



On-the-fly feedback, Upper Secondary

Περιγραφή του εκπαιδευτικού/ μαθησιακού υλικού (Teaching plan)

Τάξη: Β' Λυκείου	Διάρκεια ενότητας
Μάθημα: Φυσική	(αριθμός X διάρκεια μαθήματος): 6X90 λεπτά
Θέμα: Ταλαντώσεις	Επιδεξιότητα: Διερεύνηση
	Μέθοδος Αξιολόγησης: Αλληλεπίδραση «On the fly»

Εκπαιδευτικοί στόχοι που προωθούνται μέσω της διδακτικής ενότητας:

Η διδακτική ενότητα στοχεύει:

1. Να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν την ικανότητα σχεδιασμού και διεξαγωγή διερευνήσεων.
2. Να τους βοηθήσει να οικοδομήσουν τις βασικές έννοιες που επηρεάζουν το πλάτος της ταλάντωσης.

Επιπλέον, η διδακτική/μαθησιακή διαδικασία επιδιώκει να προωθήσει:

- δεξιότητες που σχετίζονται με τη συλλογή και ερμηνεία πειραματικών δεδομένων
- συνεργασία και επικοινωνία

Σύνοψη της δομής/περιεχόμενο της διδακτικής ενότητας

Οι μαθητές μελετούν το φαινόμενο της ταλάντωσης το οποίο βασίζεται σε ένα σενάριο για bungee jumping. Διερευνώνται οι μεταβλητές που επηρεάζουν το πλάτος της ταλάντωσης. Στην αρχή, σχεδιάζονται και διεξάγονται πειράματα που προτείνουν οι μαθητές για να ελέγξουν τις μεταβλητές. Συζητούν για τους διαφορετικούς τρόπους που μπορούν να χειριστούν τις μεταβλητές, λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς σχετικά με τη διαδικασία της διερεύνησης.

Συνήθως οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες για τον σχεδιασμό και τη διεξαγωγή πειραμάτων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Γίνεται συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, όπου χρειάζεται να παρέμβει ο εκπαιδευτικός για να θέσει συγκεκριμένα ερωτήματα. Παραδείγματα και δραστηριότητες από άλλες έννοιες μπορούν να δοθούν στην τάξη έτσι ώστε να εμπλουτίσουν τις συζητήσεις με έμφαση σε συγκεκριμένα στοιχεία της διερεύνησης, για παράδειγμα όταν συζητούν τη μορφή του διερευνήσιμου ερωτήματος ή την ανάγκη του ελέγχου μεταβλητών.





Αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής

Αφόρμηση – Σενάριο

«Μια εταιρεία έχει σκοπό να λειτουργήσει Bungee jumping σε μια γέφυρα πάνω από ένα ποτάμι. Η εταιρεία ενδιαφέρεται να ξέρει ποιες μεταβλητές επηρεάζουν την επιμήκυνση ενός σχοινιού, ώστε να τις λάβει υπόψη για λόγους ασφαλείας.

Πώς θα μπορούσατε να βοηθήσετε σε αυτή την αποστολή; Τι χρειάζεται να διερευνήσετε;»

Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει το σενάριο και ζητά από τους μαθητές να περιγράψουν την αποστολή τους και να πουν τις ιδέες τους για το τι χρειάζεται να μάθουν και πώς χρειάζεται να εργαστούν ώστε να τη φέρουν εις πέρας.

Υπόβαθρο:

Το μέγιστο «βάθος» στο οποίο φτάνει ένα άτομο που εκτελεί bungee jumping είναι το άθροισμα της απόστασης του ατόμου από τη γέφυρα μέχρι το σημείο ισορροπίας και του πλάτους της ταλάντωσης. Η απόσταση του ατόμου από τη γέφυρα μέχρι το σημείο ισορροπίας είναι το άθροισμα του αρχικού μήκους του σχοινιού με την επιμήκυνσή του λόγω του βάρους του ατόμου σε κατάσταση ισορροπίας.

