

Αξιολόγηση – Για - Μάθηση: Διαμορφωτική Αξιολόγηση στη Διδασκαλία της Φυσικής.

Robert J. Dufresne and William J. Gerace, University of Massachusetts at Amherst, Amherst, MA

Η αξιολόγηση που έχει στόχο να ενισχύσει τη διδασκαλία και τη μάθηση ονομάζεται «**διαμορφωτική αξιολόγηση**». Στη διαμορφωτική αξιολόγηση καθηγητές και μαθητές αναζητούν πληροφορίες για τα επίπεδα μάθησης των μαθητών και μετά χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες για να προσαρμόσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση στις ανάγκες των μαθητών. « **Η Διαμορφωτική Αξιολόγηση στην Τάξη**» (ΔΑΤ) απαιτεί ότι οι διδάσκοντες εμπλέκονται στη διαμορφωτική αξιολόγηση κατά τη διάρκεια των μαθησιακών δραστηριοτήτων στην τάξη. Στα πρώτα στάδια της εκπαίδευσης (Δημοτικό) η εφαρμογή της ΔΑΤ συμβαίνει φυσιολογικά και είναι ένα σύνθετο μέρος των περισσότερων διδακτικών πρακτικών. Εν τούτοις, η συστηματική χρήση της ΔΑΤ είναι σπάνια στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Εδώ, θα παραθέσουμε εισηγήσεις για όσους ενδιαφέρονται για τη χρήση της ΔΑΤ στη διδασκαλία της Φυσικής. Παρουσιάζεται ένα απλό μοντέλο διαμορφωτικής αξιολόγησης στην τάξη. Περιλαμβάνονται παραδείγματα δραστηριοτήτων διαμορφωτικής αξιολόγησης και εισηγήσεις για εφαρμογή της. Οι λόγοι για να γίνεται διαμορφωτική αξιολόγηση είναι πάρα πολλοί.¹⁻³ Η τελική (ή για σκοπούς βαθμολογίας) αξιολόγηση, η οποία γίνεται βασικά μέσω της χρήσης περιοδικών γραπτών εξετάσεων οι οποίες ελέγχουν την απομνημόνευση πληροφοριών και τη δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων χαμηλού επιπέδου, ενθαρρύνει τη μηχανική μάθηση από μέρους των μαθητών και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους καθηγητές για να διαμορφώσουν τη διδασκαλία τους με ένα συνεχή και δυναμικό τρόπο. Για να παρακολουθούμε αποτελεσματικά και να επηρεάζουμε την ανάπτυξη του τρόπου σκέψης των μαθητών, τις δεξιότητες διερεύνησης, τις στάσεις έναντι της επιστήμης και τις μαθησιακές συμπεριφορές απαιτείται συνεχής αξιολόγηση που ενσωματώνεται στις καθημερινές μαθησιακές δραστηριότητες.

Ένα Απλό Μοντέλο για Διαμορφωτική Αξιολόγηση στην Τάξη.

Σε αυτό το μέρος περιγράφουμε περιληπτικά μια προσέγγιση για τη δομή δραστηριοτήτων ΔΑΤ για χρήση στη διδασκαλία γενικής Φυσικής. Θα αναφερόμαστε σ' αυτή την προσέγγιση ως «**Αξιολόγηση Για Μάθηση**» (ΑΓΜ)⁴. Στο επόμενο μέρος θα δώσουμε αρκετά παραδείγματα διαμορφωτικής αξιολόγησης και θα δείξουμε πως αυτά τα παραδείγματα σχετίζονται με αναγνωρίσιμους γνωστικούς στόχους. Ο στόχος μας είναι να δώσουμε ένα σημείο εκκίνησης για αυτούς που ενδιαφέρονται να εισαγάγουν τη διαμορφωτική αξιολόγηση στην τάξη τους.

Η ΑΓΜ χρησιμοποιεί υλικό διαμορφωτικής αξιολόγησης σχεδιασμένο να χρησιμοποιείται με σύστημα επικοινωνίας στην τάξη (classroom communication system) (CCS)⁵⁻⁸. Το CCS επιτρέπει: (1) παρουσίαση των ερωτήσεων στην τάξη, (2) συλλογή και αποθήκευση των ατομικών απαντήσεων των μαθητών, (3) ανώνυμη επίδειξη των απαντήσεων των μαθητών σε μορφή ιστογράμματος, και (4) μόνιμη καταγραφή της προόδου του κάθε μαθητή. Η εφαρμογή της διδακτικής προσέγγισης του ΑΓΜ ποικίλει από καθηγητή σε καθηγητή, αλλά στην απλούστερη της μορφή, αποτελείται από τη συμμετοχή των μαθητών σε μαθησιακές δραστηριότητες ή σε διαδικασίες επίλυσης προβλήματος που σχετίζονται με ερώτηση που παρουσιάζεται σ' αυτούς. Ανάλογα με τη δραστηριότητα, οι μαθητές εργάζονται ατομικά ή σε ομάδες. Καθώς οι μαθητές εργάζονται σε μια δραστηριότητα, ο καθηγητής αφιερώνει χρόνο σε μαθητές εξατομικευμένα ή σε ομάδες ανταποκρινόμενος στη δουλειά των μαθητών. Μετά την παρέλευση κατάλληλου χρόνου οι μαθητές απαντούν σε σχετική ερώτηση. Οι απαντήσεις εισάγονται σε υπολογιστή στο μπροστινό μέρος της τάξης. Το λογισμικό του CCS δημιουργεί ένα ιστογράμμα το οποίο ο καθηγητής δείχνει στην τάξη.

