



ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

19 Νοεμβρίου 2021

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 5381

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. 144672/Δ2

Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Φυσικής των Α', Β' και Γ' τάξεων Γενικού Λυκείου.

**Η ΥΦΥΠΟΥΡΓΟΣ
ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ**

Έχοντας υπόψη:

1. Την περ. α της παρ. 2 του άρθρου 42 του ν. 4186/2013 «Αναδιάρθρωση της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και λοιπές διατάξεις» (Α' 193).

2. Την υποπερ. ββ της περ. α της παρ. 3 του άρθρου 2 του ν. 3966/2011 «Θεσμικό πλαίσιο των Πρότυπων Πειραματικών Σχολείων, Ίδρυση Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Οργάνωση του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων "ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ" και λοιπές διατάξεις» (Α' 118).

3. Του άρθρου 175 του ν. 4823/2021 «Αναβάθμιση του Σχολείου, ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών και άλλες διατάξεις» (Α' 136).

4. Το άρθρο 90 του Κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα κυβερνητικά όργανα (π.δ. 63/2005, Α' 98), το οποίο διατηρήθηκε σε ισχύ με την παρ. 22 του άρθρου 119 του ν. 4622/2019 (Α' 133).

5. Το π.δ. 81/2019 «Σύσταση, συγχώνευση, μετονομασία και κατάργηση Υπουργείων και καθορισμός των αρμοδιοτήτων τους - Μεταφορά υπηρεσιών και αρμοδιοτήτων μεταξύ Υπουργείων» (Α' 119).

6. Το π.δ. 84/2019 «Σύσταση και κατάργηση Γενικών Γραμματειών και Ειδικών Γραμματειών/Ενιαίων Διοικητικών Τομέων Υπουργείων» (Α' 123).

7. Το π.δ. 2/2021 «Διορισμός Υπουργών, Αναπληρωτών Υπουργών και Υφυπουργών» (Α' 2).

8. Την υπό στοιχεία 168/Υ1/08-01-2021 απόφαση του Πρωθυπουργού και της Υπουργού Παιδείας και Θρησκευμάτων «Ανάθεση αρμοδιοτήτων στην Υφυπουργό Παιδείας και Θρησκευμάτων, Ζωή Μακρή» (Β' 33).

9. Την υπό στοιχεία 104671/ΓΔ4/27-09-2021 υπουργική απόφαση «Πilotική Εφαρμογή Προγραμμάτων Σπουδών στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση» (Β' 4003).

10. Τις υπ' αρ. 55/14-10-2021 και 56/21-10-2021 πράξεις του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

11. Το γεγονός ότι από την παρούσα απόφαση δεν προκαλείται δαπάνη, σύμφωνα με την υπό στοιχεία Φ.1/Γ/738/139863/Β1/02-11-2021 εισήγηση του άρθρου 24 του ν. 4270/2014 (Α' 143) της Γενικής Διεύθυνσης Οικονομικών Υπηρεσιών του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων, αποφασίζουμε:

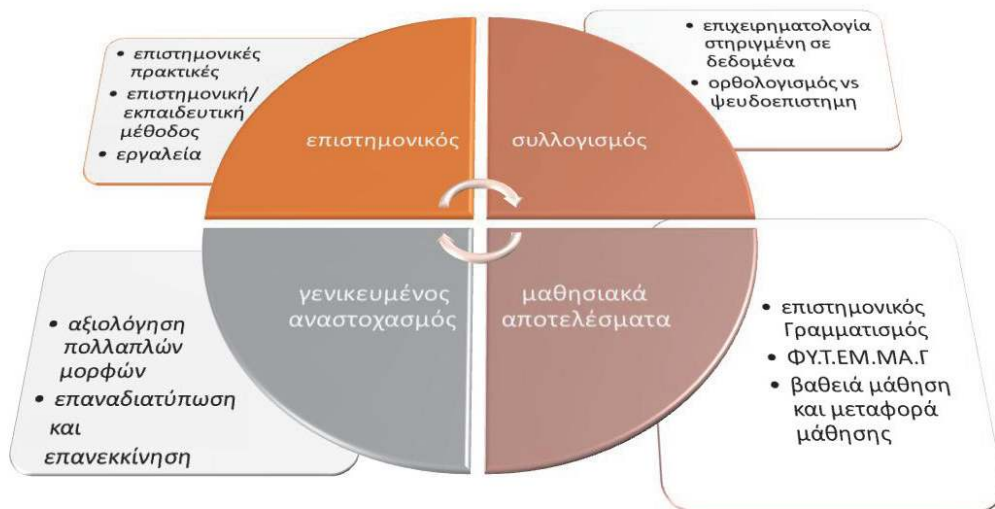
Άρθρο μόνον

Το Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Φυσικής των Α', Β' και Γ' τάξεων Γενικού Λυκείου ορίζεται ως εξής:

Α. ΦΥΣΙΟΓΝΩΜΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Το γνωστικό αντικείμενο Φυσική Λυκείου αφορά την εκπαιδευτική διάσταση της επιστήμης της Φυσικής, όπως αυτή πρέπει να μετασχηματιστεί στα μαθήματα Φυσικής στις τάξεις Α', Β' και Γ' του Λυκείου. Οι μετασχηματισμοί αυτοί για κάθε τάξη λαμβάνουν υπόψη τις γνωστικές και γνωσιακές (ή ηλικιακές) δυνατότητες των μαθητών/-τριών, τις πολιτισμικές τους καταβολές ή/και την υλικοτεχνική υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας και εκλαμβάνονται ως τελικό μορφωτικό αγαθό των μαθητών/-τριών/μελλοντικών πολιτών.

Το ΠΣ της Φυσικής Λυκείου παρουσιάζεται συνοπτικά στο παρακάτω γράφημα.



Β. ΣΚΟΠΟΘΕΣΙΑ

Σκοπός του ΠΣ είναι η αποτελεσματική μάθηση του περιεχομένου, των διαδικασιών και των εφαρμογών της Φυσικής, με στόχο τη καλλιέργεια ικανοτήτων (γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων) για την εισαγωγή στο πανεπιστήμιο, την είσοδο στον εργασιακό στίβο και τη διαρκή επαγγελματική ανέλιξη, και κυρίως με στόχο την καλλιέργεια ικανοτήτων για την ενεργό πολιτεϊότητα.

Κύριος στόχος του Προγράμματος Σπουδών της Φυσικής Γενικής Παιδείας στη Δευτεροβάθμια Λυκειακή Εκπαίδευση είναι η διαμόρφωση μαθητών/-τριών/μελλοντικών πολιτών (επιδιωκόμενες στάσεις), με γνώση των αρχών και των νόμων που διέπουν τον φυσικό κόσμο, κατανόηση των φυσικών φαινομένων και των τεχνολογικών εφαρμογών αυτών των αρχών και των νόμων, αλλά και με δεξιότητες βέλτιστης αξιοποίησης και εκμετάλλευσής τους στον κοινωνικό χώρο και την επικοινωνία. Αυτός ο στόχος αφορά όλους/-ες τους/τις μαθητές/-τριες/μελλοντικούς πολίτες.

Κύριος στόχος του Προγράμματος Σπουδών της Φυσικής Προσανατολισμού στη Δευτεροβάθμια Λυκειακή Εκπαίδευση είναι η προετοιμασία μερικών μαθητών/-τριών για την επιτυχή διεκδίκηση της συνέχισης των σπουδών τους σε εξειδικευμένα επιστημονικά/τεχνικά/εκπαιδευτικά/επαγγελματικά πεδία, όπου απαιτείται εμβάθυνση των υπάρχουσών γνώσεων αλλά και επιπλέον γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις σχετικές με τα αντίστοιχα πεδία, για την επιτυχή είσοδό τους στον εργασιακό χώρο, τη συνεχή επαγγελματική ανέλιξη τους και την υποστήριξη του κοινωνικού και ανθρωπιστικού ρόλου του τομέα τους.

Επιμέρους Στόχοι του ΠΣ Φυσικής Γενικής Παιδείας

Στόχος 1ος: Τα Προγράμματα Σπουδών επιδιώκουν τον εγγραμματισμό στη Φυσική.

Τα περιεχόμενα των Προγραμμάτων Σπουδών (ΠΣ) αναμένεται να υποστηρίξουν τη μετάβαση από τη Φυ-

σική Επιστήμη στη Σχολική Εκδοχή της για όλους/-ες τους/τις μαθητές/-τριες.

Στόχος 2ος: Η αξιοποίηση των ιδεών και των διασυνδέσεων που σχηματικά αναφέρονται ως ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ.

Τα αρχικά ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. αποτελούν: α) μια παραλλαγή του sTEM, όπου το γράμμα s (Επιστήμη) έχει αντικατασταθεί από τα γράμματα ΦΥ (Φυσική), μιας και το ΠΣ αφορά τη μελέτη της Φυσικής Επιστήμης, (β) μια επέκταση του sTEM σε sTEMΓ, όπου (Γ): ΓΛΩΣΣΑ. Οι μαθητές/-τριες πρέπει να αξιοποιήσουν τη νεοελληνική στο επιστημονικό λεξιλόγιο, την επιστημονική «ρητορική», γραφή και επικοινωνία.