Το Bungee jumping μπορεί να προσομοιωθεί από ένα μικρό ελαστικό σχοινί στην άκρη του οποίου δένεται μια μικρή μεταλλική σφαίρα και στερεώνεται σε ένα σταθερό σημείο.

Οι μεταβλητές που επηρεάζουν το «βάθος» είναι: το υλικό του σχοινιού, το αρχικό του μήκος και επιφάνεια διατομής, το βάρος (ή μάζα) του ατόμου.

Συγκεκριμένα, το υλικό του σχοινιού σχετίζεται με την ελαστικότητα και σε συνδυασμό με το αρχικό του μήκος και την επιφάνεια διατομής καθορίζουν τη σταθερά ελατηρίου του σχοινιού. Το αρχικό μήκος του σχοινιού επηρεάζει τον ορισμό του χαμηλότερου σημείου της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας αλλά και το πλάτος της ταλάντωσης. Η μάζα του αντικειμένου που κρεμάστηκε στο σχοινί επηρεάζει επίσης τη βαρυτική δυναμική ενέργεια, όπως και το πλάτος της ταλάντωσης. Επιπλέον, η μάζα επηρεάζει το σημείο ισορροπίας γύρω από το οποίο λαμβάνει χώρα η ταλάντωση.

Λόγω της πολυπλοκότητας του φυσικού συστήματος, θα ήταν καλύτερα να χωριστεί το πρόβλημα σε δύο μέρη:

- Εντοπισμός των μεταβλητών που επηρεάζουν τη θέση του σημείου ισορροπίας (και του τρόπου με τον οποίο το επηρεάζουν),
- Εντοπισμός των μεταβλητών που επηρεάζουν το πλάτος της ταλάντωσης (και του τρόπου με τον οποίο το επηρεάζουν).

Προσδιορισμός των πιθανών μεταβλητών που επηρεάζουν το φαινόμενο





Ξεκινώντας από το σημείο ισορροπίας, ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές να σκεφτούν πιθανές μεταβλητές που θα μπορούσαν να επηρεάζουν το σημείο ισορροπίας του αρχικού μήκους του σχοινιού όταν μία μάζα τοποθετείται πάνω σε αυτό. Ο εκπαιδευτικός σημειώνει πάνω στον πίνακα τις μεταβλητές που αναφέρουν οι μαθητές. Μερικές από αυτές μπορεί να επηρεάζουν και μερικές όχι, αλλά ο εκπαιδευτικός τις αποδέχεται όλες ως πιθανές.

Σχεδιασμός και διεξαγωγή διερεύνησης

Ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές να επιλέξουν μία μεταβλητή που ανέφεραν, και να τη διατυπώσουν σε μορφή διερευνησίμου ερωτήματος: «*Η μεταβλητή A (π.χ. αρχικό μήκος σχοινιού) επηρεάζει τη μεταβλητή B (επιμήκυνση);*» και να σχεδιάσουν ένα πείραμα για να διερευνήσουν κατά πόσο η μεταβλητή A επηρεάζει την επιμήκυνση. Διαφορετικές ομάδες μπορεί να επιλέξουν να ελέγξουν διαφορετικές μεταβλητές. Οι μαθητές συζητούν στην ομάδα τον πειραματικό σχεδιασμό και συμπληρώνουν τα φύλλα εργασίας που τους έδωσε ο εκπαιδευτικός. Τα φύλλα εργασίας αποσκοπούν στο να βοηθήσουν τους μαθητές να επεξεργαστούν και να οργανώσουν στοιχεία σχετικά με τη διαδικασία της διερεύνησης. Τότε, ο εκπαιδευτικός συλλέγει τα φύλλα εργασίας, ώστε να τα αξιολογήσει και να παρέχει γραπτή ανατροφοδότηση με στόχο να βοηθήσει τους μαθητές να βελτιώσουν τον πειραματικό τους σχεδιασμό.

