

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αξιολόγηση του μαθητή στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) και ιδιαίτερα της Φυσικής, παρά το γεγονός ότι υπόκειται στο ίδιο γενικό πλαίσιο που διέπει όλα τα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος, εμφανίζει αρκετές ιδιαιτερότητες. Αυτές οφείλονται: α) στο είδος των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να αναπτυχθούν κατά τη διδασκαλία των φυσικών μαθημάτων (εργαστήρια, ασκήσεις, πρακτικές εφαρμογές, κ.τ.λ.), β) στο ό,τι προσφέρονται, περισσότερο από άλλα μαθήματα, για την ανάπτυξη ευρέως φάσματος δεξιοτήτων και γ) στο γεγονός ότι οι προηγούμενες αντιλήψεις του μαθητή για τα φυσικά φαινόμενα δε συμφωνούν πολλές φορές με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη, όπως προκύπτει και από σύγχρονες μελέτες και έρευνες. Το στοιχείο αυτό επηρεάζει τη διδασκαλία και την αξιολόγηση των μαθημάτων αυτών.

Οι δραστηριότητες, που αναπτύσσονται στο πλαίσιο της διδασκαλίας της Φυσικής, οφείλουν να δίνουν στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να αξιολογεί, εκτός από την απόκτηση πληροφοριών για τα φυσικά φαινόμενα, ποικίλες άλλες δεξιότητες των μαθητών. Κάτι τέτοιο μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους, όπως:

- με προφορικές και γραπτές εξετάσεις που συνδυάζουν διάφορους τύπους ερωτήσεων και τεχνικών αξιολόγησης,
- με την πραγματοποίηση εργαστηριακών ασκήσεων ή άλλων εργασιών τόσο στο σχολείο όσο και στο σπίτι,
- με την εκπόνηση συνθετικών δημιουργικών εργασιών, και τέλος,
- με την καθημερινή παρατήρηση της δραστηριότητας των μαθητών.

Κεντρική θέση στη διαδικασία της αξιολόγησης κατέχει η προεργασία / προετοιμασία του καθηγητή κατά την εκπόνηση των ερωτήσεων με τις οποίες εξετάζονται οι μαθητές. Η επιτυχής διατύπωσή τους είναι θέμα όχι μόνο εξάσκησης και εμπειρίας του εκπαιδευτικού, αλλά και ενημέρωσής του γύρω από τις τεχνικές σύνταξής τους. Στις τεχνικές αυτές είναι αφιερωμένο σημαντικό μέρος του παρόντος τεύχους, το οποίο συμπληρώνει τις γενικές οδηγίες για την αξιολόγηση των μαθητών και τις εξειδικεύει στο μάθημα της Φυσικής.

Η διατύπωση των κατάλληλων ερωτήσεων και κυρίως η συσχέτισή τους με τους διδακτικούς στόχους διευκολύνεται σε μεγάλο βαθμό από τις ταξινομίες των στόχων αυτών καθώς και από τη γνώση του τρόπου χρήσης των διαφόρων τύπων ερωτήσεων. Για τους παραπάνω λόγους θεωρήθηκε αναγκαίο να γίνει μια σύντομη αναφορά στις ταξινομίες των Bloom και Klopffer, να κατηγοριοποιηθούν οι ερωτήσεις και να τεθούν με τα παραδείγματα διαφόρων τύπων ερωτήσεων, κριτηρίων αξιολόγησης, ασκήσεων και συνθετικών εργασιών που βασίζονται στις σύγχρονες θεωρητικές απόψεις γύρω από τα ζητήματα αυτά.

## 2. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΙΩΝ ΤΩΝ BLOOM ΚΑΙ KLOPFER

Η ταξινόμια του **Bloom**, η οποία είναι και ευρύτερα γνωστή, κατατάσσει τους διδακτικούς στόχους σε τρεις τομείς. Ο γνωστικός π.χ. τομέας περιλαμβάνει τις παρακάτω κατηγορίες στόχων:

1. Γνώση
2. Κατανόηση
3. Εφαρμογή
4. Ανάλυση
5. Σύνθεση
6. Αξιολόγηση

Κάθε κατηγορία μπορεί να αναλύεται περαιτέρω σε υποκατηγορίες, οι οποίες επιτρέπουν τη λεπτομερέστερη εκτίμηση των μαθησιακών συμπεριφορών. Η κατηγορία γνώση π.χ. αναλύεται στις ακόλουθες υποκατηγορίες:

- Γνώση συγκεκριμένων στοιχείων
- Γνώση ορολογίας
- Γνώση τρόπων και μέσων για χρήση των συγκεκριμένων στοιχείων
- Γνώση συμβάσεων
- Γνώση τάσεων και ακολουθιών
- Γνώση ταξινομήσεων και κατηγοριών

Η κατανόηση αναλύεται: α) στη μετατροπή - μετάφραση, β) στην ερμηνεία και γ) στην προέκταση. Η εφαρμογή δεν έχει υποκατηγορίες. Η ανάλυση περιλαμβάνει: α) την ανάλυση στοιχείων, β) την ανάλυση σχέσεων και γ) την ανάλυση οργανωτικών αρχών. Η σύνθεση υποδιαιρείται: α) στην παραγωγή προσωπικού έργου, β) στην παραγωγή ενός σχεδίου ενέργειας και γ) στην παραγωγή ενός συνόλου αφηρημένων σχέσεων. Η αξιολόγηση (κρίση), τέλος, χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες, α) την κρίση με εσωτερικά κριτήρια και β) την κρίση με εξωτερικά κριτήρια.