Επιμέρους Στόχοι του ΠΣ Φυσικής Προσανατολισμού

Στόχος 1ος: Τα περιεχόμενα του ΠΣ επιδιώκουν την εμβάθυνση για την ανάπτυξη των ικανοτήτων του 21ου αιώνα.

Η εμβάθυνση αυτή σχετίζεται με την πραγμάτευση της βαθύτερης γνώσης, η οποία είναι απαιτούμενη ώστε οι μαθητές/-τριες να καταστούν ικανοί/-ές να λύνουν νέα προβλήματα και να προσαρμόζονται σε νέες καταστάσεις. Αυτή η μεταφερόμενη γνώση είναι παράλληλα και απαίτηση για την ανάπτυξη ικανοτήτων για τον 21ο αιώνα, όπως η καινοτομία, η δημιουργικότητα, η δημιουργική επίλυση προβλημάτων κ.ά.

Οι ικανότητες αυτές δεν εστιάζουν μόνο στη γνωστική συνιστώσα του περιεχομένου και των διαδικασιών της Φυσικής, απαιτούν την ανάπτυξη υποκειμενικών (ενδοπροσωπικών) και διαπροσωπικών (επικοινωνιακών) ικανοτήτων.

Στόχος 2ος: Η σε βάθος και πλάτος αξιοποίηση των ιδεών και των διασυνδέσεων που σχηματικά αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως sTEMΓ (ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ). Η διασύνδεση αυτή περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των συνιστωσών του ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ με ποικίλους τρόπους.

Γ. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ - ΘΕΜΑΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

Ο κύριος στόχος της Φυσικής Επιστήμης, ο οποίος εξυ-

πηρετείται με πολύ μεγάλη επιτυχία παρατηρώντας τα φαινόμενα της φύσης, όπως το μπλε του ουρανού, και αναζητώντας μοτίβα και αρχές για να εξηγήσει αυτά τα φαινόμενα, είναι η ενοποίηση του σύμπαντος.

Η συστημική αυτή προσέγγιση της Φυσικής Επιστήμης θεωρεί πολλαπλά δομικά μέρη (υποσυστήματα), τα οποία, αν και είναι δυνατόν να μελετηθούν αυτόνομα, δεν αγνοείται ότι αλληλοεπιδρούν και μεταξύ τους. Το δίκτυο αυτό των υποσυστημάτων/δομικών μερών αλληλοεπιδρά με το εκάστοτε οριζόμενο «περιβάλλον» του, παράγοντας υψηλότερης περιεκτικότητας υποσυστήματα.

Παρόλη την πολυπλοκότητα των περιγραφών, των ιδεών και των θεωριών οι μέθοδοι που προτείνει η Φυσική Επιστήμη για να οικειοποιηθούμε τους νόμους της φύσης και τη «λειτουργία» τους δεν είναι αυθαίρετες, αλλά στηρίζονται σταθερά σε πειράματα και μετρήσεις.

Στον αντίποδα της μεγάλης συστημικής εικόνας πρέπει να τονιστεί ότι η Φυσική Επιστήμη είναι μια ανθρώπινη προσπάθεια. Τα περιεχόμενά της δε βρέθηκαν κάπου στο σύμπαν ούτε μας μεταφέρθηκαν από εξωγήινους, ανακαλύφθηκαν και ερευνήθηκαν από πραγματικούς ανθρώπους, τους επιστήμονες, που ασχολούνται με έναν εργώδη τρόπο με τα συμβαίνοντα στη φύση.

Η επιλογή που προτείνει το συγκεκριμένο ΠΣ αναπτύσσεται σε έξι Θεματικά Πεδία της Φυσικής Επιστήμης και ένα Θεματικό Πεδίο μηδέν (0) με τίτλο: Επιστήμη και Εκπαίδευση - Μεθοδολογία.

Θεματικά Πεδία
• ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ
• ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ
• ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΛΗ
• ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ
• ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ
• ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ
• ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η διαγώνια διαδικασία οργάνωσης του περιεχομένου Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την ανάπτυξη του περιεχομένου του ΠΣ σύμφωνα με τον κανόνα: «το περιεχόμενο μιας τάξης Λυκείου παρουσιάζεται στην επόμενη τάξη προς εμβάθυνση».

Με τον διαγώνιο βηματισμό έχει αποφευχθεί η επικάλυψη του περιεχομένου. Συγκεκριμένα:

- Σε καμία τάξη οι μαθητές/-τριες δε διδάσκονται το ίδιο περιεχόμενο. Οι θεματικές που διδάσκονται στον Προσανατολισμό έπονται των αντίστοιχων της Γενικής Παιδείας και το σπουδαιότερο, δεν ταυτίζονται με αυτές τόσο στη δομή του περιεχομένου όσο και στο βάθος πραγμάτευσής τους. Τυχόν αναστροφή της σειράς αυτής, π.χ. διδασκαλία ύλης Προσανατολισμού της Β' Λυκείου στην Α' Λυκείου, από μη τυπικούς φορείς της εκπαίδευσης, αποβαίνει άκαρπη, γιατί τα μαθησιακά εργαλεία είναι διαφορετικά.

Τα παραπάνω φαίνονται καθαρά στο ακόλουθο γενικό σχήμα.

Φυσική	Α' Λυκείου (εβδομ. x ώρες)	Β' Λυκείου (εβδομ. x ώρες)	Γ' Λυκείου (εβδομ. x ώρες)
Γενικής Παιδείας	(23-25) x 2	(23-25) x 2	
Προσανατολισμού		(23-25) x 2	(23-25) x 6

Δ. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΛΑΙΣΙΩΣΗ - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Η διδακτική μεθοδολογία (πλαίσιο και σχεδιασμός της μάθησης) θα πρέπει να συμβάλει ουσιαστικά στην επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων που τίθενται από το Πρόγραμμα Σπουδών με μεθόδους, πρακτικές και εργαλεία που να προάγουν ταυτόχρονα και τους γενικότερους σκοπούς της σχολικής εκπαίδευσης.

Η προτεινόμενη διδακτική μεθοδολογία εστιάζει σε τρία σημεία, στις επιστημονικές πρακτικές, στις προτεινόμενες μεθόδους διδασκαλίας και στα εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων. Ακολουθεί η πραγμάτευση των σημείων αυτών στα ΠΣ.

Επιστημονικές πρακτικές

Στο παρόν ΠΣ υιοθετούνται τόσο οι επιστημονικές πρακτικές όσο και οι συναφείς με αυτές δεξιότητες και ταξινομούνται σε ένα τριμερές σχήμα, που παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Στο σχήμα αυτό δίνεται βαρύτητα στην προετοιμασία της πρακτικής, για αυτό χαρακτηρίζεται ως στρατηγική, ακολουθεί η υλοποίησή της στο εργαστήριο ή στην τάξη και ολοκληρώνεται με την παρουσίασή της και τον αναστοχασμό. Κάποιες πρακτικές επαναλαμβάνονται στα στάδια με διαφορετική νοηματοδότηση, αφού πρόκειται για διαφορετική φάση υλοποίησής.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ
1. Στρατηγική προετοιμασίας 1.1 Διατύπωση επιστημονικών ερωτημάτων	• Αναγνώριση σημαντικών αναγκών και προβλημάτων. • Αναγνώριση και αξιολόγηση της προϋπάρχουσας γνώσης σε σχέση με τον μαθησιακό κύκλο, τα ερωτήματα ή τα προβλήματα.
1.2 Σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας ή της έρευνας 1.3 Χρήση μαθηματικών για την επίλυση προβλημάτων 1.4 Δημιουργία προτύπων/μοντέλων	• Αναζήτηση, αξιολόγηση διαφόρων πηγών πληροφόρησης και οργάνωση της πληροφορίας με κριτήρια, όπως η συνάφεια, η αξιοπιστία και το περιεχόμενο. • Επιλογή και δικαιολόγηση του είδους των δεδομένων που χρειάζονται για να απαντηθεί το επιστημονικό ερώτημα ή να επιλυθεί το πρόβλημα. • Επιλογή των κατάλληλων υλικών συσκευών και ψηφιακών εργαλείων που ανταποκρίνονται στον σχεδιασμό. • Αναστοχασμός και διερεύνηση εναλλακτικών προσεγγίσεων.
2. Ερευνητικό στάδιο 2.1 Συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων 2.2 Χρήση μαθηματικών για την επίλυση προβλημάτων	• Καταγραφή παρατηρήσεων. • Αναγνώριση των κανόνων ασφάλειας, συνεργασίας και ηθικής. • Χρήση αναλογικών ή/και ψηφιακών εργαλείων συλλογής δεδομένων. • Λήψη μετρήσεων.
3. Παρουσίαση των αποδεικτικών στοιχείων 3.1 Κριτική αξιολόγηση της πληροφορίας και οργάνωσή της σύμφωνα με κριτήρια, όπως η συνάφεια, η αξιοπιστία και το περιεχόμενο 3.2 Εξηγήσεις και συμπεράσματα βασισμένες στα αποδεικτικά στοιχεία, την ορθή χρήση των μαθηματικών και των νόμων της φυσικής 3.3 Δημιουργία προτύπων/μοντέλων	• Αναγνώριση μοτίβων. • Διασύνδεση εννοιών, γενικεύσεις και εφαρμογές. • Συμπερίληψη των αβεβαιοτήτων. • Εξαγωγή και παρουσίαση πληροφορίας μέσω διαφόρων αναπαραστάσεων. • Αξιολόγηση και επαναδιατύπωση επιστημονικών ερωτημάτων/ερωτημάτων.