Στο επόμενο μάθημα (2^ο), ο εκπαιδευτικός επιστρέφει τα φύλλα εργασίας στους μαθητές μαζί με τα γραπτά του σχόλια και οι μαθητές τα επεξεργάζονται και τα αξιοποιούν για να τροποποιήσουν τον πειραματικό τους σχεδιασμό όπου χρειάζεται. Ο εκπαιδευτικός παρέχει στους μαθητές τα υλικά που χρειάζονται για το πείραμά τους. Σε αυτό το στάδιο, οι μάζες των σφαιρών που χρησιμοποιούνται είναι σημαντικό να είναι τέτοιες ώστε η επιμήκυνση που προκύπτει να είναι εντός του πλαισίου που συνάδει με το νόμο του Hooke. Δηλαδή πρέπει να είναι αρκετά μικρές, ώστε η επιμήκυνση να είναι ανάλογη με την τάση του σχοινιού. Αυτό είναι ένα θέμα το οποίο πρέπει να συζητηθεί αργότερα.

Οι μαθητές πραγματοποιούν το πείραμά τους, σημειώνουν στα φύλλα εργασίας τις μετρήσεις που πήραν, ερμηνεύουν τα αποτελέσματα και καταλήγουν σε συμπεράσματα. Στη συνέχεια, οι μαθητές παρουσιάζουν στην ολομέλεια της τάξης τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματά τους. Οι υπόλοιπες ομάδες ενθαρρύνονται να κάνουν ερωτήσεις για το πώς κατέληξαν στα αποτελέσματά/συμπεράσματά τους.

Σε αυτό το σημείο ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να θέσει το ζήτημα της χρησιμότητας της στρατηγικής του ελέγχου μεταβλητών στο σχεδιασμό και υλοποίηση διερευνήσεων στην επιστήμη. Κατά τη διάρκεια της συζήτησης που ακολουθεί στην ολομέλεια της τάξης, ο εκπαιδευτικός μπορεί επίσης να παρουσιάσει παραδείγματα από άλλα σενάρια προκειμένου να εμπλουτίσει τη συζήτηση και να κάνει πιο έντονη τη σημασία του ελέγχου των μεταβλητών.

Ακολούθως, οι ομάδες καλούνται να επιλέξουν μεταξύ των μεταβλητών που προσδιορίστηκαν προηγουμένως αλλά δεν διερευνήθηκαν από άλλη ομάδα ακόμη, να διατυπώσουν ένα διερευνησίμο ερώτημα και να σχεδιάσουν ένα πείραμα, ώστε να





διερευνήσουν κατά πόσο η μεταβλητή αυτή επηρεάζει την επιμήκυνση του σχοινοῦ. Κατόπιν, ο εκπαιδευτικός συλλέγει ξανά τα φύλλα εργασίας με σκοπό να τα αξιολογήσει, να παρέχει στους μαθητές γραπτά σχόλια που θα τους βοηθήσουν να βελτιώσουν τον πειραματικό τους σχεδιασμό.

Στο επόμενο μάθημα (3^ο), ο εκπαιδευτικός επιστρέφει τα φύλλα εργασίας των μαθητών μαζί με τα γραπτά σχόλια και οι μαθητές τροποποιούν τον πειραματικό τους σχεδιασμό όπου θεωρούν ότι χρειάζεται. Ακολουθώντας, διεξάγουν το πείραμα, σημειώνουν στα φύλλα εργασίας τις μετρήσεις που πήραν, ερμηνεύουν τα αποτελέσματα και διατυπώνουν τα συμπεράσματά τους. Παρουσιάζουν στην τάξη τα αποτελέσματα και το συμπέρασμά τους δίνοντας την ευκαιρία σε άλλες ομάδες να υποβάλουν σχετικές ερωτήσεις.