Η ταξινόμια του **Klopper** ενοποιεί τους τρεις τομείς της ταξινόμιας του Bloom (γνωστικό, συναισθηματικό, ψυχοκινητικό) και παράλληλα δίνει έμφαση στη φύση των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών και στη μεθοδολογία της επιστημονικής έρευνας. Οι κυριότερες κατηγορίες στόχων που περιλαμβάνει είναι οι παρακάτω:

1. Γνώση και κατανόηση
2. Παρατήρηση - Μέτρηση
3. Εντοπισμός προβλήματος και αναζήτηση τρόπων επίλυσής του
4. Ερμηνεία δεδομένων και γενίκευση
5. Δημιουργία -Έλεγχος και τροποποίηση ενός θεωρητικού μοντέλου
6. Εφαρμογή επιστημονικών γνώσεων και μεθόδων
7. Δεξιότητες χειρισμού
8. Στάσεις και ενδιαφέροντα
9. Κατεύθυνση - Προσανατολισμός

Οι έξι πρώτες από τις παραπάνω κατηγορίες αναφέρονται στο γνωστικό τομέα. Η κατηγορία 1 περιλαμβάνει τις υποκατηγορίες Γνώση και Κατανόηση, οι οποίες στην ταξινόμια του Bloom ανήκουν σε χωριστές υποκατηγορίες. Στις κατηγορίες 2, 3, 4, 5, εντάσσονται οι ανώτερες κατηγορίες διδακτικών στόχων της ταξινόμιας του Bloom, δηλαδή η Ανάλυση, η Σύνθεση και η Αξιολόγηση. Οι τελευταίες αυτές κατηγορίες αφορούν στη γενική μεθοδολογία της Επιστήμης, δηλαδή την παρατήρηση, την υπόθεση, το πείραμα και την επαλήθευση. Οι κατηγορίες 8 και 9 αναφέρονται στο συναισθηματικό τομέα και στηρίζονται κυρίως στην ταξινόμια των Krathwohl, Bloom και άλλων, η δε κατηγορία 7 αναφέρεται στον ψυχοκινητικό τομέα.

Όπως στην ταξινόμια του Bloom, έτσι και στην ταξινόμια του Klopper, τα βασικά επίπεδα συμπεριφορών του μαθητή αναλύονται σε υποκατηγορίες. Ενδεικτικά σημειώνουμε ότι η κατηγορία γνώση - κατανόηση αναλύεται στις ακόλουθες υποκατηγορίες:

- Γνώση συγκεκριμένων γεγονότων
- Γνώση επιστημονικής ορολογίας
- Γνώση εννοιών ή φυσικών μεγεθών

- Γνώση συμβάσεων και συμβόλων
- Γνώση της συνέχειας και της εξέλιξης ενός φαινομένου
- Γνώση ταξινομήσεων, κατηγοριών και κριτηρίων
- Γνώση τεχνικών και επιστημονικών διαδικασιών
- Γνώση αρχών και νόμων της Επιστήμης
- Γνώση θεωριών και νοητικών λειτουργιών
- Διαπίστωση μιας γνώσης σε νέο κείμενο (κατανόηση)
- Μετάφραση μιας γνώσης από μια συμβολική μορφή σε άλλη

Η κατηγορία εφαρμογή αναλύεται σε:

- Εφαρμογή σε νέα προβλήματα στον ίδιο επιστημονικό χώρο
- Εφαρμογή σε νέα προβλήματα σε διαφορετικό επιστημονικό χώρο
- Εφαρμογή σε προβλήματα έξω από το χώρο της Επιστήμης συμπεριλαμβανομένης και της τεχνολογίας

Κάτι ανάλογο γίνεται και στις υπόλοιπες κατηγορίες.

Ο εκπαιδευτικός οφείλει να εξετάζει σε ποιο βαθμό οι ερωτήσεις που χρησιμοποιεί, τόσο στις προφορικές όσο και στις γραπτές εξετάσεις που πραγματοποιεί, καλύπτουν ολόκληρο το φάσμα των διαφόρων κατηγοριών διδακτικών στόχων. Εξυπακούεται ότι πρέπει να υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ διδασκαλίας και αξιολόγησης. Αξιολογούμε ό,τι επιδιώξαμε να επιτύχουμε κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Η γνώση, λοιπόν, των ταξινομιών των διδακτικών στόχων όχι μόνο βοηθά τον εκπαιδευτικό να συνειδητοποιήσει το εύρος των διδακτικών επιδιώξεων που οφείλει να εντάξει στο μάθημά του, αλλά, επιπρόσθετα, τον προφυλάσσει από τη μονομέρεια και την εμμονή σε ορισμένα μόνο είδη μάθησης, όπως είναι π.χ. η απλή συγκράτηση πληροφοριών. Τον βοηθά ακόμη στο να προσδιορίζει με σαφήνεια το τι ζητά από τους μαθητές του στις διάφορες εξετάσεις και να ξεκαθαρίσει, με ποιες μορφές συμπεριφορών εκφράζονται οι ποικίλες γνωστικές και άλλες δεξιότητες που επιθυμεί να αξιολογήσει. Η συνειδητοποίηση αυτή είναι βασική προϋπόθεση για τη διατύπωση καλών ερωτήσεων, αφού κάθε προφορική ή γραπτή ερώτηση που απευθύνεται στο μαθητή πρέπει να επιδιώκει να αξιολογήσει συγκεκριμένο στόχο. Ο εκπαιδευτικός που δε γνωρίζει τι θέλει να ελέγξει με τις ερωτήσεις του, δεν

μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά ως αξιολογητής.