Η συμμετοχή των μαθητών/-τριών στις επιστημονικές πρακτικές πραγματοποιείται: α) με την επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, η οποία έχει προτυποποιηθεί για διδακτικούς λόγους σε πέντε βήματα, τα οποία όμως περιέχουν πλήθος δυνατοτήτων, ώστε οι εκπαιδευτικοί να την αξιοποιούν σύμφωνα με τις δυνατότητες και τις προτιμήσεις των μαθητών/-τριών τους,

β) με την επιλογή εργαλείων ικανών να υποστηρίξουν τις επιστημονικές πρακτικές.

Μέθοδοι διδασκαλίας

Η αναζήτηση της λειτουργικότητας μεταξύ μάθησης με διερεύνηση και ευθείας διδασκαλίας.

Η φιλοσοφία και το πλαίσιο του ΠΣ υποστηρίζουν τη μάθηση με διερεύνηση/ανακάλυψη και αυτή αναπτύσσεται λεπτομερειακά στο περιεχόμενό του. Όμως στη βιβλιογραφία υπάρχει και αντίλογος. Υποστηρίζεται ότι η απευθείας διδασκαλία της Φυσικής μπορεί να αποβεί αποτελεσματικότερη. Είναι προφανές ότι στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα μία μεικτή πορεία διδασκαλιών θα ήταν περισσότερο ρεαλιστική. Φαίνεται ότι η υιοθέτηση, αρχικά, ενός φάσματος εναλλαγής των δύο μεθόδων, στο οποίο η απευθείας διδασκαλία θα βαίνει μειούμενη, έχει περισσότερο εργονομικό/λειτουργικό χαρακτήρα, μέχρι, τελικά, την υιοθέτηση της μιας μόνο αποκλειστικής προσέγγισης.

Η «επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση» είναι η εκπαιδευτική εκδοχή της ιστορικά καταξιωμένης επιστημονικής μεθόδου για την έρευνα και προσομοιάζει με την επιστημονική μέθοδο της έρευνας

στην εκπαιδευτική διασκευή, αντικαθιστώντας τον όρο «έρευνα» με τον όρο «διερεύνηση».

Συγκεκριμένα, η μέθοδος αυτή για κάθε Θεματική Ενότητα προβλέπει:

α) παρώθηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/-τριών με εναύσματα (π.χ. ένθετα κείμενα, εικόνες, εικονοσκοπήσεις, βίντεο...) σε θέματα της επικαιρότητας, σε σχετικά φυσικά ή και ανθρωπογενή φαινόμενα, σε επιστημονικές ή τεχνολογικές ανακοινώσεις, ή/και διαθεματικές αναφορές στις τέχνες και τον πολιτισμό (βήμα 1ο: πρόκληση ενδιαφέροντος).

β) υπενθύμιση και συσχέτιση/αξιοποίηση προϋπαρχουσών γνώσεων (που απαιτούνται για τη μελέτη της Θεματικής Ενότητας) και διατύπωση υποθέσεων ή προτάσεων από τους/τις μαθητές/-τριες για τον τρόπο μελέτης της θεματικής, οργανώνοντας συζητήσεις και θέτοντας ερωτήματα για την επίλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν (βήμα 2ο: προβληματισμός και διατύπωση υποθέσεων).

γ) δραστηριότητες (όπως αναζήτηση πρόσθετης πληροφορίας και εφαρμοζόμενων πρακτικών -κυρίως- από το διαδίκτυο) ή/και πραγματικό πειραματισμό από τους/τις μαθητές/-τριες (όπου απαιτείται και είναι εφικτός στο σχολικό εργαστήριο) με τη χρήση παραδοσιακών τεχνικών και -κυρίως- ψηφιακών τεχνολογιών, θεωρίας κ.ά. (βήμα 3ο: δραστηριότητες και πειραματισμός).

δ) διατύπωση συμπερασμάτων/νέων γνώσεων, εφαρμογές τους και ερμηνείες (π.χ. με προσομοιώσεις ή περιγραφές των διαδικασιών του μικρόκοσμου) και σύγκριση με την υπάρχουσα θεωρία (βήμα 4ο: διατύπωση παρατηρήσεων, αποτελεσμάτων, συμπερασμάτων).

ε) γενίκευση με εφαρμογές στην καθημερινή ζωή και στην τεχνολογία, διεπιστημονική συσχέτιση (με αναφορές -όταν είναι δυνατόν- στη χημεία, τη βιολογία) και διαθεματική μελέτη (με αναφορές σε ιστορικές πληροφορίες, σε λογοτεχνικά έργα, σε καλλιτεχνικές αναπαραστάσεις και κινηματογραφικές ή τηλεοπτικές ταινίες ή/και σε οικονομικές παραμέτρους) (βήμα 5ο: εφαρμογές, γενίκευση, μικρο-ερμηνείες).

Παράλληλα είναι δυνατόν να εφαρμοστούν «καλές πρακτικές» οι οποίες θα βελτιστοποιούν την εκπαιδευτική διαδικασία και τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Καλές πρακτικές είναι δυνατόν να συνιστούν:

1. Εναύσματα ενδιαφέροντος με ερωτήματα: Το ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών για τη μελέτη κάποιας θεματικής εξαρτάται ισχυρότατα από τον τρόπο -και την πρωτοτυπία- της πρόκλησης του ενδιαφέροντος, όπως επιδιώκεται συχνά σε θέματα πανελληνίων ή διεθνών διαγωνισμών Φυσικής. Κυρίως όμως το ενδιαφέρον εξαρτάται από το αν το υπό μελέτη θέμα δημιουργεί ερωτήματα στους/στις μαθητές/-τριες προς απάντηση, ιδίως όταν πρόκειται για θέματα σύγχρονης τεχνολογίας.

2. Ιστορικοί Πειραματισμοί - Ερμηνείες Παιχνιδιών/Αγωνισμάτων: Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι θεματικές που απαιτούν πειραματισμούς για την αναπαράσταση και την ερμηνεία παιχνιδιών και αθλητικών αγωνισμάτων που στηρίζονται σε βασικές αρχές και νόμους της Φυσικής, όπως είναι πολλά από τα ολυμπιακά παιχνίδια/αγωνίσματα.

3. Επεξεργασία πραγματικών τιμών μέτρησης: Όπου δεν είναι δυνατή η εκτέλεση πειραμάτων -όπως σε εξετάσεις και διαγωνισμούς-, προτείνεται και έχει δοκιμαστεί συστηματικά και επιτυχώς, ιδίως στους πανελλήνιους και διεθνείς διαγωνισμούς Φυσικής, η χρήση και επεξεργασία πραγματικών τιμών μέτρησης σε πειραματικά θέματα.

4. Τράπεζες Θεμάτων: Οι βάσεις/Τράπεζες Θεμάτων, αν και αντιμετωπίστηκαν επιφυλακτικά κατά την πρώτη τους δοκιμαστική εφαρμογή (το 2014) με την πλατφόρμα «Μελέαγρος», έχουν πλέον γενική αποδοχή (όχι μόνο για την εκπαιδευτική και παιδαγωγική εφικτότητα της εφαρμογής τους, αλλά (και) γιατί συνιστούν ένα αποτελεσματικό -και δημοκρατικό- μέσο εφαρμογής των Προγραμμάτων Σπουδών με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα σχολεία της χώρας.

5. Σενάρια Ψηφιακής Εκπαίδευσης: Δεδομένης της αναγκαιότητας χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών και των εφαρμογών τους για διαφορετικές και συχνά μη

προβλεπτές ανάγκες της εκπαίδευσης, προτείνεται οι μέθοδοι, οι τεχνικές και οι πρακτικές της ψηφιακής τηλεεκπαίδευσης (εξ αποστάσεως, σύγχρονης, ασύγχρονης ...) να αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της γενικότερης τυπικής εκπαίδευσης.

6. Ζητήματα Μετακλασικής Επιστήμης: Η παραπομπή και η απλή αναφορά ή αξιοποίηση φαινομένων και αρχών της μετακλασικής επιστήμης -όπου κι αν είναι εφικτή και χρήσιμη- είναι ευεργετική για τη συνολική αντίληψη των εκπαιδευόμενων ότι δεν υπάρχουν ελλείμματα στην κατανόηση και ερμηνεία του κόσμου.

7. Η Συστημική Συσχέτιση: Η συσχέτιση της οποίας θεματικής που μελετήθηκε κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, με εφαρμογή της μεθόδου, ολοκληρώνεται στο πέμπτο βήμα με την καλή πρακτική της «συστημικής» συσχέτισης της θεματικής με συγγενείς γνώσεις από άλλα -εκτός της Φυσικής- θεματικά αντικείμενα.

Εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων

A. Πολλαπλές Εξωτερικές Αναπαραστάσεις (ΠΕΑ)

Οι Πολλαπλές Εξωτερικές Αναπαραστάσεις των φαινομένων αποτελούν προνομιακό πεδίο μελέτης της εκπαιδευτικής έρευνας στη Φυσική) και του νεοαναδυόμενου πεδίου του οπτικού γραμματισμού.

Η επιλογή της κατάλληλης αναπαράστασης, καθώς και η δυνατότητα μετάφρασης των πληροφοριών από μία αναπαράσταση σε μία άλλη είναι «ζωτικής» σημασίας για την κατανόηση στις φυσικές επιστήμες.

Η οπτικοποίηση, ή γενικότερα ο οπτικός γραμματισμός, συνδέεται ευθέως με εκείνη την πλευρά της μάθησης των φυσικών επιστημών που σχετίζεται με την ανάπτυξη και την εξέλιξη ποιοτικών και ποσοτικών προτύπων/μοντέλων. Η παραγωγή προτύπων/μοντέλων, η διαδικασία δηλαδή της μοντελοποίησης, συνιστά μία από τις κορυφαίες επιστημονικές πρακτικές.

Οι αναπαραστάσεις στις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές/-τριες μπορεί να καταταγούν σε:

1. Φορμαλιστικές, οι οποίες περιγράφονται με μαθηματικούς τύπους.

2. Αναπαραστάσεις μέσω πινάκων με δύο τρόπους εισόδου δεδομένων: α) από τον/τη μαθητή/-τρια, β) από κάποιον αλγόριθμο (ρουτίνα) που τον ενεργοποιεί ο/η μαθητής/-τρια, ο/η οποίος/-α και προσδιορίζει την αριθμητική τιμή και τον βηματισμό.

3. Αναπαραστάσεις που προέρχονται από δράση πάνω σε αναπαραστάσεις, όπως γραφική παράσταση δεδομένων ενός πίνακα, κλίση καμπύλης, εμβαδόν υπό την καμπύλη. Αναπαραστάσεις μεγάλου όγκου δεδομένων μέσα από δράσεις ομαδοποίησης, π.χ. ιστογράμματα, «πίτες», 2Δ, 3Δ κ.ά.

4. Αναπαραστάσεις στιγμιότυπων που δείχνουν την εξέλιξη μιας αρχικής αναπαράστασης (φαινόμενο).

5. Αναπαραστάσεις που προσεγγίζουν τον ρεαλισμό, π.χ. φωτογραφίες ή βιντεοσκόπηση φαινομένων.

6. Αναπαραστάσεις με χρήση συμβόλων και κλίμακας, π.χ. γεωγραφικοί χάρτες, διανύσματα για μεγέθη, όπως δύναμη κ.τ.λ.

Εργαλεία δράσης πάνω στις αναπαραστάσεις:

1. Μεγέθυνση με ανάλογη μεταβολή της ακρίβειας της αναπαράστασης.

2. Χρόνος-εξέλιξη μιας αρχικής αναπαράστασης.
3. Εξειδικευμένα εργαλεία: υπολογισμός κλίσης, πρόβλεψη τιμών μεγεθών στον χρόνο, υπολογισμός εμβαδών, κριτήρια επιλογής για ομαδοποίηση και αναπαράσταση στατιστικών διαδικασιών.

Δύο Ειδικά Θέματα (1. Μικρόκοσμος, 2. Αναλογίες)

1. Μικρόκοσμος

Ο μικροσκοπικός κόσμος δε συνδέεται με την καθημερινή εμπειρία και οι Πολλαπλές Εξωτερικές Αναπαραστάσεις είναι ο μόνος τρόπος να υπερνικηθεί αυτό το εμπόδιο. Η βιβλιογραφία σαφώς δείχνει ότι πολλές παρανοήσεις των μαθητών/-τριών στη Φυσική προέρχονται από την αδυναμία τους να κατανοήσουν δομές και διαδικασίες σε μικροσκοπικό επίπεδο. Κίνηση, βίντεο και προσομοιώσεις, μπορούν να απεικονίσουν τον δυναμικό μικρόκοσμο αποτελεσματικότερα από τις στατικές εικόνες και τις λέξεις, επειδή οι μαθητές/-τριες διαθέτουν λιγότερο γνωστικό φορτίο για την οικειοποίησή τους, μιας και το περιεχόμενο, με την αξιοποίησή τους, παρουσιάζεται με «διανοητικά ζωντανό τρόπο».

2. Αναλογίες

Και οι αναλογίες αποτελούν μια μορφή αναπαράστασης. Ορισμένες έννοιες αισθητοποιούνται με την αξιοποίηση αναλογιών. Έτσι, το πρόβλημα, στην περίπτωση των εννοιών, ανάγεται στην επιλογή της κατάλληλης αναλογίας τόσο στο επίπεδο της αποτελεσματικότητας όσο και στο επίπεδο της επιθυμητής εννοιολογικής αυστηρότητας.

Εργαλεία Παραγωγής και διδακτικής Αξιοποίησης των Πολλαπλών Αναπαραστάσεων.

1. Οι Χάρτες Εννοιών

Οι χάρτες εννοιών είναι μια δυναμική κατασκευή, η οποία μπορεί να υλοποιηθεί και σε περιβάλλον «χαρτί - μολύβι», αλλά με πολύ πιο πλούσιο τρόπο μπορεί να αποδοθεί με ειδικά λογισμικά, πολλά από τα οποία είναι ανοικτά και δωρεάν.

2. Οι Σκισσογραφίες Εννοιών

Οι σκισσογραφίες εννοιών αποτελούνται από φιγούρες και κείμενο. Υπάρχει ένα κεντρικό θέμα/σενάριο και μερικές καταγεγραμμένες απόψεις (3-5), που εκφράζονται από φιγούρες (παιδιών ή και χαρακτηριστικές φιγούρες ενηλίκων, όπως π.χ. επιστήμονας). Αποτελούν εξαιρετικό εργαλείο για έναυσμα συζήτησης, διατύπωση επιχειρημάτων, διερεύνηση δραστηριοτήτων και γενικότερα για τη δημιουργική έκφραση των μαθητών/-τριών στη Φυσική.

Β. Λύση Προβλήματος

Ερευνητές προτείνουν η φύση των προβλημάτων που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία της Φυσικής να είναι η ίδια η Φυσική και όχι τα Μαθηματικά. Οι αλγεβρικές μέθοδοι συχνά είναι μηχανιστικές, περίπλοκες και «συσκοτίζουν» τις έννοιες της Φυσικής. Η αξιοποίηση όμως μόνο του μαθηματικού formalismu εμφανίζει το «παράδοξο» οι μαθητές/-τριες να αναπτύσσουν μια διαισθητική ή αλγοριθμική προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων, με τη βοήθεια βεβαίως και της απομνημόνευσης. Η προσέγγιση αυτή αποτυγχάνει όταν έχουν να αντιμετωπίσουν μια νέα κατάσταση που περιγράφει ένα

πρόβλημα το οποίο δεν έχουν συναντήσει στο παρελθόν ή όταν το πρόβλημα που τίθεται απαιτεί εννοιολογική κατανόηση. Η μαθηματική γλώσσα, λοιπόν, πρέπει να θεωρείται συμπληρωματική της γλώσσας της Φυσικής και έτσι η ταυτόχρονη χρήση τους να δίνει «λύσεις» και όχι «απαντήσεις» στα προβλήματα Φυσικής.

Η επίλυση προβλημάτων είναι επίσης μέρος της διασύνδεσης μεταξύ Φυσικής και Επιστημών των Μηχανικών. Τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου αξιοποιούν και οι μηχανικοί όταν χρειάζεται να δοκιμάσουν μια υπόθεση ή όταν αντιμετωπίζουν άγνωστες καταστάσεις. Η αντιμετώπιση πολύπλευρων προκλήσεων και οι διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων απαιτούν από τους μηχανικούς την εφαρμογή ενός επαναληπτικού κύκλου που είναι χρήσιμος στον σχεδιασμό νέων προϊόντων και διαδικασιών. Μέσω της εφαρμογής της Μηχανικής Διαδικασίας Σχεδιασμού, οι μηχανικοί μαθαίνουν συνεχώς από την αποτυχία να κάνουν σταδιακές βελτιώσεις στα σχέδια προϊόντων ή διαδικασιών. Αυτή η διεργασία απαιτεί μια χρήσιμη για τη ζωή δεξιότητα, τη σχεδιαστική σκέψη.

Το ΠΣ της Φυσικής ενσωματώνοντας τις παραπάνω υποδείξεις:

α) Δίνει έμφαση στην επίλυση προβλημάτων ανοικτού τύπου και ενθαρρύνει τους/τις μαθητές/-τριες να μάθουν από την αποτυχία των υποθέσεών τους και από τα λάθη στους συλλογισμούς τους. Αυτή η διαδικασία καλλιεργεί τις ικανότητες των μαθητών/-τριών να δημιουργούν καινοτόμες και δημιουργικές λύσεις σε προκλήσεις γύρω από διάφορα θέματα.