Η παρατήρηση της κατανομής των απαντήσεων ενισχύει το γεγονός ότι γενικά υπάρχει διαφωνία μεταξύ των μαθητών, η οποία χρησιμοποιείται για να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Η επίδειξη του ιστογράμματος είναι ένα εργαλείο για να την έναρξη συζητήσεων στην τάξη για τις ιδέες και μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τους μαθητές για να απαντήσουν την ερώτηση.

Κατά τη διάρκεια των συζητήσεων κάποιοι μαθητές προσφέρονται να εκθέσουν τις απόψεις τους ενώ άλλοι τους αντικρούουν και επεκτείνουν τις σκέψεις τους.

Ο διδάσκων καθοδηγεί τη συζήτηση και διασφαλίζει ότι καταλήγουν σε κάποιο συμπέρασμα. Στηριζόμενοι στις πληροφορίες που έχουν πάρει, καθηγητής και μαθητές ανακατευθύνουν τις μαθησιακές δραστηριότητες. Όπου κριθεί κατάλληλο ζητείται από τους μαθητές να στοχαστούν και να συζητήσουν για το επίπεδο της μάθησης τους.

Η προσέγγιση ΑΓΜ έχει κοινά χαρακτηριστικά με άλλες μαθησιακές προσεγγίσεις (με ή χωρίς CCS) οι οποίες προσπαθούν να προωθήσουν τη διαδραστικότητα σε μια τάξη Φυσικής.^{5,6,9-11} Παρ' όλα αυτά ο πρωταρχικός στόχος της ΔΑΤ— να μαζευτούν δηλαδή πληροφορίες γύρω από την κατανόηση των μαθητών με σκοπό να ενισχυθεί η μάθηση τους – είναι μοναδικός. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, η ΔΑΤ εστιάζεται στις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στον καθηγητή και στις ομάδες, στη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, σε ευέλικτη διδασκαλία, σε ανατροφοδότηση των μαθητών, και σε αυτοαξιολόγηση από τους μαθητές της εργασίας τους και του βαθμού κατανόησης της. Η επιδίωξη αυτού του στόχου εγείρει σημαντικά ερωτήματα: Τι είδους πληροφορίες πρέπει να αναζητηθούν; Τι είδους ερωτήσεις αξιολόγησης παρέχουν κατάλληλες πληροφορίες για την αξιολόγηση; Πως αξιοποιούνται οι πληροφορίες που λαμβάνονται προς ενίσχυση της μάθησης; Για βαθύτερη κατανόηση των ερωτήσεων αυτών θα εξετάσουμε μερικά παραδείγματα ερωτήσεων διαμορφωτικής αξιολόγησης.

Παραδείγματα Θεμάτων Αξιολόγησης Για Μάθηση




Διερευνώντας τις Αρχικές Ιδέες (Παρανοήσεις) (Γνώση)

Οι μαθητές έρχονται στο μάθημα Φυσικής με τεράστιες ποσότητες εμπειριών και αντιλήψεων. Μεγάλη ποσότητα αυτής της προϋπάρχουσας γνώσης είναι σε σύγκρουση με τις επιστημονικές φυσικές έννοιες και αρχές. Οι μαθητές χρειάζεται να έχουν επίγνωση των αρχικών τους ιδεών, να έχουν την ευκαιρία να εκφράσουν τις απόψεις τους και να ακούσουν τις απόψεις των άλλων μαθητών. Επί πλέον είναι αναγκαίο οι καθηγητές να είναι ενήμεροι για τις προ της διδασκαλίας ιδέες των μαθητών έτσι ώστε να

προσαρμόσουν μαθησιακές δραστηριότητες για να ικανοποιήσουν τις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών.

Συχνά δημιουργούμε υλικό ΑΓΜ για να χρησιμοποιηθεί πριν την κανονική διδασκαλία ενός θέματος.

Ένα παράδειγμα αυτού του τύπου αξιολόγησης φαίνεται στο σχήμα 1¹². Το υλικό αυτό είναι μια ομάδα από έξι ερωτήσεις που χρησιμοποιώντας ένα εκτεταμένο σύνολο συγκεκριμένων αντιμετωπίζουν το ζήτημα της αντίληψης των αλληλεπιδράσεων. Η αντίληψη των αλληλεπιδράσεων είναι ένα απαραίτητο πρώτο βήμα για να αναγνωρίσουμε τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα ή ένα σύστημα. Μια αλληλεπίδραση μεταξύ δύο αντικειμένων γίνεται αντιληπτή συνήθως μέσω των επιδράσεων που τα αντικείμενα έχουν το ένα στο άλλο (παραδείγματος χάριν, μερικές φορές αλλάζουν οι κινήσεις των