Οι ταξινομίες των διδακτικών στόχων βοηθούν προς την κατεύθυνση αυτή. Η γνώση τους όμως δε λύνει πάντα τα προβλήματα. Πολύ συχνά διατυπώνονται κριτικές εναντίον τους, τα κυριότερα σημεία των οποίων είναι τα εξής:

- α. η ιεραρχία των στόχων που προτείνουν είναι σε αρκετές περιπτώσεις αμφισβητήσιμη,
- β. είναι δύσχρηστες ως προς τη κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων και
- γ. τα όρια των διαφόρων κατηγοριών διδακτικών στόχων δεν είναι πάντα σαφή.

Άποψή μας είναι ότι τα διάφορα ταξινομικά συστήματα πρέπει να χρησιμοποιούνται στη διδακτική πράξη και στην αξιολόγηση με ευελιξία. Ο διδάσκων οφείλει να έχει υπόψη του ότι όλα τα αποτελέσματα της μάθησης δεν είναι από την αρχή της διδασκαλίας προβλέψιμα, ούτε και μπορούν να αξιολογηθούν όλα στον ίδιο βαθμό και με τον ίδιο τρόπο. Έτσι αποφεύγεται ο εγκλωβισμός του εκπαιδευτικού σε προκαθορισμένα σχήματα που δημιουργούν μερικές φορές εμπόδια και στη διδασκαλία και στην αξιολόγηση. Εξάλλου, υπάρχει πάντα η δυνατότητα να διαμορφώσει ο εκπαιδευτικός τη δική του ταξινόμηση ως προς τους στόχους της διδασκαλίας του. Αυτή η ευελιξία υιοθετήθηκε στα όσα ακολουθούν. Αξιοποιούνται οι ταξινομίες που προαναφέρθηκαν στην κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων, όπου αυτό κρίθηκε χρήσιμο, χωρίς όμως να ακολουθούνται αυστηρά ή να υπάρχει απόλυτη προσκόλληση σ' αυτές.

### 3. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι ακόλουθες τρεις κατηγορίες ερωτήσεων: α) ερωτήσεις που αναφέρονται στην αξιολόγηση γνωστικών στόχων, β) ερωτήσεις που ανιχνεύουν τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα<sup>1</sup>, και γ) ερωτήσεις που αξιολογούν τις «μεταγνωστικές» ικανότητές τους. Η παραπάνω κατηγοριοποίηση, η οποία στηρίζεται στα δεδομένα της σύγχρονης διδακτικής μεθοδολογίας και της αξιολόγησης των μαθητών, έχει ως στόχο να διευκολύνει τον εκπαιδευτικό στην ταξινόμηση των ερωτήσεων που χρησιμοποιεί στα μαθήματα αυτά και να το βοηθήσει να διευρύνει τη θεματική τους. Ορισμένες από τις απόψεις που παρουσιάζονται στη συνέχεια για τα παραπάνω θέματα δεν έχουν ακόμη παγιωθεί στην ελληνική πραγματικότητα. Φιλοδοξία μας είναι να αποτελέσουν αυτές αφετηρία της δημιουργίας ενός γόνιμου διαλόγου γύρω από το τι αξιολογούμε στο μάθημα της Φυσικής και πώς το αξιολογούμε. Ο διάλογος αυτός θα οδηγήσει τελικά στην ποθητή ποιοτική αναβάθμιση και στον εκσυγχρονισμό αυτής της σημαντικής παιδαγωγικής διαδικασίας.

---

<sup>1</sup> Στη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιούνται ποικίλοι όροι για να δηλωθούν προϋπάρχουσες αντιλήψεις για τα φυσικά φαινόμενα που δεν στοιχούν προς την επιστημονική άποψη. Ενδεικτικά αναφέρουμε τους όρους: misconceptions (λανθασμένες αντιλήψεις), naïve conceptions (αφελείς απόψεις), alternative conceptions (εναλλακτικές ιδέες), preconceptions (προϋπάρχουσες ιδέες) και τέλος, απλά, conceptions, για να αποφεύγονται χαρακτηρισμοί που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη διδακτική πράξη. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται στο παρόν τεύχος ο όρος «εναλλακτικές ιδέες» των μαθητών, που είναι περισσότερο ουδέτερος από τους άλλους.

### **3.1 Ερωτήσεις που αξιολογούν τις γνώσεις και τις γνωστικές δεξιότητες των μαθητών.**

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ερωτήσεις που ελέγχουν σε ποιο βαθμό έχουν επιτευχθεί οι διδακτικοί στόχοι που εντάσσονται στο γνωστικό τομέα. Οι περισσότερες παραδοσιακές ερωτήσεις του τύπου «ποιος είναι ο ορισμός του ...», «πώς εξηγείται το φαινόμενο...», «να λυθεί το πρόβλημα ...» κ.τ.λ., οι οποίες αποτελούν συνηθισμένη πρακτική στην αξιολόγηση των μαθητών, κατατάσσονται σ' αυτή την περίπτωση.

Οι παραπάνω ερωτήσεις υποδιαιρούνται στις ακόλουθες κατηγορίες.