Κατά τη διάρκεια της συζήτησης στην ολομέλεια της τάξης, ο εκπαιδευτικός αναζητά την ευκαιρία για συζήτηση της ιδέας ότι η εγκυρότητα των πειραματικών αποτελεσμάτων περιορίζεται από την ακρίβεια των αντίστοιχων τεχνικών/μέσων που χρησιμοποιήθηκαν για τις συγκεκριμένες μετρήσεις. Για παράδειγμα, η διακύμανση των πειραματικών αποτελεσμάτων μπορεί να υποδηλώνει μία αιτιώδη σχέση μεταξύ των μεταβλητών ή να θεωρηθεί ότι είναι πολύ μικρή η διαφορά και να αποδοθεί σε σφάλμα των μετρήσεων. Ενδεικτικά, μία πιθανή ευκαιρία για αυτή τη συζήτηση θα μπορούσε να είναι μία διαφωνία στα συμπεράσματα δύο ομάδων, οι οποίες έχουν διερευνήσει την ίδια μεταβλητή.

Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τα πειραματικά αποτελέσματα για να δημιουργήσουν γραφικές παραστάσεις του βάρους (ή μάζας) της σφαίρας έναντι της επιμήκυνσης του σχοινοῦ και του εμβαδού της διατομής του σχοινοῦ έναντι της επιμήκυνσης του σχοινοῦ (η σχέση μεταξύ του πρώτου ζεύγους μεταβλητών είναι ανάλογη ενώ μεταξύ του δεύτερου ζεύγους αντιστρόφως ανάλογη). Αυτό δίνει την ευκαιρία να συζητηθούν οι διαφορετικοί τρόποι που μπορούν ορισμένες ανεξάρτητες μεταβλητές να επηρεάσουν την εξαρτημένη μεταβλητή. Επεκτείνοντας αυτή τη συζήτηση, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να εισάγει τον μαθηματικό τρόπο που εκφράζονται οι ανάλογες και αντιστρόφως ανάλογες σχέσεις.

Στο 4^ο μάθημα, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να ζητήσει από τους μαθητές να διερευνήσουν ξανά εάν η μάζα της σφαίρας επηρεάζει την επιμήκυνση του σχοινοῦ, περιλαμβάνοντας στις σφαίρες που θα χρησιμοποιηθούν και μια σφαίρα με τέτοια μάζα, ώστε η επιμήκυνση του σχοινοῦ να μην υπακούει στο νόμο Hooke. Τα αποτελέσματα και οι γραφικές παραστάσεις θα προκαλέσουν συζήτηση σχετικά με το γεγονός ότι ορισμένες μεταβλητές ενδέχεται να παρουσιάζουν διαφορετική σχέση σε διαφορετικά πλαίσια και κατά συνέπεια υπάρχει ανάγκη να αντιμετωπίζουμε με προσοχή συμπεράσματα που εκτείνονται πέρα από το εύρος των δεδομένων που έχουν εξεταστεί.

Στο 5^ο και 6^ο μάθημα, η συζήτηση θα μπορούσε να εστιάζεται στη διερεύνηση μεταβλητών που επηρεάζουν το πλάτος της ταλάντωσης. Ακολουθούν την ίδια διαδικασία αφού γίνεται εντοπισμός μεταβλητών και σχεδιασμός διερεύνησης, ο εκπαιδευτικός παρέχει γραπτά σχόλια σε αυτά και οι μαθητές πραγματοποιούν τη διερεύνηση. Τα πειράματα θα μπορούσαν να προσομοιώσουν το bungee jumping αφήνοντας τη σφαίρα να πέσει από





συγκεκριμένο σημείο του σχοινοῦ. Σε αυτή την περίπτωση, οι μαθητές θα πρέπει να μετρήσουν το μέγιστο μήκος όταν η μπάλα φτάνει στο «μέγιστο βάθος» και αφαιρώντας το αρχικό μήκος του σχοινοῦ με τη σφαίρα να είναι κρεμασμένη πάνω του, θα μπορούν να υπολογίσουν το πλάτος της ταλάντωσης.