Ποια ζεύγη σωμάτων αλληλεπιδρούν;		
		
Σχήμα Α	Σχήμα Β	Σχήμα Γ
Ερ. 1. Στο σχήμα Α: μπαλόνι με νερό και ελατήριο. Ερ. 2. Στο σχήμα Α: μπαλόνι με νερό και Γη. Ερ. 3. Στο σχήμα Β: παιδί και σανίδα. Ερ. 4. Στο σχήμα Β: παιδί και πέτρες. Ερ. 5. Στο σχήμα Γ: μπλοκ και τραπέζι. Ερ. 6. Στο σχήμα Γ: μπλοκ και Γη.		Απάντηση: Ναι ή Όχι Απάντηση: Ναι ή Όχι Απάντηση: Ναι ή Όχι Απάντηση: Ναι ή Όχι Απάντηση: Ναι ή Όχι Απάντηση: Ναι ή Όχι

Σχ. 1. Αναγνωρίζοντας την αλληλεπίδραση μεταξύ δύο σωμάτων.

αντικειμένων, μερικές φορές αλλάζουν οι μορφές των αντικειμένων, μερικές φορές και τα δύο). Οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν τις αλληλεπιδράσεις όταν υπάρχουν αλλαγές στο σχήμα των σωμάτων, ειδικά όταν τα αντικείμενα επιστρέφουν στο «φυσικό» τους σχήμα μετά που παύουν να αλληλεπιδρούν (όπως στην περίπτωση του υδρομπαλονιού και του ελατηρίου στο Α). Ωστόσο, όταν δεν υπάρχει καμία κίνηση και κανένα αντικείμενο δεν παραμορφώνεται αισθητά, είναι λιγότερο πιθανόν οι μαθητές να αντιληφθούν μια αλληλεπίδραση.

Επεξεργασία και Ομαδοποίηση. (κατανόηση-εφαρμογή)

Όταν οι μαθητές μαθαίνουν για πρώτη φορά μια φυσική έννοια, το κάνουν σε ένα περιορισμένο περιβάλλον μάθησης και σε απομόνωση από άλλες πολύ σχετικές ιδέες. Με το χρόνο αναμένεται οι μαθητές να γενικεύσουν την κατανόηση μιας έννοιας και να την συνδέσουν με άλλη γνώση ώστε να είναι σε θέση να την εφαρμόσουν σε ένα ευρύ φάσμα από συγκεκριμένα. Μερικά παραδείγματα πιθανών θεμάτων αξιολόγησης αυτού του τύπου παρουσιάζονται στο σχήμα 2. Το σχήμα 2(α) παρέχει ένα παράδειγμα για το πώς ένα θέμα αξιολόγησης μπορεί να δομηθεί έτσι ώστε οι μαθητές να συγκρίνουν και να αντιπαραβάλλουν καταστάσεις που περιλαμβάνουν διάφορες έννοιες (π.χ. πίεση, δύναμη, πλεύση, και βάρος). Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του θέματος είναι ότι αφότου οι μαθητές συγκρίνουν, προβλέψουν, και συζητήσουν τι θα συμβεί σε κάθε κατάσταση, μπορούν να πραγματοποιήσουν ένα πείραμα. Σε δεύτερο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα 2(β), ο μαθητής καλείται να συσχετίσει τα χαρακτηριστικά μιας γραφικής αναπαράστασης της ταχύτητας με περιγραφή μιας φυσικής κατάστασης. Το θέμα στο σχέδιο 2 (c) είναι ένα σύνολο ερωτήσεων που διερευνούν την κατανόηση των μαθητών μιας βασικής έννοιας (κάθετη δύναμη) σε ένα διαφορετικό σύνολο καταστάσεων, μερικές από τις οποίες εκμαιεύουν παρερμηνείες.

Ανάλυση και Σύνθεση, χρησιμοποιώντας έννοιες .(ανάλυση-σύνθεση)

Από τη στιγμή που οι μαθητές κατανοήσουν μια έννοια (ή ένα σύνολο εννοιών) ένας σημαντικός στόχος είναι να τους ωθήσουμε να χρησιμοποιήσουν την κατανόηση τους για να αναλύσουν και να σκεφτούν κριτικά πιο πολύπλοκες καταστάσεις. Με τη λέξη ανάλυση εννοούμε ότι αποσυνθέτουμε μια κατάσταση σε βασικά μέρη για να κατανοήσουμε καλύτερα το όλο. Η σύνθεση ενέχει την συναρμολόγηση των μερών για να εξάγουμε συμπεράσματα ή να κάνουμε κρίσεις. Τα θέματα

(a)

Ένα δοχείο με νερό, ένα μεγάλο ξύλινο μπλοκ, ένα μικρό μεταλλικό μπλοκ και μια ζυγαριά σε διαφορετική διαρρύθμιση.