β) Ενισχύει με δραστηριότητες και σενάρια στους οδηγούς των εκπαιδευτικών την αξιοποίηση Αισθητήρων και Απτήρων - Ψηφιακών Τεχνολογιών. Επίσης, στο πλαίσιο των ιδιοκατασκευών, προτείνεται η χρήση και η σύνθεση - με απλά μέσα - αισθητήρων και απτήρων οι οποίοι, συνδεδεμένοι με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, παρέχουν κατευθείαν πειραματικά δεδομένα. Επιπλέον, αποτελούν άμεση εφαρμογή φυσικών αρχών γνωστών ή προσιτών στους/στις μαθητές/-τριες. Επισημαίνεται ότι η πρόταση και η εφαρμογή αυτή (τη δεκαετία του 1990) ήταν ο προπομπός μιας καινοφανούς διεύρυνσης των τεχνολογιών της εκπαιδευτικής ρομποτικής (γνωστής ως sTEM) μέρος της οποίας υιοθετεί και το παρόν ΠΣ.

Γ. Πειραματισμός - Εργαστήριο

Η μάθηση στα εργαστήρια (τμήμα της επιστημονικής/εκπαιδευτικής μεθόδου με διερεύνηση) δίνει έμφαση στην επικοινωνία και στους συλλογισμούς γύρω από τα φυσικά αντικείμενα (εργαλεία, τεχνουργήματα κ.λπ.) και τα γεγονότα-φαινόμενα στο πλαίσιο μιας δραστηριότητας. Αυτή η προοπτική για τη μάθηση μπορεί να θεωρηθεί κατά ένα μεγάλο μέρος της, το γνωστικό, ως προοδευτική προσαρμογή στις απαιτήσεις του επιστημονικού τρόπου σκέψης και στις αναπαραστάσεις που υιοθετούνται από την αντίστοιχη κοινότητα των επιστημόνων. Οι μαθητές/-τριες σε τέτοιου είδους περιβάλλοντα αξιοποιούν τις καταγραφές για να εκφράσουν την κατανόησή τους σε έννοιες-κλειδιά για τη θεματική περιοχή και, ίσως το πιο σημαντικό, για να μάθουν να αξιοποιούν εκείνα τα αναπαραστατικά-νοητικά συστή-

ματα που απαιτούνται για τη βελτίωση της κατανόησής τους, τη δημιουργία νοήματος, τη διανομή και την επιχειρηματολογία των απόψεών τους στη θεματική περιοχή που επεξεργάζονται.

Δ. Ψηφιακές Προσεγγίσεις

Το ΠΣ μέσω της ΦΥ.Τ.Ε.Μ.ΜΑ.Γ προσέγγιση (Τ=Τεχνολογία) ενσωματώνει την τεχνολογία στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό/επιστημονικό πλαίσιο της διερεύνησης για την επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Προτείνει σε αρκετές περιπτώσεις τα περιεχόμενα να προσεγγιστούν με διαδικασίες εφαρμογής της πληθώρας των ψηφιακών εργαλείων που υπάρχουν.

Κεντρικό ρόλο στην προσέγγιση της διδασκαλίας της Φυσικής στο Λύκειο παίζει το ελεύθερο εξελληνισμένο, ανοικτό και δωρεάν, λογισμικό βιντεο-ανάλυσης. Το λογισμικό βιντεο-ανάλυσης είναι ένα πανίσχυρο εργαλείο για τη μελέτη και τη μοντελοποίηση των κινήσεων. Τέλος σημειώνουμε ότι η χρήση του αποτελεί μια οικονομικά προσιτή λύση για τα σχολεία.

Ε. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αξιολόγηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και των αποτελεσμάτων τους αποτελεί πολύπλοκο ζήτημα. Για την εκπαίδευση είναι μία από τις πλέον δυναμικές παραμέτρους που καθορίζουν τη σχολική μάθηση. Η αξιολόγηση είναι μια αναγκαία προϋπόθεση/διαδικασία, προκειμένου να ανατροφοδοτηθεί ή να βελτιωθεί η επίτευξη του σκοπού και των βασικών στόχων του ΠΣ.

Αξιολόγηση των Επιστημονικών Πρακτικών

Για την πλήρη αξιολόγηση των επιστημονικών πρακτικών απαιτείται μία ευρύτερη αξιολόγηση της διερεύνησης. Συνήθως προτείνονται 4 ή 5 επίπεδα διερεύνησης αρχίζοντας από το επίπεδο 1, της απλής επικύρωσης (όπου συσκευές, διαδικασία, πρόβλημα και απάντηση είναι δοσμένα στους/στις μαθητές/-τριες) μέχρι το επίπεδο 4 της ανοικτής και πλήρους διερώτησης (όπου συσκευές, διαδικασία, πρόβλημα και απάντηση είναι ανοικτή επιλογή των μαθητών/-τριών).

Διαμορφωτική Αξιολόγηση

Στο παρόν ΠΣ δίνεται έμφαση στην αξιοποίηση της διαμορφωτικής αξιολόγησης, ως μιας παιδαγωγικής λειτουργίας ενσωματωμένης δυναμικά στη διδακτική πράξη, η οποία αποβλέπει στον συνεχή έλεγχο της επίτευξης των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Αθροιστική Αξιολόγηση

Ιστορικά η εστίαση της αξιολόγησης της μάθησης πρόκρινε τις λεγόμενες αθροιστικές αξιολογήσεις, μιας και τα δεδομένα που παρέχουν μπορούν να υποστηρίξουν

τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων. Πρόκειται για την παραδοσιακή αξιολόγηση με τεστ, διαγωνίσματα και εξετάσεις. Στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα καθορίζονται πλήρως από το ισχύον νομικό πλαίσιο, η εφαρμογή του οποίου είναι υποχρεωτική.

Το ΠΣ προβλέπει οι μαθητές/-τριες σε όλες τις τάξεις του Λυκείου σε προσανατολισμό και γενική παιδεία να μπορούν να χρησιμοποιούν τόσο καθημερινά όσο και στις εξετάσεις τους ένα τυπολόγιο που θα περιέχει τις σημαντικότερες φυσικές σταθερές, τους βασικούς τύπους της Φυσικής και τις απαραίτητες μαθηματικές σχέσεις, στοχεύοντας στον περιορισμό της αποστήθισης αλλά και στην εκπαίδευση των μαθητών/-τριών στην αναζήτηση δεδομένων.

Η Αξιολόγηση Όλων των Μαθητών/-τριών με Εργαστηριακή Αναφορά.

Από τους πιο καινοτομικούς τρόπους αξιοποίησης της επιστημονικής γραφής θεωρείται οι μαθητές/-τριες να αναπαράγουν εκθέσεις παρόμοιες με αυτές των επιστημονικών περιοδικών. Μαθαίνοντας να γράφουν τέτοιες εκθέσεις εισάγονται στη δομή της «επίσημης» επιστήμης.

Κάθε μαθητής/-τρια της Α', της Β' και της Γ' τάξης θα αξιολογείται με δύο (2) εργαστηριακές αναφορές, μία ανά τετράμηνο. Στους Οδηγούς του Εκπαιδευτικού του ΠΣ θα αναπτυχθούν για κάθε τάξη τέσσερα (4) εργαστηριακά θέματα, από τα οποία ο/η εκπαιδευτικός θα επιλέγει δύο (2) υποχρεωτικά για τους/τις μαθητές/-τριές του. Τα θέματα των εργαστηριακών αναφορών θα ανανεώνονται ανά διετία, με την έκδοση των οδηγιών διδασκαλίας προς τους/τις εκπαιδευτικούς. Στις οδηγίες αυτές, ανά διετία, θα προβλέπονται νέες εργαστηριακές δραστηριότητες κατάλληλες για να εμπλακούν οι μαθητές/-τριες και να εκπονήσουν εργαστηριακές αναφορές.

Εναλλακτική Αξιολόγηση

Ως εναλλακτική αξιολόγηση είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί η έκθεση-επιχειρηματολογία. Αυτό το είδος γραπτού λόγου φέρνει στο προσκήνιο περισσότερο τη διαδικασία εξέλιξης της επιστήμης παρά τα «γεγονότα», έτσι που να παρέχεται η ασφάλεια, η πίστη και η εμπιστοσύνη για την εγκυρότητά της. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές/-τριες ασκούνται στο να σκέφτονται, όπως οι επιστήμονες, να αναπτύσσουν επιχειρήματα, να οδηγούνται σε ασφαλή συμπεράσματα και να παράγουν επιστημονικό λόγο.

Τέλος, περιφερειακά στον λόγο των Φυσικών Επιστημών μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η αφήγηση, όπως π.χ. βιογραφίες επιστημόνων, εξιστόρηση γεγονότων, απολογισμοί κ.λπ..