#### **3.1.1 Ερωτήσεις ανάκλησης γνώσεων**

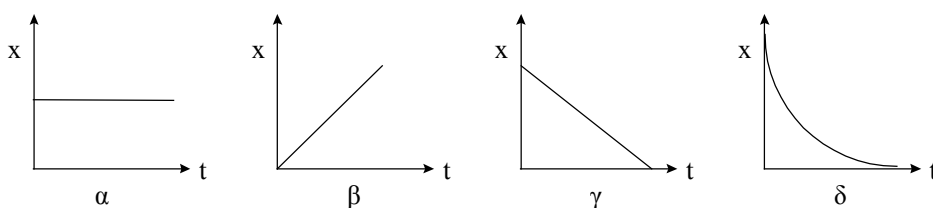
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν ερωτήσεις, στις οποίες η απάντηση απαιτεί την ανάκληση από τη μνήμη κάποιας πληροφορίας, η οποία έχει ήδη αποκτηθεί. Αξιολογούν στόχους που εντάσσονται, κυρίως, στην κατηγορία της απομνημόνευσης και αντιπροσωπεύουν την πλειονότητα των ερωτήσεων που χρησιμοποιούνται στο ελληνικό σχολείο σήμερα. Παρά την κριτική που δέχονται, λόγω της εμμονής των εκπαιδευτικών σ' αυτές, η χρησιμότητά τους στην όλη λειτουργία της αξιολόγησης είναι σημαντική. Η εφαρμογή των γνώσεων, η ανάπτυξη της αναλυτικοσυνθετικής ικανότητας σε συγκεκριμένο επιστημονικό χώρο και η κριτική αντιμετώπιση της γνώσης προϋποθέτουν, πρώτα απ' όλα, την κατοχή αυτής της γνώσης. Με άλλα λόγια, οι ερωτήσεις ανάκλησης είναι αναγκαίες στο σχολείο, πρέπει όμως να χρησιμοποιούνται με φειδώ και σε συνδυασμό με ερωτήσεις που αξιολογούν άλλους στόχους.

#### Παραδείγματα

1. Ποιος είναι ο μαθηματικός τύπος του ορισμού της επιτάχυνσης;
2. Να γραφεί η εξίσωση της κίνησης στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με αρχική ταχύτητα.



3. Χαρακτηρίστε με Σ τις παρακάτω προτάσεις, αν είναι σωστές, και με Λ, αν είναι λανθασμένες.
- Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, η ταχύτητα είναι χρονικά σταθερή.
  - Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάστημα είναι χρονικά σταθερό.
  - Στην ομαλή κυκλική κίνηση η επιτάχυνση δεν είναι μηδέν.
  - Στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση η ταχύτητα είναι χρονικά σταθερή.
4. Ποια από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις εκφράζει τη θέση συναρτήσει του χρόνου στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση; (Βάλτε σε κύκλο το γράμμα το οποίο αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση)



5. Να συνδέσετε με γραμμές τα φυσικά μεγέθη της αριστερής στήλης με τις αντίστοιχες μονάδες της δεξιάς στήλης. Κάποια από τις μονάδες αυτές περισσεύει.

χρόνος	m
μετατόπιση	s
ταχύτητα	m/s <sup>2</sup>
επιτάχυνση	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
	m/s

### 3.1.2 Ερωτήσεις κατανόησης

Αυτή η κατηγορία ερωτήσεων απαιτεί:

- α. Τη μετατροπή ή τη «μετάφραση» μιας μορφής αναπαράστασης (διανύσματα, σχήματα, εξισώσεις, χημικοί τύποι) σε μια άλλη.
  - β. Τον προσδιορισμό των σχέσεων μεταξύ στοιχείων μιας διδακτικής ενότητας (έννοια, νόμος, θεωρία) και στοιχείων που ανήκουν σε άλλη ενότητα.
- Αν ένας μαθητής είναι σε θέση να προβαίνει σε «μετατροπές» αυτών που

ξέρει, να δίνει δηλαδή δικά του παραδείγματα για ό,τι μαθαίνει, να ερμηνεύει τα διάφορα φαινόμενα και να προβλέπει τις συνέπειές τους, τότε έχει κατανοήσει όσα διδάχθηκε. Η κατανόηση των γνώσεων δεν επιτυγχάνεται πάντοτε αυτόματα με την αποστήθισή τους. Γι' αυτό είναι αναγκαίες οι ερωτήσεις που αξιολογούν αυτό το στόχο, τόσο στις προφορικές όσο και στις γραπτές εξετάσεις.

### Παραδείγματα

1. Να αναπαραστήσετε με ένα διάγραμμα την εξίσωση της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση και να εξηγήσετε τα σύμβολα.
2. Ποιές διαφορές υπάρχουν στην ταχύτητα κατά την ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση και κατά την ομαλή κυκλική κίνηση.
3. Χαρακτηρίστε με Σ τις παρακάτω προτάσεις, αν είναι σωστές, και με Λ, αν είναι λανθασμένες, βάζοντας το γράμμα Σ ή Λ μέσα στο αντίστοιχο τετράγωνο.
  - Η ταχύτητα στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση είναι σταθερή, ενώ στην ομαλή κυκλική μεταβάλλεται.
  - Το μέτρο της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση είναι σταθερό, ενώ στην ομαλή κυκλική μεταβάλλεται.
  - Το διάνυσμα της επιτάχυνσης στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση είναι σταθερό, ενώ στην ομαλή κυκλική μεταβάλλεται.
  - Το μέτρο της επιτάχυνσης στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση είναι σταθερό, ενώ στην ομαλή κυκλική μεταβάλλεται.
4. Να αντιστοιχίσετε με γραμμές τα σχεδιαγράμματα της πρώτης στήλης με τις προτάσεις της δεύτερης. Κάποια από τις προτάσεις αυτές περισεύει.