Ερώτηση. Σε ποια διαρρύθμιση θα έχουμε τη μικρότερη ένδειξη στη ζυγαριά;

(b)

Ερώτηση. Ποια γραφική $v=f(t)$ αντιπροσωπεύει την ταχύτητα ενός αμαξίου που εκτοξεύθηκε ανηφορικά σε ένα κεκλιμένο επίπεδο;

(c)

Σε ημερία

Κώδικας με κενό αέρα

Τεντωμένο σχοινί

Να συγκρίνετε την κάθετη δύναμη που ασκεί το τραπέζι ή το κεκλιμένο επίπεδο πάνω στο μπλοκ. Όλα τα μπλοκ έχουν την ίδια πυκνότητα

Σε ποια περίπτωση είναι μεγαλύτερη η κάθετη δύναμη;

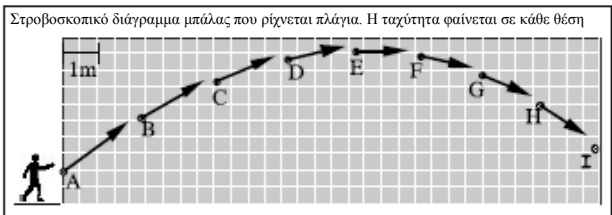
Ερώτηση 1: Α ή Β;
Ερώτηση 2: Α ή C;
Ερώτηση 3: Α ή D;
Ερώτηση 4: Α ή E;

Σχ. 2. (α) Συγκρίνοντας τις ενδείξεις
(β) Συνδυάζοντας την κίνηση με τα διαγράμματα ταχύτητας – χρόνου
(c) Συγκρίνοντας τα μέτρα των κάθετων δυνάμεων επαφής.

αξιολόγησης (με ανάλυση και σύνθεση) αναγκάζουν τους μαθητές να ασχολούνται με πολύπλοκες καταστάσεις και ερωτήσεις οι οποίες μπορούν να αντιμετωπιστούν ποιοτικά, αλλά θα είναι εξαιρετικά δύσκολο για αυτούς να τις λύσουν χρησιμοποιώντας προσέγγιση επικεντρωμένη στη χρήση κάποιου τύπου. Ορισμένα από αυτά τα θέματα μπορεί να είναι ανοικτού τύπου, απαιτώντας από τους μαθητές να κάνουν υποθέσεις και να θέτουν στόχους.

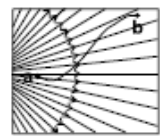
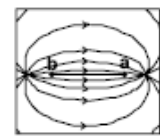
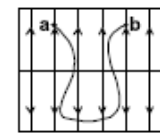
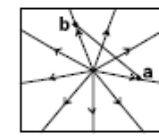
Το σχήμα 3 (α) παρουσιάζει ένα παράδειγμα Ανάλυσης και Σύνθεσης ενός θέματος αξιολόγησης που είναι πιο ανοικτού τύπου από μερικά από τα προηγούμενα παραδείγματα. Στους μαθητές δίνεται ένα στροβισκοκόπιο διάγραμμα της κίνησης μιας σφαίρας που βάλεται, και που παρουσιάζει τα διανύσματα της ταχύτητας σε κάθε σημείο και καλούνται να συναγάγουν εάν η αντίσταση του αέρα είναι σημαντική. Οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν ποια χαρακτηριστικά γνωρίσματα του διαγράμματος πρέπει να αναλύσουν για να λάβουν πληροφορίες για την αντίσταση του αέρα, και πρέπει να καθορίσουν κάποιο κριτήριο για να αποφασίσουν εάν η αντίσταση του αέρα είναι σημαντική. Το σχήμα 3(b)

(a) Στροβισκοκόπιο διάγραμμα μπάλας που ρίχνεται πλάγια. Η ταχύτητα φαίνεται σε κάθε θέση

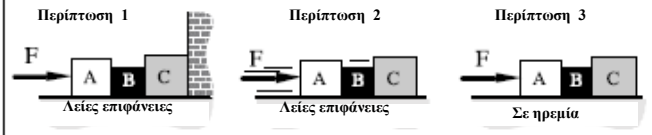


Ερώτηση 1. Είναι σημαντική η αντίσταση του αέρα; Ναι ή Όχι
Ερώτηση 2. Τι χρησιμοποίησες από το διάγραμμα για να απαντήσεις την ερώτηση 1;

(b) Αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο μετακινείται μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο από το σημείο a στο σημείο b. Ερώτηση: Σε ποια περίπτωση το έργο που παράγεται από το πεδίο είναι μηδέν;


Περίπτωση Α	Περίπτωση Β	Περίπτωση Γ	Περίπτωση Δ
			

(c) **Περίπτωση 1** **Περίπτωση 2** **Περίπτωση 3**



Ερώτηση: Σε ποια από τις τρεις πιο πάνω περιπτώσεις η συνισταμένη δύναμη είναι μεγαλύτερη.