ΣΤ. Αναλυτική Απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ – Α' ΛΥΚΕΙΟΥ		
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να:
		• Να αξιοποιούν το τυπολόγιο του γνωστικού αντικείμενου, το οποίο τους δίνεται και όχι να απομνημονεύουν τύπους, για να επιλύουν ασκήσεις και προβλήματα που συνεισφέρουν στην επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων όλων των θεματικών.
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ • Τι είναι η Φυσική • Επιστημονικές πρακτικές • Το διεθνές σύστημα μονάδων	• Να περιγράφουν τον ρόλο της Φυσικής στην επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία. • Να γνωρίζουν ορισμένες από τις κοινές επιστημονικές πρακτικές οι οποίες διαμορφώνουν την επιστημονική εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση και να περιγράφουν τα βασικά βήματά της. • Να διακρίνουν τα αντικείμενα, τα συστήματα αντικειμένων, τα πρότυπα όπως το υλικό σημείο και το άκαμπτο σώμα, τα φαινόμενα, τα φυσικά μεγέθη, και τους νόμους της Φυσικής δίνοντας παραδείγματα. • Να αναφέρουν τα επτά θεμελιώδη μεγέθη και τις μονάδες μέτρησής τους στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων. • Να οικειοποιηθούν τη δομή μίας εργαστηριακής αναφοράς που προσομοιάζει με μία επιστημονική εργασία και περιέχει τις βασικές παραγράφους (τίτλος, εισαγωγή, θεωρία, πειραματική διαδικασία, συμπεράσματα, συζήτηση, βιβλιογραφία).
ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ	ΔΥΝΑΜΗ	
	1.1 Η έννοια της δύναμης • Νόμος του Hooke • Μέτρηση δύναμης • Ο διανυσματικός χαρακτήρας της δύναμης • Ο νόμος δράσης αντίδρασης (Τρίτος νόμος του Newton)	• Να αξιοποιούν παραδείγματα, για να δείξουν ότι οι δυνάμεις προκαλούν μεταβολή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων καθώς και παραμόρφωση αυτών. • Να αναγνωρίζουν ότι οι δυνάμεις αναφέρονται και περιγράφουν την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός εντολέα (πηγή) και ενός άλλου σώματος (αποδέκτης). • Να διατυπώνουν τον νόμο του Hooke και να τον αξιοποιούν, για να μετρήσουν τη δύναμη που ασκείται σε ένα ελατήριο (μέτρο δύναμης). • Να αξιοποιούν παραδείγματα, για να αναδείξουν τον διανυσματικό χαρακτήρα της δύναμης. • Να αναπαριστούν τις δυνάμεις ως διανύσματα (μέτρο, κατεύθυνση (διεύθυνση και φορά)) με αρχή κάποιο υλικό σημείο. • Να αναγνωρίζουν ότι δυνάμεις με ίσα μέτρα μπορεί να προκαλούν διαφορετικά αποτελέσματα, όταν δρουν σε διαφορετικές διευθύνσεις. • Να εκφράζουν τον τρίτο νόμο του Newton με

		όρους δύο δυνάμεων που ασκούνται σε διαφορετικά σώματα (εντολέας/πηγή-αποδέκτης).
1.2 Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων	• Συνισταμένη δύναμη • Σύνθεση συγγραμμικών δυνάμεων • Σύνθεση δύο κάθετων δυνάμεων • Ανάλυση δύναμης σε δύο κάθετες συνιστώσες	• Να ορίζουν τη συνισταμένη δυνάμεων και να δίνουν απλά παραδείγματα τα οποία συνοψίζουν τον ορισμό της συνισταμένης δύναμης. • Να υπολογίζουν το μέτρο της συνισταμένης συγγραμμικών (ομόρροπων και αντίρροπων) δυνάμεων, αξιοποιώντας το άθροισμα των διανυσμάτων. • Να υπολογίζουν το μέτρο και την κατεύθυνση της συνισταμένης δύο κάθετων δυνάμεων αξιοποιώντας το άθροισμα των διανυσμάτων. • Να αναλύουν μια δύναμη σε δύο κάθετες συνιστώσες και να υπολογίζουν το μέτρο τους (εισάγοντας ποιοτικά την έννοια του συστήματος συντεταγμένων).
1.3 Είδη δυνάμεων	• Δυνάμεις από επαφή και από απόσταση • Στατική τριβή και τριβή ολίσθησης • Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή ολίσθησης • Υπολογισμός της τριβής ολίσθησης • Αποτελέσματα τριβής	• Να αναγνωρίζουν ποιες δυνάμεις είναι δυνάμεις από επαφή και ποιες από απόσταση και να δίνουν παραδείγματα. • Να αναγνωρίζουν ότι, όταν δύο σώματα είναι σε επαφή, οι δυνάμεις που είναι κάθετες στην επιφάνεια συνεπαφής καλούνται κάθετες δυνάμεις επαφής, ενώ οι παράλληλες καλούνται δυνάμεις τριβής. • Να περιγράφουν τα χαρακτηριστικά της τριβής και να αναφέρουν φαινόμενα καθημερινότητας όπου η τριβή παίζει καθοριστικό ρόλο. • Να διακρίνουν τη στατική από την τριβή ολίσθησης. • Να σχεδιάζουν ελεύθερα διαγράμματα δυνάμεων σε ένα σώμα σε διάφορες περιπτώσεις (βάρος, κάθετη δύναμη επαφής, τάση νήματος, δύναμη από ελατήριο). • Να αναγνωρίζουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή και να διατυπώνουν τον νόμο της. • Να αναλύουν τον ρόλο του συντελεστή τριβής και την εξάρτησή του από το ζεύγος των εφαιπτόμενων επιφανειών.
1.4 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος υπό την επίδραση δυνάμεων	• Ροπή δύναμης ως προς σημείο • Ροπή δύναμης κατά τον άξονα • Κέντρο μάζας • Ζεύγος δυνάμεων • Ροπή ζεύγους • Θεώρημα των ροπών	• Να ορίζουν τη ροπή δύναμης ως προς σημείο και να δίνουν παραδείγματα. • Να αναγνωρίζουν ότι η ροπή δύναμης ως προς σημείο είναι διάνυσμα με διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τη δύναμη και το σημείο. • Να βρίσκουν τη φορά της ροπής με τον κανόνα του δεξιού χεριού και να αναφέρονται σε (ωρολογιακή) δεξιόστροφη και (αντιωρολογιακή) αριστερόστροφη ροπή αποδίδοντας κατά σύμβαση αντίθετα πρόσημα. • Να επεκτείνουν τα παραδείγματα και για σώματα τα οποία μπορούν να περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα.

		• Να ορίζουν το κέντρο μάζας. • Να περιγράφουν το ζεύγος δυνάμεων και να υπολογίζουν τη ροπή του. • Να αναγνωρίζουν ότι η ροπή ζεύγους είναι ανεξάρτητη από το σημείο περιστροφής. • Να αναφέρουν το θεώρημα των ροπών και να το επιβεβαιώνουν με συγκεκριμένο παράδειγμα στην περίπτωση παράλληλων δυνάμεων.
1.5 Νόμος της παγκόσμιας έλξης	• Η μάζα ως ιδιότητα της ύλης • Διατύπωση του Νόμου της παγκόσμιας έλξης • Ορισμός και υπολογισμός του βάρους ενός σώματος • Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το βάρος ενός σώματος	• Να αναγνωρίζουν τη μάζα ως ιδιότητα της ύλης. • Να διακρίνουν το βάρος από τη μάζα, καθώς και ότι είναι ανάλογα ποσά $w=gm$ (g=σταθερά). • Να διατυπώνουν τον νόμο της παγκόσμιας βαρυτικής έλξης μεταξύ δύο αντικειμένων. $F=Gm_1m_2/r^2$ • Να αναγνωρίζουν ότι οι βαρυτικές δυνάμεις είναι κεντρικές και ότι ο νόμος ισχύει εφόσον οι διαστάσεις των σωμάτων είναι μικρές σε σχέση με την απόσταση των δύο κέντρων μάζας τους. • Να ταυτοποιούν το βάρος ενός σώματος με τη δύναμη παγκόσμιας έλξης που δέχεται το σώμα από τη Γη. $F=w=GMm/R^2$ • Να διατυπώνουν τι σημαίνει κατακόρυφη και τι οριζόντια διεύθυνση. • Να υπολογίζουν τη μάζα με τη βοήθεια ζυγού με βραχίονες (βαρυτική μάζα). • Να ορίζουν το πεδίο δυνάμεων και ειδικότερα το βαρυτικό πεδίο με πηγή τη μάζα (βαρυτική μάζα). • Να εξηγούν γιατί το βάρος ενός σώματος εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και από την απόσταση από την επιφάνεια της Γης. • Να υπολογίζουν το βάρος ενός σώματος σε διάφορες αποστάσεις από αυτή.
ΑΠΟ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ	2.1 Κινηματικά φυσικά μεγέθη	• Να διακρίνουν τη μεταφορική από τη στροφική κίνηση άκαμπτου σώματος γύρω από άξονα. • Να αναφέρουν παραδείγματα τα οποία αναδεικνύουν τη σχετικότητα των κινήσεων. • Να σχεδιάζουν τροχιές κινήσεων. • Να διακρίνουν τη χρονική στιγμή από τη χρονική διάρκεια με παραδείγματα. • Να ανακαλούν τη γνώση του ορθογώνιου συστήματος συντεταγμένων από τα μαθηματικά. • Να αναπαριστούν τα διανύσματα θέσης και μετατόπισης. • Να δίνουν λειτουργικούς ορισμούς των μεγεθών (θέση, μετατόπιση, μέση ταχύτητα, στιγμιαία ταχύτητα, μέση επιτάχυνση και στιγμιαία επιτάχυνση). • Να διακρίνουν τα παρακάτω διανυσματικά μεγέθη από τα αντίστοιχα μονόμετρα / βαθμωτά μεγέθη: Μετατόπιση-Διάστημα, Ταχύτητα-Αριθμητική ταχύτητα. • Να καθορίζουν τη μέση αριθμητική ταχύτητα από τη σχέση $v_m=s/\Delta t$.
	• Η κίνηση είναι σχετική • Τροχιά της κίνησης • Χρονική στιγμή και χρονική διάρκεια • Ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων (δύο διαστάσεων) • Το διάνυσμα θέσης υλικού σημείου • Η μετατόπιση υλικού σημείου • Η μέση και η στιγμιαία ταχύτητα • Η μέση και η στιγμιαία επιτάχυνση	