$\overleftarrow{\quad v \quad} \overrightarrow{\quad \quad \quad} \alpha$	το μέτρο της ταχύτητας μειώνεται
$\overrightarrow{\quad \quad \quad} \alpha \quad \overrightarrow{\quad \quad \quad} v$	ευθύγραμμη ομαλή κίνηση
$\overrightarrow{\quad v = 0 \quad} \alpha$	το κινητό ξεκινά
$\overrightarrow{\quad \quad \quad} \alpha = 0 \quad \overrightarrow{\quad \quad \quad} v$	το μέτρο της ταχύτητας αυξάνεται
	η ταχύτητα είναι συνεχώς μηδέν

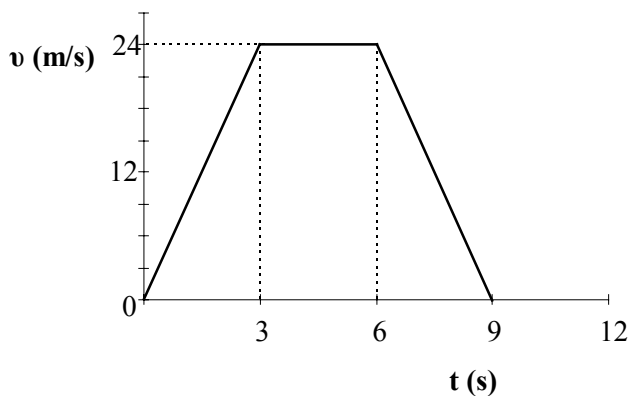
### 3.1.3 Ερωτήσεις επεξεργασίας και ερμηνείας δεδομένων

Αυτή η κατηγορία ερωτήσεων σχετίζεται κυρίως με τις γραφικές παραστάσεις, τα διαγράμματα και τους πίνακες δεδομένων. Η θέση τους στις Φυσικές Επιστήμες είναι σημαντική, εξαιτίας του γεγονότος ότι στηρίζονται στη συγκέντρωση, επεξεργασία και ερμηνεία αριθμητικών συνήθως δεδομένων. Οι απαντήσεις σ' αυτές συνίστανται:

- α. στην αναγνώριση χαρακτηριστικών στοιχείων, γραφικών παραστάσεων, διαγραμμάτων ή πινάκων.
- β. στη σχεδίαση γραφικών παραστάσεων.
- γ. στην εκτέλεση υπολογισμών με βάση γραφικές παραστάσεις και πίνακες.
- δ. στην ικανότητα του μαθητή να καταλήγει σε συμπεράσματα με βάση τα παραπάνω στοιχεία και να τα ερμηνεύει.

#### Παράδειγμα

Η παρακάτω γραφική παράσταση ταχύτητας ( $v$ ) - χρόνου ( $t$ ), σχεδιάστηκε σύμφωνα με τα πειραματικά αποτελέσματα μιας ευθύγραμμης κίνησης.



Με βάση τη γραφική αυτή παράσταση να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

- α) Ποια είναι η τιμή της επιτάχυνσης στο χρονικό διάστημα 3 - 6s; .....

β) Χαρακτηρίστε με Σ τις παρακάτω προτάσεις αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες.

Στο χρονικό διάστημα 3 - 6s,

- η επιτάχυνση είναι μηδέν.
- η ταχύτητα είναι σταθερή.
- η επιτάχυνση είναι  $8\text{m/s}^2$ .

γ) Κατά τη χρονική στιγμή 1,5s, η ταχύτητα είναι

- α.  $12\text{m/s}^2$       β.  $8\text{m/s}$       γ.  $10\text{m/s}$       δ.  $12\text{m/s}$

δ) Συσχετίστε τα στοιχεία της αριστερής στήλης με αυτά της δεξιάς στήλης, γράφοντας στα διάστικτα κενά της πρώτης το αντίστοιχο γράμμα της δεύτερης.

- |              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| 0 - 3s ..... | α) αύξηση του μέτρου της ταχύτητας  |
| 3 - 6s ..... | β) το μέτρο της ταχύτητας μειώνεται |
| 6 - 9s ..... | γ) επιτάχυνση μηδέν                 |
|              | δ) ταχύτητα μηδέν                   |

### 3.1.4 Ερωτήσεις σχετικές με θεωρητικά μοντέλα

Με τον όρο θεωρητικό μοντέλο νοείται στη Φυσική ένα σύνολο από αρχές, νόμους, φαινόμενα και αναπαραστάσεις που συνδέονται μεταξύ τους π.χ. η θεωρία του Αριστοτέλη, η θεωρία του Bohr ή η θεωρία των ιδανικών αερίων.

Η απάντηση σε τέτοιου είδους ερωτήσεις απαιτεί από το μαθητή:

- α. Να χρησιμοποιήσει τη θεωρία ή ένα τμήμα της, για να εξηγήσει ή να προβλέψει φυσικά φαινόμενα.
- β. Να επιλέγει νόμους και παρατηρήσεις, που είναι ή δεν είναι σύμφωνες με ένα δεδομένο θεωρητικό μοντέλο.
- γ. Να είναι σε θέση να αξιολογεί και να αναθεωρεί τα στοιχεία ενός θεωρητικού μοντέλου, με βάση νέες πειραματικές ή θεωρητικές παρατηρήσεις.

## Παραδείγματα

1. Χαρακτηρίστε με Σ τις παρακάτω προτάσεις, αν είναι σωστές, και με Λ, αν είναι λανθασμένες.

Με βάση την Αριστοτελική θεωρία:

- Τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα.
- Αν ένα ζάρι και ένα κομμάτι χαρτί αφεθούν ελεύθερα από το ίδιο ύψος στη Σελήνη, θα φθάσουν στην επιφάνειά της ταυτόχρονα.

2. Η Αριστοτελική Φυσική περιλαμβάνει τις παρακάτω προτάσεις:

- I. Το υλικό των επίγειων σωμάτων προέρχεται από την ανάμειξη τεσσάρων στοιχείων: γης, ύδατος, αέρος και πυρός.
- II. Κάθε υλικό αποτελείται από ένα κυρίαρχο στοιχείο.
- III. Κάθε σώμα έχει την τάση να κινηθεί προς τη φυσική του θέση.
- IV. Η φυσική θέση των τεσσάρων στοιχείων σε μια σειρά που πηγαίνει από ψηλά προς χαμηλά σε σχέση με τη Γη είναι αυτή που αναγράφεται παραπάνω (πρόταση I).

Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στο σύνολο των προτάσεων που είναι αναγκαίες για να εξηγηθεί το φαινόμενο:

**Ο καπνός ενός τσιγάρου ανεβαίνει προς τα πάνω**

- α. I, II
- β. III, IV
- γ. I, II, III
- δ. I, II, III, IV

### 3.1.5 Ερωτήσεις εφαρμογής

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν ερωτήσεις, η απάντηση των οποίων απαιτεί να χρησιμοποιηθεί η αποκτηθείσα γνώση (έννοιες, νόμοι, εξισώσεις) σε νέες, κυρίως, καταστάσεις, στις οποίες οι μαθητές καλούνται:

- α. να αναγνωρίζουν ή να αναφέρουν νέα παραδείγματα εννοιών.
- β. να εξηγούν ή να προβλέπουν φαινόμενα.
- γ. να κάνουν συλλογισμούς με βάση εξισώσεις.
- δ. να λύνουν προβλήματα διαφορετικής συνθετότητας.

#### Παραδείγματα

1. Δύο κινητά Α και Β διέρχονται από το ίδιο σημείο μιας κυκλικής τροχιάς την ίδια χρονική στιγμή, με αντίρροπες ταχύτητες μέτρου  $v_A = 10\text{m/s}$  και  $v_B = 30\text{m/s}$ , αντιστοίχως. Αν η περιφέρεια του κύκλου είναι  $100\text{m}$  να υπολογίσετε:

- α) το χρόνο της πρώτης συνάντησης και
- β) το μήκος του τόξου που διέγραψε το καθένα.

2. Ένα κινητό εκτελεί τρεις πλήρεις παλινδρομικές κινήσεις ανάμεσα στα σημεία Α και Β, τα οποία απέχουν μεταξύ τους  $5\text{m}$ . Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές, και με Λ, αν είναι λανθασμένες, βάζοντας το γράμμα Σ ή Λ μέσα σε κύκλο, αντίστοιχα.

- |   |   |   |
|---|---|---|
| α. Η μετατόπιση είναι ίση με μηδέν.         | Σ | Λ |
| β. Το διάστημα είναι ίσο με μηδέν.          | Σ | Λ |
| γ. Η μετατόπιση είναι ίση με $30\text{m}$ . | Σ | Λ |
| δ. Το διάστημα είναι ίσο με $30\text{m}$ .  | Σ | Λ |

### 3.1.6 Ερωτήσεις ερμηνευτικού τύπου

Είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο να αναφερθούμε στις ερωτήσεις αυτού του τύπου και στη χρησιμότητά τους για την αξιολόγηση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. Όπως σημειώνεται στο τεύχος των γενικών οδηγιών αξιολόγησης του μαθητή, οι ερωτήσεις αυτού του τύπου αποτελούνται: α) από κάποιο κείμενο, πρόβλημα (ερμηνευτικού τύπου) ή κάποια μορφή αναπαράστασης (φωτογραφία, γραφική παράσταση, διάγραμμα κ.α.) και β) από ένα σύνολο απαντήσεων στις αντίστοιχες ερωτήσεις.

Στις ερωτήσεις αυτές, οι οποίες μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου (ανοικτές, συμπλήρωσης, πολλαπλής επιλογής, κτλ.), εντάσσονται τα περισσότερα προβλήματα που συνήθως υπάρχουν στα σχολικά βιβλία. Μια τέτοια ερώτηση μπορεί να αποτελέσει το περιεχόμενο ενός ολιγόλεπτου ή και ωριαίου ακόμη κριτηρίου αξιολόγησης. Ως παράδειγμα παραθέτουμε τις ακόλουθες ερωτήσεις που βασίζονται σε κάποιο πρόβλημα του σχολικού βιβλίου:

*Ο χρόνος αντίδρασης ενός οδηγού είναι 0.4s και η ταχύτητα του αυτοκινήτου του είναι 20m/s. Ένα εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση 50m τη στιγμή που ο οδηγός το αντιλαμβάνεται και επιβραδύνει το αυτοκίνητο με επιβράδυνση 5m/s<sup>2</sup>.*

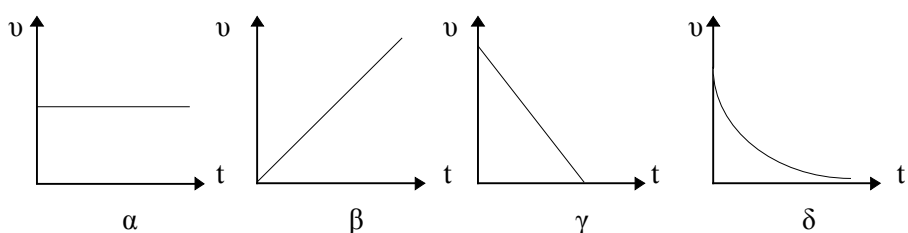
Να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

*(Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση)*

- (1) Από τη χρονική στιγμή που ο οδηγός είδε το εμπόδιο μέχρι να σταματήσει, το αυτοκίνητο πραγματοποίησε:
- α. μία ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
  - β. μία ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.
  - γ. δύο κινήσεις, μία ομαλή και μία ομαλά επιβραδυνόμενη.
  - δ. δύο επιβραδυνόμενες κινήσεις.
- (2) Ο χρόνος, από τη στιγμή που ο οδηγός είδε το εμπόδιο μέχρι να πατήσει το φρένο είναι .....

(3) Ο οδηγός θα αποφύγει τη σύγκρουση αν το διάστημα που θα διανύσει από τη στιγμή που είδε το εμπόδιο μέχρι να σταματήσει είναι ..... από 50m.

