητό στο οποίο θα έχουμε εγκαταστήσει την εφαρμογή μέτρησης σεισμού σε κλίμακα Mercalli με όνομα «[vibration meter](#)» και να παρατηρήσουμε, με τη βοήθεια του, τις διαφορές που υπάρχουν στην καταγραφή όταν αλλάζουμε παραμέτρους όπως η ένταση, συχνότητα και η κίνηση του σεισμού.

Εκτέλεση δραστηριότητας



Εικόνα 7. Προσομοίωση σεισμικής τράπεζας

Δραστηριότητα 6: Συναγερμός Σεισμού

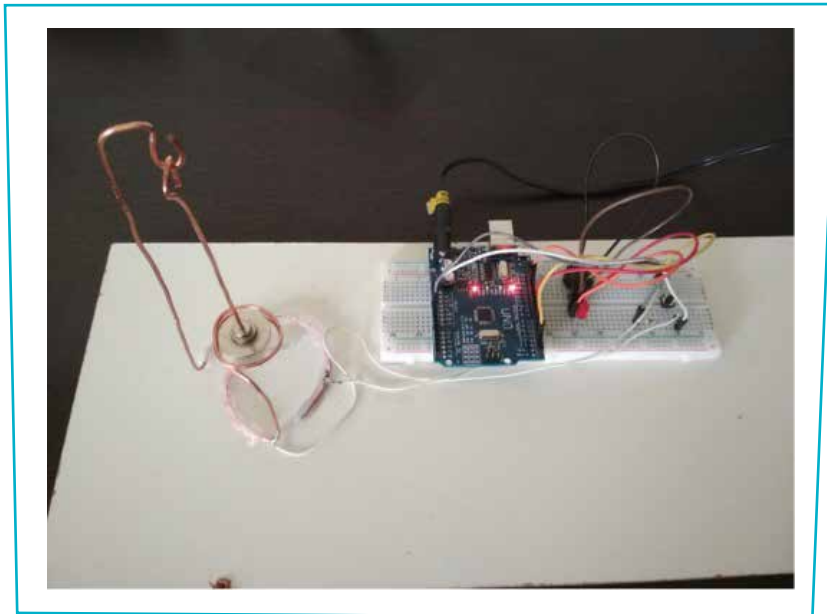
Για περισσότερες πληροφορίες, δείτε την αντίστοιχη δραστηριότητα «Φτιάξε το δικό σου συναγερμό σεισμού» και το βίντεο Education Nation!

Υλικά:

- 2AA μπαταρίες
- Πιστόλι κόλλας
- led λαμπάκι
- βομβητής
- ηλεκτρικό σύρμα χοντρό
- χάλκινο σύρμα

Εκτέλεση δραστηριότητας

Ο συναγερμός σεισμού επιλέχθηκε σαν δραστηριότητα για αυτούς που θέλουν να συνδυάσουν κατασκευή με ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με μπαταρία.



Εικόνα 8. Κατασκευή μαθητών- συναγερμός σεισμού

Σχετικά βίντεο:

How to make an earthquake alarm:

https://www.youtube.com/watch?v=0z_HVbzvJhl&app=desktop

Πηγές

Εκπαιδευτικός οδηγός STEMpowering Youth (STEM Edition 2017). Ευχαριστούμε το συνεργάτη μας Δρ. Γ. Μαυρομανωλάκη, Τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης, Ελληνογερμανική Αγωγή, για τη συμβολή του στη συγγραφή της παρούσας δραστηριότητας.

Ψηφιακά εκπαιδευτικά σενάρια:

Σεισμοί - Δραστηριότητα Χρονομέτρησης:

<https://graasp.eu/ils/575fab50c3ddb608c844d2e1/?lang=el>

Σεισμοί - Χρόνος και Επίκεντρο

<https://graasp.eu/ils/575fab3cc3ddb608c844d2e0/?lang=el>

Ψηφιακές προσομοιώσεις:

<https://phet.colorado.edu/en/simulations>

<https://nysci.org/shake-rattle-roll-earthquake-simulation/>

Σχετικό βίντεο: <https://www.youtube.com/watch?v=bPdlGyaeaQI>

Πηγές εικόνων

Εικόνα 1. Earthquake severity increases with the Richter scale, Πηγή: Wikimedia Commons,

https://en.wikipedia.org/wiki/Richter_magnitude_scale#/media/File:Earthquake_severity.jpg, δημιουργός: Webber, Έργο δημόσιου τομέα (public domain) κατά δήλωση του δημιουργού.

Εικόνα 2. Epicenter & hypocenter of an earthquake, Πηγή: Wikimedia Commons,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Επίκεντρο_και_υπόκεντρο_σεισμού.jpg?uselang=el. Αποτελεί προσαρμογή του αρχικού αρχείου

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epicenter.gif>, δημιουργός Dollynarak, μεταγενέστερη προσαρμογή Lorangeo. Δημιουργός: ManosHacker (Manos Kefalas), διατίθεται με άδεια [Creative Commons BY -SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/).

Εικόνα 3. A seismic wave is an elastic wave generated by an impulse such as an earthquake or an explosion. Seismic waves may travel either along or near the

Πηγές εικόνων

earth's surface (Rayleigh and Love waves) or through the earth's interior (P and S waves), Πηγή: Wikimedia Commons, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pswaves.jpg>, Courtesy of U.S. Geological Survey (<https://earthquake.usgs.gov/>)

Εικόνα 4. P waves and S waves, Πηγή: Wikimedia Commons, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wavess.gif>, Δημιουργός: Actualist, διατίθεται με άδεια [Creative Commons BY -SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/).

Εικόνα 5. The mechanism of Earthquake Early Warning, Πηγή: Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earthquake_Early_Warning_\(Japan\)-en.svg.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earthquake_Early_Warning_(Japan)-en.svg.png), Δημιουργός: NoPineapplesOnPizza, διατίθεται με άδεια [Creative Commons BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Εικόνα 6. Epicenter, Πηγή: Wikimedia Commons, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epicenter2.jpg>, Δημιουργός: Dollynarak, Έργο δημόσιου τομέα (public domain) κατά δήλωση του δημιουργού.

Εικόνα 7. Image credit: Γιάννης Παπαδάκης, STEMpowering Youth

Εικόνα 8. Image credit: Τίτος Σμυρνάκης, STEMpowering Youth

Σημείωση

Το υλικό πνευματικής ιδιοκτησίας τρίτων που χρησιμοποιείται στον οδηγό αυτό σημειώνεται ρητά, και διανέμεται με τους όρους που καθορίζονται από την άδεια χρήσης αυτού. Η χρήση στον οδηγό αυτό γίνεται για εκπαιδευτικούς μη εμπορικούς σκοπούς.