2.2 Μελέτη του υλικού σημείου χωρίς την επίδραση δυνάμεων (το ελεύθερο υλικό σημείο) • Αδράνεια • 1ος νόμος του Newton • Ισορροπία υλικού σημείου • Ισορροπία άκαμπτου σώματος	• Να αναγνωρίζουν ότι η αδράνεια δεν είναι δύναμη αλλά η ιδιότητα που έχει ένα σώμα να αντιστέκεται στην αλλαγή της ταχύτητάς του. • Να αναγνωρίζουν τη μάζα ως μέτρο της αδράνειας ενός σώματος (αδρανειακή μάζα). • Να διατυπώνουν τον 1ο νόμο του Newton και να τον εφαρμόζουν σε διάφορες περιπτώσεις. • Να διατυπώνουν και να εφαρμόζουν τις συνθήκες ισορροπίας ενός υλικού σημείου. • Να σχεδιάζουν τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα που ισορροπεί. • Να αναπτύσσουν την άποψη ότι δεν απαιτείται δύναμη για την κίνηση ενός υλικού σημείου με σταθερή ταχύτητα. • Να επεκτείνουν τη συνθήκη ισορροπίας με τη συμπερίληψη μηδενισμού της συνισταμένης ροπής στην περίπτωση του άκαμπτου σώματος (αρκεί η περίπτωση κάθετα εφαρμοζόμενων δυνάμεων σε οριζόντια ράβδο).
2.3 Μελέτη του υλικού σημείου υπό την επίδραση δυνάμεων • Δεύτερος νόμος του Newton (διανυσματικά και σε μία διάσταση) • Αδράνεια • Εφαρμογές του δεύτερου νόμου του Newton	• Να διατυπώνουν τον δεύτερο νόμο του Newton διανυσματικά αναγνωρίζοντας ότι η επιτάχυνση έχει την κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης. • Να διαπιστώνουν ότι το μέτρο της επιτάχυνσης ενός υλικού σημείου είναι ανάλογο με το μέτρο της συνισταμένης δύναμης. • Να εφαρμόζουν την απλοποιημένη μορφή του νόμου του Newton σε μία διάσταση (την οριζόντια) για σταθερή συνισταμένη δύναμη σε υλικό σημείο. • Να σχεδιάζουν τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα που κινείται σε οριζόντιο επίπεδο. • Να αξιοποιούν την ποιοτική εισαγωγή του συστήματος συντεταγμένων, για να ερμηνεύσουν τα διαφορετικά αποτελέσματα των δυνάμεων που εφαρμόζονται κατά τους κάθετους άξονες x και y σε ένα υλικό σημείο. • Να αναφέρουν παραδείγματα εκδήλωσης της αδράνειας τα οποία δικαιολογούνται με τη βοήθεια των νόμων του Newton. • Να εφαρμόζουν (λεκτικά και με μαθηματικό τύπο) τον δεύτερο νόμο του Newton για να υπολογίσουν τις τιμές των F, (ΣF), M, a σε διάφορες καταστάσεις. • Να εξάγουν συμπεράσματα από τις γραφικές αναπαραστάσεις a-F. • Να χρησιμοποιούν τον 2ο νόμο ποιοτικά και ποσοτικά στην αλγεβρική του μορφή.
2.4 Ευθύγραμμη κίνηση και αναπαραστάσεις της • Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση • Ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση • Ελεύθερη πτώση	• Να επιλέγουν άξονα για να περιγράψουν τις ευθύγραμμες κινήσεις, να απλοποιούν την έννοια του διανύσματος και να επαναπροσδιορίζουν τα μεγέθη (θέση, μετατόπιση, μέση ταχύτητα, στιγμιαία ταχύτητα, μέση επιτάχυνση και στιγμιαία επιτάχυνση) ως τετμημένες στον άξονα. • Να ορίζουν την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. • Να καθορίζουν τη θέση ενός υλικού σημείου που

• Κατακόρυφη βολή	εκτελεί ευθ. ομαλή κίνηση από τη σχέση $x=x_0+v\Delta t$ • Να κατασκευάζουν τις γραφικές αναπαραστάσεις των μεγεθών x, v, a στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση σε συνάρτηση με τον χρόνο. • Να δρουν στις παραπάνω αναπαραστάσεις υπολογίζοντας την κλίση στο γράφημα θέσης-χρόνου και στο γράφημα ταχύτητας-χρόνου. • Να δρουν στην αναπαράσταση ταχύτητας χρόνου και από το εμβαδόν να βρίσκουν τη μετατόπιση. • Να ορίζουν την ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση • Να καθορίζουν την ταχύτητα ενός υλικού σημείου που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση από τη σχέση $v=v_0+a\Delta t$ • Να καθορίζουν τη θέση ενός υλικού σημείου που εκτελεί ευθ. ομαλή κίνηση από τη σχέση $x=x_0+v_0\Delta t+1/2a\Delta t^2$. • Να απαλείφουν τον χρόνο από τις εξισώσεις κίνησης και να εφαρμόζουν τη σχέση. • Να κατασκευάζουν τις γραφικές αναπαραστάσεις των μεγεθών x, v, a στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση σε συνάρτηση με τον χρόνο. • Να δρουν στις παραπάνω αναπαραστάσεις υπολογίζοντας την κλίση στο γράφημα θέσης-χρόνου και στο γράφημα ταχύτητας-χρόνου. • Να δρουν στην αναπαράσταση ταχύτητας χρόνου και από το εμβαδόν να βρίσκουν τη μετατόπιση. • Να αναγνωρίζουν ότι η επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας είναι περίπου ($g=9,8 \text{ m/s}^2$) κοντά στην επιφάνεια της Γης και είναι η ίδια για όλα τα αντικείμενα στον ίδιο τόπο, όταν η επίδραση του αέρα είναι αμελητέα. • Να ορίζουν και να περιγράφουν την ελεύθερη πτώση και την κατακόρυφη βολή. • Να αναγνωρίζουν ότι η ελεύθερη πτώση και η κατακόρυφη βολή γίνονται με την επίδραση μόνο του βάρους. • Να σχεδιάζουν μια διερεύνηση για τη μελέτη της ελεύθερης πτώσης. • Να καθορίζουν την ταχύτητα ενός υλικού σημείου που εκτελεί ελεύθερη πτώση και την κατακόρυφη βολή από τη σχέση $v=v_0+g\Delta t$. • Να καθορίζουν τη θέση ενός υλικού σημείου που εκτελεί ελεύθερη πτώση και κατακόρυφη βολή από τη σχέση $y=y_0+v_0\Delta t+1/2g\Delta t^2$. • Να κατασκευάζουν τις γραφικές αναπαραστάσεις των μεγεθών x, v στην ελεύθερη πτώση και την κατακόρυφη βολή σε συνάρτηση με τον χρόνο. • Να δρουν στις παραπάνω αναπαραστάσεις υπολογίζοντας την κλίση στο γράφημα θέσης-χρόνου και στο γράφημα ταχύτητας-χρόνου. • Να δρουν στην αναπαράσταση ταχύτητας χρόνου και από το εμβαδόν να βρίσκουν τη μετατόπιση. • Να επιλύουν προβλήματα κινήσεων (μέχρι δύο υλικά σημεία) αξιοποιώντας λεκτικές αναπαραστάσεις, αναπαραστάσεις πινάκων,
---	---