Μία γραφική παράσταση του αρχικού μήκους του σχοινοῦ έναντι του βάθους αποκαλύπτει μία περίπλοκη σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών η οποία χρήζει περισσότερης ερμηνείας (η γραφική παράσταση του αρχικού μήκους έναντι του πλάτους της ταλάντωσης, θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για να τονιστεί η συνεισφορά της μάζας). Σε αυτό το σημείο, θα ήταν χρήσιμο να συζητηθεί πως παρά το ότι τόσο (α) η επιμήκυνση του σχοινοῦ στη θέση ισορροπίας όσο και (β) το πλάτος της ταλάντωσης μεταβάλλονται, εντούτοις, δεν υπάρχει λογική συνάφεια στο να υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ τους. Από την άλλη, και οι δύο αυτές μεταβλητές έχουν μία αιτιώδη σχέση με τη μάζα του αντικειμένου, που σημαίνει ότι συμμεταβάλλονται όταν η μάζα αλλάζει. Επιπλέον, μπορεί να συζητηθεί το διαφορετικό είδος αιτιώδους σχέσης με τη μάζα (αναλογικά για επιμήκυνση του σχοινοῦ έναντι μάζας, μη αναλογικά για πλάτος της ταλάντωσης έναντι της μάζας) και η μαθηματική εξίσωση του πλάτους της ταλάντωσης έναντι της μάζας.

Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να ζητήσει από τους μαθητές να διερευνήσουν ακόμη μία φορά κατά πόσο η μάζα της σφαίρας επηρεάζει την επιμήκυνση του σχοινοῦ, παρέχοντας τους μία σφαίρα της οποίας η μάζα να επιμηκύνει το σχοινί αρκετά ώστε να μην υπακούει πλέον στο νόμο του Hooke. Τα αποτελέσματα και οι γραφικές παραστάσεις θα προκαλέσουν συζήτηση σχετικά με το γεγονός ότι ορισμένες μεταβλητές μπορεί να έχουν μία διαφορετική σχέση σε πεδία τιμών που δεν έχουν εξεταστεί και κατά συνέπεια υπάρχει ανάγκη να αντιμετωπίζονται με προσοχή συμπεράσματα που εκτείνονται πέρα από το εύρος των διαθέσιμων δεδομένων σε κάθε περίπτωση.

Στο τέλος της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να ολοκληρώσουν την αποστολή τους, περιγράφοντας στην εταιρεία πως οι διάφορες μεταβλητές που διερευνήθηκαν επηρεάζουν το βάθος στο οποίο θα φτάνουν οι πελάτες τους όταν πηδούν από τη γέφυρα.

Πώς η μέθοδος αξιολόγησης ενσωματώθηκε στη διδακτική ενότητα;

Κάθε φορά που υπάρχει συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης προκύπτουν αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους μαθητές και τον εκπαιδευτικό οι οποίες προσφέρονται για διαμορφωτική αξιολόγηση “on the fly”. Για παράδειγμα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να εντοπίζει τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών όταν ρωτά για τις μεταβλητές που μπορεί να επηρεάζουν το φαινόμενο. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι ευέλικτος, ώστε να καθοδηγεί τη συζήτηση με τρόπο που, αφενός, λαμβάνει υπόψη τα σχόλια των μαθητών και ανταποκρίνεται στις ανάγκες τους, και, αφετέρου, συνάδει με τις μαθησιακές επιδιώξεις.

Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να παρέχει στους μαθητές δραστηριότητες ανατροφοδότησης οι οποίες να επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες πτυχές της διαδικασίας





της διερεύνησης (π.χ. διατύπωση διερευνησίμων ερωτημάτων).



ASSIST

This project has received funding from the European Union's
Seventh Framework Programme Capacity, Collaborative
Project under grant agreement no 321428