(d) Όλες οι κατανομές φορτίου έχουν την ίδια ακτίνα και γραμμική πυκνότητα φορτίου (μερικές θετικές, μερικές αρνητικές). Σε ποια περίπτωση το ηλεκτρικό πεδίο στην αρχή των αξόνων θα έχει μεγαλύτερο μέτρο;



Σχ. 3. (a) Σύλλογισμοί για τις δυνάμεις με τη χρήση του 2^{ου} νόμου του Νεύτωνα.
(b) Σύλλογισμοί για την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια με τη χρήση διαγραμμάτων (Αναλύοντας ένα σύστημα τριών μπλοκ σε οριζόντια επιφάνεια.
(c) Συγκρίνοντας το μέγεθος ηλεκτρικών δυνάμεων

περιέχει ένα δεύτερο παράδειγμα θέματος Ανάλυσης και Σύνθεσης στο οποίο οι μαθητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν μια εναλλακτική αναπαράσταση. Στο παράδειγμα, στους μαθητές παρουσιάζονται τέσσερα διαφορετικά διαγράμματα ηλεκτρικών πεδίων. Σε κάθε διάγραμμα ένα φορτίο υποβάλλεται σε μια μετατόπιση. Οι μαθητές καλούνται να καθορίσουν την περίπτωση για την οποία το έργο που παράγεται από το πεδίο στο φορτίο είναι μηδέν. Το σχήμα 3 (c) παρουσιάζει ένα παράδειγμα όπου οι μαθητές πρέπει να συγκρίνουν και να αντιπαραβάλουν την κίνηση, και τις δυνάμεις που ασκούνται, σε ένα σύστημα μπλοκ σε τρεις διαφορετικές περιπτώσεις. Τέλος, στο σχέδιο 3 (d) οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν το μέγεθος ηλεκτρικών δυνάμεων δεδομένης μια συνεχούς κατανομής φορτίου.

Επίλυση Προβλήματος με Χρήση Εννοιών. (ανάλυση – σύνθεση)

Ένας στόχος της διδασκαλίας είναι η ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να χρησιμοποιούν τη γνώση τους για τις έννοιες της Φυσικής ώστε να λύουν και ποσοτικά και ποιοτικά προβλήματα. Στα περισσότερα παραδοσιακά μαθήματα οι μαθητές επικεντρώνονται τόσο πολύ στις αλγεβρικές πτυχές επίλυσης ενός προβλήματος, που ποτέ δεν μαθαίνουν να αξιοποιούν έννοιες της Φυσικής για να λύσουν προβλήματα. Για να εστιάσουμε την προσοχή των μαθητών σε έννοιες κατά τη διάρκεια της επίλυσης προβλήματος, τους ζητούμε να μας περιγράψουν και να αξιολογήσουν με ποιο τρόπο διάφορες έννοιες και αρχές μπορούν να εφαρμοστούν για να επιλύσουν ένα πρόβλημα. Ένα παραδοσιακό πρόβλημα, όπως αυτό στο σχήμα 4, μπορεί να αξιοποιηθεί ως βάση για συζήτηση των προσεγγίσεων επίλυσης προβλημάτων από τους μαθητές. Θεωρώντας το σύστημα ότι περιλαμβάνει τα δύο οχήματα, οι μαθητές μπορούν συχνά να καθορίζουν τη συνισταμένη δύναμη ως τη διαφορά μεταξύ των δύο ασκούμενων δυνάμεων και διαιρώντας δια τη συνολική μάζα παίρνουν την επιτάχυνση. Οι περισσότεροι μαθητές δεν μπορούν να απαντήσουν την ερώτηση 2 σωστά, παρ' όλο που αυτό απαιτεί μόνο την εφαρμογή του 2^{ου} νόμου του Νεύτωνα στο αμαξάκι Β (μόνο) χρησιμοποιώντας την επιτάχυνση που βρήκαν στην ερώτηση 1. Πολλοί μαθητές εγκαταλείπουν τη φυσική που έχουν μάθει και στηρίζονται αντί αυτού στη διαίσθησή τους.

Το σχήμα 5 δείχνει ένα θέμα όπου παρουσιάζονται δύο διαδικασίες για την επίλυση ενός προβλήματος κινηματικής. Για κάθε διαδικασία οι μαθητές καλούνται να καθορίσουν εάν η διαδικασία ισχύει ή όχι, και εάν δεν ισχύει, να προσδιορίσουν ποια από τα βήματα που υποδεικνύονται είναι ακατάλληλα για την επίλυση του προβλήματος. Αυτός ο τύπος θέματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντιληφθούν οι μαθητές συνήθη λάθη και παρανοήσεις. Παρόμοια θέματα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να αντιμετωπίσουν θέματα επιστημονικού αλφαριθμητισμού.

Δύο αμαξάκια μάζας 0.2 kg, είναι ενωμένα και αρχικά ακίνητα. Στο σχήμα φαίνονται οι δυνάμεις σε κάθε αμαξάκι.

Ερώτηση 1: Ποια είναι η επιτάχυνση του συστήματος;
Ερώτηση 2: Πόση είναι η δύναμη που ασκεί το αμαξάκι Α στο Β;

(Α) 0.2N (Ε) 0.5N
 (Β) 0.3N (ΣΤ) 0.8N
 (Γ) 0.4N (Ζ) καμιά
 (Δ) 0.45N (Η) αδύνατο να πω

Σχ. 4. Λύση προβλήματος με χρήση των νόμων του Νεύτωνα.