(4) Ποια από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις ταχύτητας (v) - χρόνου (t) εκφράζει την κίνηση του οδηγού, από τη στιγμή που άρχισε να φρενάρει μέχρι να σταματήσει: (Βάλτε σε κύκλο το γράμμα της σωστής απάντησης)



(5) Για την κίνηση του αυτοκινήτου, αφού ο οδηγός άρχισε να φρενάρει, ισχύει ο μαθηματικός τύπος: (Βάλτε για κάθε τύπο ένα X στο αντίστοιχο τετράγωνο)

	Σωστό	Λάθος
• $v = at$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• $s = \frac{1}{2}at^2$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• $s = v_0^2/2a$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• $t = v_0/a$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• $v = v_0 -  a t$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• $s = vt$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(6) Να υπολογισθεί το διάστημα, που θα διανύσει το κινητό, από τη στιγμή που ο οδηγός είδε το εμπόδιο μέχρι να σταματήσει.

(7) Να υπολογισθεί ο συνολικός χρόνος κίνησης, από τη στιγμή που ο οδηγός είδε το εμπόδιο μέχρι να σταματήσει.



### 3.2 Ερωτήσεις που ανιχνεύουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών

Την τελευταία δεκαετία, σημαντικός αριθμός θεωρητικών και εμπειρικών ερευνών στη διδακτική των Φ.Ε., υποστηρίζει ότι οι μαθητές έχουν δικές τους αντιλήψεις ως προς τα φυσικά φαινόμενα. Μια τέτοια περίπτωση είναι η ευρέως διαδεδομένη αντίληψη ότι «τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα». Οι αντιλήψεις αυτές αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως εναλλακτικές ιδέες ή προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών. Οι ιδέες αυτές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στη διδασκαλία των Φ.Ε., όσο και στην αξιολόγηση των μαθητών σ' αυτές.

Έχει μάλιστα τεκμηριωθεί από τις σχετικές έρευνες ότι ο διδάσκων, προκειμένου να πετύχει την αφομοίωση της νέας γνώσης, οφείλει να ανιχνεύει και να αξιοποιεί τις αντιλήψεις αυτές των μαθητών και να επιδιώκει με την κατάλληλη διδασκαλία την αλλαγή τους. Η ανάλυση μιας τέτοιας διδασκαλίας είναι πέρα από του σκοπούς του παρόντος φυλλαδίου. Εκείνο που μας ενδιαφέρει εδώ, είναι να προσδιοριστεί με ποιες ερωτήσεις θα μπορούσαν να αναδειχθούν οι αντιλήψεις αυτές των μαθητών. Πληροφορικά μόνο αναφέρεται ότι, σύμφωνα με τις διαπιστώσεις ερευνών που αφορούν στην κίνηση και στη δύναμη, οι συχνότερα εμφανιζόμενες εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών είναι οι εξής:

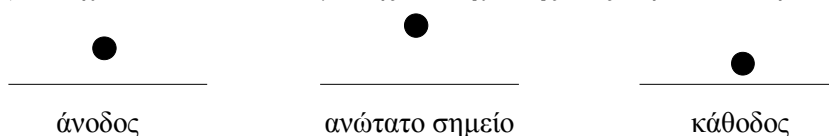
1. *Η επιτάχυνση και η ταχύτητα έχουν πάντοτε την ίδια διεύθυνση και φορά.*
2. *Αν η ταχύτητα είναι μηδέν τότε και η επιτάχυνση είναι μηδέν.*
3. *Η ταχύτητα είναι απόλυτη και δεν εξαρτάται από το σύστημα αναφοράς.*
5. *Τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα.*
6. *Η επιτάχυνση κατά την ελεύθερη πτώση εξαρτάται από τη μάζα του σώματος.*
7. *Δεν υπάρχει βαρύτητα στο κενό.*
8. *Στην ομαλή κυκλική κίνηση δεν υπάρχει επιτάχυνση.*
9. *Σώμα κινούμενο κυκλικά, αν αφαιρεθεί ελεύθερο, θα κινηθεί ακτινικά ή θα συνεχίσει κυκλικά.*
10. *Η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση προϋποθέτει την άσκηση δύναμης.*
11. *Η δράση και η αντίδραση ασκούνται στο ίδιο σώμα.*

Για την ανίχνευση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών χρησιμοποιούνται ποικίλες μορφές ερωτήσεων. Όταν οι ιδέες των μαθητών, σχετικά με κάποιο μάθημα, είναι άγνωστες, τότε πρέπει να ζητηθεί επιπλέον και η αιτιολόγηση της απάντησής τους, με στόχο να ανιχνευθούν, αν είναι δυνατόν, όλες οι υπάρχουσες απόψεις τους.

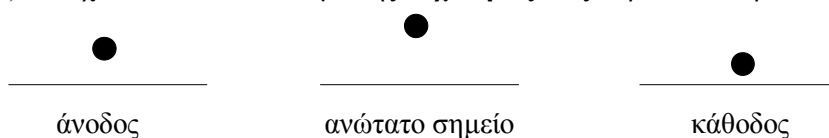
Ενδεικτικά παραδείγματα ερωτήσεων, οι οποίες μπορούν να ενταχθούν στην κατηγορία αυτή είναι τα παρακάτω:

1. Δύο κύβοι ίσου όγκου, ο ένας από σίδηρο κι ο άλλος από ξύλο, πέφτουν από το ίδιο ύψος στο κενό. Να προβλέψετε ποιος από τους δύο θα πέσει γρηγορότερα. Να δικαιολογηθεί η απάντησή σας.
2. Πετάμε ένα σώμα κατακόρυφα προς τα πάνω και θεωρούμε ότι η κίνηση αυτή χωρίζεται σε τρία στάδια: όταν ανεβαίνει, όταν βρίσκεται στο ανώτατο σημείο του και όταν κατέρχεται, όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα. Αγνοώντας την αντίσταση του αέρα:

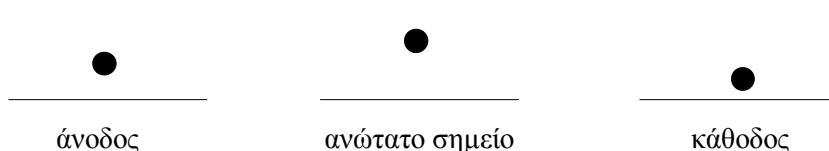
(α) Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της **επιτάχυνσης** στις παρακάτω περιπτώσεις.