Πρόβλημα: Η μικρή σας αδελφή έχει ένα παιγνίδι-αυτοκινητάκι. Το κουρδίζει και το αφήνει ελεύθερο. Το αυτοκινητάκι κινείται με σταθερή επιτάχυνση για 2 s. Στη συνέχεια ελαττώνει την ταχύτητά του με τον ίδιο ρυθμό για 2 s μέχρι να σταματήσει σε 3 μέτρα απόσταση. Ποια ήταν η επιτάχυνση του παιγνιδιού στα 2 πρώτα δευτερόλεπτα της κίνησης του;

Διαδικασία I. (Α) Να χαράξεις τη γραφική παράσταση της ταχύτητας του παιγνιδιού σε συνάρτηση με το χρόνο. (Β) Η γραφική παράσταση ξεκινά από το μηδέν και αυξάνεται στη μέγιστη τιμή v στο χρόνο $t=2$ s. Στη συνέχεια ελαττώνεται για να γίνει μηδέν στο 4 s. (Βλέπε διάγραμμα). (Γ) Το εμβαδόν σε αυτή τη γραφική είναι η μετατόπιση του παιγνιδιού, και είναι 3 m. (Δ) Έτσι, να εξισώσεις το εμβαδόν στη γραφική με το 3 m και να λύσεις ως προς την ταχύτητα. (Ε) Η κλίση της $v=f(t)$ είναι η επιτάχυνση.

Διαδικασία II. (Α) Η επιτάχυνση του παιγνιδιού είναι σταθερή για ολόκληρο το χρονικό διάστημα της κίνησης του. (Β) Η κίνηση διαρκεί 4 s και η μετατόπιση είναι 3 μέτρα. Χρησιμοποίησε την εξίσωση $\Delta x = v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$ όπου v_{0x} είναι μηδέν, $\Delta x=3m$, και $t = 4$ s. (Γ) Ο μόνος άγνωστος στην εξίσωση είναι η επιτάχυνση a_x . Να λύσετε την εξίσωση ως προς a_x .

Ερώτηση 1. Αν η διαδικασία I είναι λανθασμένη να δείξετε σε ποιο βήμα είναι το λάθος. Να σημειώσετε Σ αν είναι σωστή

Ερώτηση 2. Αν η διαδικασία II είναι λανθασμένη να δείξετε σε ποιο βήμα είναι το λάθος. Να σημειώσετε Σ αν είναι σωστή

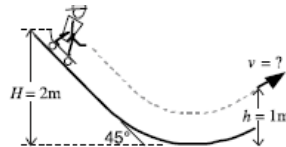
Σχ. 5. Συγκρίνοντας διαδικασίες επίλυσης.

Η μελέτη και η γραπτή αναφορά στην επιστήμη συχνά απαιτεί δεξιότητες (όπως, σειρά από διαδοχικές σκέψεις, αξιολόγηση απόψεων και η αναγνώριση υποθέσεων) που δεν εφαρμόζονται συχνά από τους μαθητές.

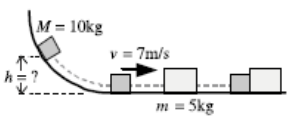
Οργάνωση και συσχέτιση ομάδων εννοιών. (αξιολόγηση – σύγκριση)

Το σχήμα 6 παρουσιάζει ένα θέμα όπου οι μαθητές ερωτούνται να συγκρίνουν δύο προβλήματα. Το θέμα χωρίζεται σε τρία μέρη. Πρώτα οι μαθητές αποφασίζουν κατά πόσο θα λύσουν τα δύο προβλήματα χρησιμοποιώντας παρόμοια προσέγγιση. Μετά για κάθε πρόβλημα, οι μαθητές αναγνωρίζουν μια αρχή η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να λύσουν το πρόβλημα. Μετά από συζήτηση στην τάξη των λόγων που οι μαθητές έκαναν αυτές τις επιλογές, οι μαθητές επαναλαμβάνουν το πρώτο μέρος αλλά με ένα διαφορετικό ζεύγος προβλημάτων.

Πρόβλημα Α. Ένα παιδί πάνω σε skateboard κατεβαίνει μια ράμπα η οποία έχει ευθείες αλλά και καμπύλες περιοχές. Ποια είναι η ταχύτητα του παιδιού όταν φτάνει στο τέλος της ράμπας (αν αγνοήσουμε την τριβή και την αντίσταση του αέρα).



Πρόβλημα Β. Ένα μπλοκ 10 kg αφήνεται ελεύθερο από την ηρεμία πάνω σε μια λεία τροχιά, από άγνωστο ύψος h. Το μπλοκ κινείται με 7 m/s λίγο πριν συγκρουστεί και ενοθεθεί με ένα μπλοκ μάζας 5 kg. Από ποιο ύψος αφέθηκε το μπλοκ.



Ερώτηση 1. Θα λύνατε τα δύο αυτά προβλήματα χρησιμοποιώντας παρόμοιες προσεγγίσεις; Απαντήστε με Ναι ή Όχι.
Ερώτηση 2. Ποια αρχή θα χρησιμοποιούσατε για να λύσετε το πρόβλημα Α;
Ερώτηση 3. Ποια αρχή θα χρησιμοποιούσατε για να λύσετε το πρόβλημα Β;

Σχ. 6. Οργανώνοντας τις αρχές τις φυσικής για τη λύση προβλήματος.