(β) Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της **ταχύτητας** στις παρακάτω περιπτώσεις.



(γ) Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της **δύναμης** ή των **δυνάμεων** που ασκούνται στο σώμα στις παρακάτω περιπτώσεις και να γράψετε ποιο σώμα ασκεί τη δύναμη.



3. Αν αφεθούν συγχρόνως σε ελεύθερη πτώση από το ίδιο ύψος, ένα κομμάτι χαρτί κι ένα κομμάτι σίδηρος, τότε: (Βάλτε σε κύκλο την ορθή απάντηση)

α. Θα φτάσει πρώτο το χαρτί.

β. Θα φτάσει πρώτο το σίδηρο.

γ. Θα φτάσουν και τα δύο ταυτόχρονα.

Δικαιολογήστε την επιλογή σας .....

.....

.....

4. Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη μάζα από το σώμα Β. Αν το σώμα Α εκτελεί ελεύθερη πτώση στο Βόρειο Πόλο και το σώμα Β στον Ισημερινό, εκκινώντας την ίδια χρονική στιγμή και από το ίδιο ύψος και τα δύο κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας, τότε: (Διαλέξτε τη σωστή απάντηση)

α. Το Α θα πέσει γρηγορότερα.

β. Το Β θα πέσει γρηγορότερα.

γ. Και τα δύο θα πέσουν ταυτόχρονα.

Αιτιολογήστε την επιλογή σας, διαλέγοντας μια από τις παρακάτω δικαιολογίες:

α. Τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα.

β. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι μεγαλύτερη στους πόλους.

γ. Η επιτάχυνση της βαρύτητας εξαρτάται από τη μάζα.

δ. Η δύναμη της βαρύτητας είναι ίδια για όλα τα σώματα στην ελεύθερη πτώση.

### 3.3 Ερωτήσεις που αναφέρονται σε μεταγνωστικό επίπεδο

Οι ερωτήσεις αυτής της κατηγορίας έχουν ως στόχο να εκτιμήσουν:

α) τις γνωστικές διαδικασίες που χρησιμοποιεί ο μαθητής, για να μάθει ένα αντικείμενο και

β) την ικανότητά του να αξιολογεί σωστά τον εαυτό του.

Ένας ενδεικτικός τρόπος για να εκτιμηθούν τα παραπάνω είναι να ζητείται από τους μαθητές να δημιουργούν δικές τους ερωτήσεις με βάση το μάθημα που διδάσκονται. Η ποιότητα, ποσότητα, ακρίβεια και σαφήνεια των ερωτήσεων

αποτελούν κριτήρια για την αξιολόγηση των παραπάνω ικανοτήτων του μαθητή. Η ποιότητα των ερωτήσεων μπορεί να χαρακτηριστεί χαμηλού ή υψηλού επιπέδου, ανάλογα με το αν διατυπώνονται απλές ή σύνθετες ερωτήσεις. Ερωτήσεις όπως: «ποιος είναι ο ορισμός του νόμου της μηχανικής», «να γράψετε ένα παράδειγμα της αρχής της διατήρησης της ορμής», «τι είναι η ταχύτητα», κλπ. θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως ασαφείς ερωτήσεις. Η παραγωγή ερωτήσεων και προβλημάτων από το μαθητή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση της επίδοσης του, ιδιαίτερα δε για το έλεγχο των διδακτικών στόχων που αναφέρονται στην κατανόηση και τη σύνθεση.

Σ' αυτή την κατηγορία εντάσσονται και οι ερωτήσεις που στοχεύουν στην αυτοαξιολόγηση των μαθητών. Οι ερωτήσεις αυτές δε χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της επίδοσης, είναι όμως πολύ χρήσιμες στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική. Μ' αυτές ζητείται από τους μαθητές να αξιολογήσουν, με βάση μια δεδομένη κλίμακα, διάφορες δεξιότητές τους ή το βαθμό ανταπόκρισής τους σε ορισμένες καταστάσεις. Π.χ.

1. Έχω κατανοήσει το φυσικό μέγεθος της επιτάχυνσης.  
Καθόλου ... Μέτρια ... Καλά ... Πολύ καλά ...
2. Μπορώ να λύνω προβλήματα με βάση το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής.  
Πολύ δύσκολα ... Με κάποια δυσκολία ...  
Με κάποια ευκολία ... Πολύ εύκολα...
3. Μπορώ να απαντώ σε ερωτήσεις που αναφέρονται σε γραφικές παραστάσεις.  
Σχεδόν ποτέ ... Μερικές φορές... Συχνά ... Πάντοτε ...
4. Στο σημερινό τεστ έγραψα:  
Άσχημα ...Μέτρια ... Καλά ... Πολύ καλά ...

Οι απαντήσεις σε τέτοιου είδους ερωτήσεις μπορούν να αποτελέσουν υλικό για το φάκελο αξιολόγησης των μαθητών και να συσχετισθούν με τα φύλλα αυτοαξιολόγησης που αναφέρονται στο τεύχος με τις γενικές οδηγίες για την αξιολόγηση των μαθητών.