Το θέμα βοηθά τους καθηγητές να καθορίσουν σε ποια χαρακτηριστικά μιας κατάστασης επικεντρώνονται οι μαθητές όταν αποφασίζουν πώς να λύσουν ένα πρόβλημα. Αποκαλύπτει σε ποιο βαθμό οι μαθητές μπορούν επιτυχώς να επιλέξουν μια κατάλληλη αρχή για λύση ενός προβλήματος καθώς και το σκεπτικό για την επιλογή της.

Εφαρμογή — Μερικές Τελικές Σκέψεις

Δεν υπάρχει απλή συνταγή για την εφαρμογή της ΔΑΤ. Το πώς ανταποκρίνεται ένας καθηγητής στα αποτελέσματα από ένα συγκεκριμένο θέμα αξιολόγησης θα εξαρτηθεί από τις μαθησιακές προτεραιότητες του καθηγητή και την ετοιμότητα των μαθητών.

Ας πάρουμε το θέμα του σχήματος 2(a). Αυτό το θέμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να διερευνήσει τη γνώση και τα χρήση των αλληλεπιδράσεων από μέρους των μαθητών στις ερμηνείες τους για τα φυσικά φαινόμενα. Μετά από συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, προσπαθώντας να αναγνωριστούν η εννοιολογική κατανόηση και το σκεπτικό πίσω από τις επιλογές των μαθητών, οι μαθητές θα μπορούσαν να δημιουργήσουν τις διαφορετικές καταστάσεις για καθορισμό του τι ακριβώς συμβαίνει σε κάθε περίπτωση. Ακολούθως η συζήτηση θα εστιαζόταν στις αλλαγές στην εννοιολογική κατανόηση και το σκεπτικό των μαθητών:

(α) Τι έχει αλλάξει; (β) Τι προκάλεσε την αλλαγή; (γ) Η νέα κατανόηση στηρίζεται στις παρατηρήσεις που είχαν γίνει ; Οι νέες αντιλήψεις των μαθητών θα μπορούσαν να τεθούν σε ένα τεστ επεκτείνοντας το συγκεκριμένο στο θέμα του δοκιμίου αξιολόγησης. Για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να ρωτήσει τους μαθητές: (α) Τι θα συνέβαινε στην ένδειξη της ζυγαριάς εάν ένας ξύλινος κυλινδρικός πύρος βυθιζόταν μερικώς στο δοχείο με το νερό και κρατιόταν σ' αυτή τη θέση; (β) Τι θα συνέβαινε αν ο πύρος ήταν από μέταλλο; Με αυτή τη διαδικασία ο καθηγητής μπορεί να αξιολογήσει την γνώση των μαθητών για τις αλληλεπιδράσεις οπότε είναι σε θέση να αντιμετωπίσει τις μαθησιακές ανάγκες σε μελλοντικές μαθησιακές δραστηριότητες. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να αξιολογήσουν την επιτυχία των μοντέλων που έχουν για τις αλληλεπιδράσεις και να γίνουν γνώστες των περιοχών που χρειάζονται βελτίωση.

Η ΔΑΤ δεν καθιστά την εκμάθηση της φυσικής εύκολη. Δεν είναι μια μαγική λύση για τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές όταν μαθαίνουν φυσική. Αντί αυτού στηρίζει τη μάθηση και προσπαθεί να βελτιώσει τις διαδικασίες τις οποίες οι μαθητές χρησιμοποιούν για να μάθουν. Η Διαμορφωτική Αξιολόγηση στην Τάξη συνεπάγεται μια μετακίνηση στην κουλτούρα της τάξης από την δασκαλοκεντρική προσέγγιση και διατύπωση απλώς της απάντησης στην επικέντρωση στις πνευματικές διαδικασίες του μαθητή όπως αυτές φανερώνονται στις δραστηριότητες ανάλυσης και σύνθεσης.

Οι καθηγητές μπορούν να κάνουν πολλά βήματα για να ενθαρρύνουν τη μετακίνηση αυτή. Προωθήστε αρκετά τη συζήτηση με τους μαθητές. Δώστε επαρκή χρόνο στους μαθητές για να αναλύσουν καταστάσεις και να διατυπώσουν το συλλογισμό τους. Δουλέψετε με τις ιδέες και τη γλώσσα των μαθητών καθώς μετακινήστε σε πιο τυποποιημένη γνώση. Ενθαρρύνετε τη συζήτηση ενός εύρους απαντήσεων – ορισμένοι μαθητές είναι σωστοί για λάθος λόγους, και συχνά μαθητές κάνουν «λάθος» παρόλα αυτά έχουν πολλές σωστές αντιλήψεις που θα μπορούσαν να τις μοιραστούν. Δώστε βάρος στις διαδικασίες σκέψης των μαθητών και υποβαθμίστε τη σημασία των απαντήσεων. Ερωτήσεις που απαιτούν από τους μαθητές να συγκρίνουν και να αντιπαραβάλουν δύο ή περισσότερες καταστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετακινήσουν την εστίαση από το ποια είναι η σωστή απάντηση στο γιατί η αντιμετώπιση στη λύση είναι η ίδια ή διαφορετική. Επεκτείνοντας το πλαίσιο (συγκεκριμένο) πέραν από γνωστές καταστάσεις, οι μαθητές προτρέπονται να αναζητήσουν συνδέσεις ανάμεσα στις παλιές και νέες καταστάσεις. Σκόπιμα τεθείσες «αόριστες» ερωτήσεις σπάζουν την τάση να είναι υπερβολικά καθοδηγητικές προς *το ποια είναι σωστή απάντηση*, από τη στιγμή που η σωστή απάντηση θα εξαρτάται από τις υποθέσεις που κάνουν οι μαθητές. Εξηγήστε στους μαθητές γιατί τις περιλαμβάνετε στις δραστηριότητες και τι περιμένετε από αυτούς. Βοηθήστε τους μαθητές να υιοθετήσουν ρόλους οι οποίοι θα τους επιτρέψουν να πάρουν το μέγιστο από τη μάθηση.

Σημείωση της Επιθεώρησης:

Η παράγραφος με τίτλο «Ένα Απλό Μοντέλο για Διαμορφωτική Αξιολόγηση στην Τάξη» αναφέρεται στο ηλεκτρονικό σύστημα στο οποίο χρησιμοποιούνται τηλεχειριστήρια και αφορά τάξεις με μεγάλο αριθμό φοιτητών. Στη δική μας περίπτωση, που οι μαθητές είναι γύρω στους 20, η απάντηση στην ερώτηση μπορεί να γίνεται με ανάταση των χεριών και είναι εξίσου αποτελεσματική.

Το άρθρο αποδόθηκε από τα Αγγλικά στα Ελληνικά από τον κύριο Γιαννάκη Χατζήκωστή, καθηγητή Φυσικής, τον οποίο και ευχαριστούμε για την άρτια μετάφραση.

Επιθεώρηση Φυσικής
Νοέμβριος 2008

References

1. P. Black and D. William, "Inside the black box: Raising standards through classroom assessment," *Phi Delta Kappan* **80**(2), 139–148 (1998); online at <http://www.pdkintl.org/kappan/kbla9810.htm>.
2. National Research Council, *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, edited by J.R. Bransford, A.L. Brown, and R.R. Cocking (National Academy Press, Washington, D.C., 1999).
3. National Research Council, *Classroom Assessment and the National Science Education Standards*, edited by J.M. Atkin, P. Black, and J. Coffey (National Academy Press, Washington, D.C., 2001).
4. R.J. Dufresne, W.J. Gerace, J.P. Mestre, and W.J. Leonard, *ASK-IT/A2L: Assessing Student Knowledge with Instructional Technology* (2000); online at <http://umperg.physics.umass.edu/library/UMPERG-2000-09>.
5. Robert J. Dufresne, William J. Gerace, William J. Leonard, Jose P. Mestre, and Laura Wenk, "Classtalk: A classroom communication system for active learning," *J. Comp. High. Educ.* **7**(2), 3–47 (1996).
6. Laura Wenk, Robert Dufresne, William Gerace, William Leonard, and Jose Mestre, "Technology-assisted active learning in large lectures," *Student-active Science: Models of Innovation in College Science Teaching*, edited by Ann P. McNeal and Charlene D'Avanzo (Saunders, Orlando, FL, 1997), pp. 431–451.
7. R.A. Burnstein and L.M. Lederman, "Comparison of different commercial wireless keypad systems," *Phys. Teach.* **41**, 272–275 (May 2003).
8. I.D. Beatty, "Transforming student learning with classroom communication systems," *Educause Center for Applied Research (ECAR) Bulletin ERB0403* (Feb. 3, 2004).
9. D.E. Meltzer and K. Manivannan, "Promoting interactivity in physics lecture classes," *Phys. Teach.* **34**, 72–77 (Feb. 1996).
10. R.A. Burnstein and L.M. Lederman, "Using wireless keypads in lecture classes," *Phys. Teach.* **39**, 8–11 (Jan. 2001).
11. D.W. Bullock, V.P. LaBella, T. Clingan, Z. Ding, G. Stewart, and P.M. Thibado, "Enhancing the student-instructor interaction frequency," *Phys. Teach.* **40**, 535–541 (Dec. 2002).
12. The examples of assessing-to-learn items presented here are based on materials contained in the Minds-On-Physics curriculum published by Kendall/Hunt.

PACS codes: 01.40Eb, 01.40Gb, 01.40H

Robert J. Dufresne is a research assistant professor in the Department of Physics at the University of Massachusetts. He received his Ph.D. in nuclear theory from UMass in 1987. His research interests include assessment, instructional technology, and models of cognition. He is the coordinator of the Assessing-to-Learn materials development and teacher enhancement project.

Department of Physics, Box 34525, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003–4525;
dufresne@physics.umass.edu

William J. Gerace is professor of physics and the director of the Scientific Reasoning Research Institute at the University of Massachusetts. He received his B.S. from M.I.T. and his Ph.D. from Princeton University. His research interests include developing a cognitive model for the acquisition, storage, and use of knowledge, and teacher preparation.

Department of Physics, Box 34525, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003–4525;
gerace@physics.umass.edu