		γραφικές, διαγραμματικές και αλγεβρικές αναπαράστασεις με έμφαση στη μεταφορά γνώσης από τη μια αναπαράσταση στην άλλη.
	2.5 Περιοδικές κινήσεις – ομαλή κυκλική κίνηση • Ομαλή κυκλική κίνηση • Κεντρομόλος επιτάχυνση • Κεντρομόλος δύναμη • Κίνηση φυσικών και τεχνητών δορυφόρων	• Να ανακαλούν τον ορισμό μιας περιοδικής κίνησης και να αναφέρουν παραδείγματα. • Να ορίζουν την ομαλή κυκλική κίνηση υλικού σημείου. • Να ορίζουν την περίοδο και τη συχνότητα στην ομαλή κυκλική κίνηση και να παράγουν τη μεταξύ τους σχέση $T=1/f$. • Να ορίζουν το ακτίνιο rad και να ανακαλούν ότι ο κύκλος έχει $2\pi rad$. • Να ανακαλούν ότι η κατεύθυνση της ταχύτητας είναι εφαπτόμενη στον κύκλο. • Να δίνουν λειτουργικό ορισμό της γωνιακής ταχύτητας στην ομαλή κυκλική κίνηση. • Να παράγουν τη σχέση που συνδέει την περίοδο με το μέτρο της ταχύτητας $v=2\pi r/T$ • Να παράγουν τη σχέση του μέτρου της γωνιακής ταχύτητας με την περίοδο $\omega=2\pi/T$. • Να παράγουν τη σχέση μεταξύ των μέτρων της ταχύτητας και της γωνιακής ταχύτητας $v=\omega R$. • Να αναγνωρίζουν ότι η ομαλή κυκλική κίνηση είναι επιταχυνόμενη κίνηση, αφού αλλάζει η διεύθυνση της ταχύτητας. • Να αναφέρουν ότι η επιτάχυνση του υλικού σημείου που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση λέγεται κεντρομόλος επιτάχυνση και έχει κατεύθυνση προς το κέντρο του κύκλου και μέτρο $a=v^2/r$. • Να αναγνωρίζουν ότι η κεντρομόλος δύναμη είναι η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο υλικό σημείο το οποίο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση και έχει κατεύθυνση προς το κέντρο του κύκλου. • Να παράγουν από τον δεύτερο νόμο του Newton την κεντρομόλο δύναμη $\Sigma F=mv^2/r$.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΛΗ	ΑΠΟ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	
	3.1 Το φυσικό μέγεθος ενέργεια συστήματος • Αρχή Διατήρησης της ενέργειας • Ανοικτά και κλειστά συστήματα	• Να αναγνωρίζουν την παγκόσμια, θεμελιώδη φύση της ενέργειας ως διατηρούμενη ποσότητα η οποία είναι η ικανότητα να προκαλεί μεταβολές. • Να ορίζουν τα ανοικτά συστήματα ως αυτά που ανταλλάσσουν ενέργεια με το περιβάλλον τους και ως κλειστά αυτά που δεν ανταλλάσσουν ενέργεια με το περιβάλλον τους. • Να αναγνωρίζουν ότι ο καθορισμός του συστήματος και των ορίων του είναι αυθαίρετος αλλά κρίσιμος για μια ακριβή ενεργειακή του ανάλυση.
	3.2 Αποθήκευση της ενέργειας (Η ενέργεια αποθηκεύεται) • Κινητική ενέργεια	• Να εφαρμόζουν τη σχέση στην ελεύθερη πτώση υλικού σημείου με μάζα m και πολλαπλασιάζοντας με τη μάζα m να επιχειρηματολογούν για τις δύο ποσότητες που επαναλαμβανόμενα εμφανίζονται.

	• Βαρυτική δυναμική ενέργεια • Ελαστική δυναμική ενέργεια • Μηχανική ενέργεια • Θερμική ενέργεια	• Να αναγνωρίζουν, να καθορίζουν και να ποσοτικοποιούν ως μηχανισμό αποθήκευσης ενέργειας συστήματος την κινητική ενέργεια. • Να ορίζουν την κινητική ενέργεια συστήματος με ένα σωματίδιο. • Να αναγνωρίζουν, να καθορίζουν και να ποσοτικοποιούν ως μηχανισμό αποθήκευσης ενέργειας συστήματος τη δυναμική ενέργεια. • Να ορίζουν τη δυναμική ενέργεια βαρύτητας $U=mgh$. • Να εφαρμόζουν τον δεύτερο νόμο του Newton σε συνδυασμό με τον νόμο του Hook: $ma=k\Delta x$ για το σύστημα ελατήριο-μάζα και να επιχειρηματολογούν για τις δύο ποσότητες οι οποίες επαναλαμβάνονται εμφανίζονται. • Να ορίζουν την ελαστική δυναμική ενέργεια K. • Να ορίζουν το μηδέν της δυναμικής ενέργειας. • Να αναγνωρίζουν, να καθορίζουν και να ποσοτικοποιούν για λόγους πληρότητας ως μηχανισμό αποθήκευσης ενέργειας συστήματος τη μάζα $E=mc^2$ (Ισοδυναμία μάζας ενέργειας). • Να αποδεικνύουν την κινητική ενέργεια άκαμπτου σώματος το οποίο εκτελεί στροφική κίνηση γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του, ορίζοντας τη ροπή αδράνειας I_{cm} ως προς τον άξονα. • Να αποδεικνύουν τη βαρυτική δυναμική ενέργεια άκαμπτου σώματος $U=mgh_{cm}$ • Να υπολογίζουν τη μηχανική ενέργεια ενός συστήματος από το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας: $E_{μηχ}=K+U$ • Να αναγνωρίζουν, ως μηχανισμό αποθήκευσης ενέργειας συστήματος σε μικροσκοπικό επίπεδο το άθροισμα των κινητικών ενεργειών των σωματιδίων του λόγω άτακτης θερμικής κίνησης (Θερμική ενέργεια E_{θ}). • Να συσχετίζουν τη θερμική ενέργεια ενός συστήματος με τη θερμοκρασία και τη μάζα του συστήματος. • Να αναγνωρίζουν τα αποτελέσματα της τριβής ολίσθησης ως έναν μηχανισμό διασποράς μέρους της μηχανικής ενέργειας του συστήματος σε θερμική ενέργεια.
	3.3 Μεταφορά της ενέργειας- (Η ενέργεια μεταφέρεται) • Έργο δύναμης • Θερμότητα • Ισχύς	• Να αναγνωρίζουν τον ρόλο της δύναμης στη μεταφορά ή μετατροπή ενέργειας και την εξάρτηση του έργου της δύναμης από τη διαδρομή που ακολουθείται. • Να διακρίνουν ότι το έργο $W=F\Delta x$, όταν το διάνυσμα της δύναμης F είναι ομόρροπο με τη μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της, είναι θετικό, ενώ, όταν η F είναι αντίρροπη με τη μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της, είναι αρνητικό. • Να αναγνωρίζουν ότι, όταν η δύναμη είναι κάθετη στη μετατόπιση ή δε μετατοπίζει το σημείο εφαρμογής της, τότε δεν εκτελεί έργο.

		• Να ανακαλούν τη θερμότητα ως ποσό μεταφερόμενης ενέργειας λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. • Να αναγνωρίζουν ότι η θερμότητα δεν είναι ενέργεια ενός συστήματος αλλά, όπως και το έργο, είναι ένας τρόπος μεταφοράς ενέργειας που ανταλλάσσεται μεταξύ συστημάτων λόγω του τυχαίου τρόπου που αλληλοεπιδρούν τα μόριά τους. • Να αναγνωρίζουν την ισχύ ως το μέτρο του ρυθμού της μεταφοράς ενέργειας $P = \Delta E / \Delta t$ και να την υπολογίζουν σε Watt. • Να χρησιμοποιούν διάφορες μονάδες ενέργειας, όπως Joule, KWh, Cal, BTU.
	3.4 Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (Η μηχανική ενέργεια διατηρείται) • Συντηρητικές δυνάμεις	• Να αξιοποιούν τις σχέσεις κινητικής ενέργειας και των δυναμικών ενεργειών και να διατυπώνουν για κλειστό σύστημα χωρίς τριβές τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας του συστήματος. • Να ορίζουν τις συντηρητικές δυνάμεις σύμφωνα με τη σχέση $W_{\text{FOUNT}} = -\Delta U$ και να αναφέρουν ως τέτοιες το βάρος και τη δύναμη του ελατηρίου. • Να διατυπώνουν ότι το έργο των συντηρητικών δυνάμεων είναι ανεξάρτητο της διαδρομής ή ότι το έργο σε κλειστή διαδρομή είναι μηδέν λόγω της εξάρτησης της δυναμικής ενέργειας από τη θέση. • Να διατυπώνουν τον νόμο της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας με τις ισοδύναμες μαθηματικές εκφράσεις $E_{\text{μηχ}} = \text{σταθ}, K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} + U_{\text{τελ}}, \Delta K = -\Delta U$. • Να περιγράφουν με παραδείγματα πώς μετατρέπεται η κινητική σε δυναμική και αντίστροφα, ώστε η ολική μηχανική ενέργεια να διατηρείται σταθερή. • Να οπτικοποιούν την κίνηση στηριζόμενοι/-ες σε ενεργειακές θεωρήσεις (ενεργειακά διαγράμματα, ραβδογράμματα). • Να επιλύουν προβλήματα εφαρμόζοντας τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας.
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ-ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ	3.5 Διατήρηση και υποβάθμιση της ενέργειας (Η ενέργεια υποβαθμίζεται) • Αρχή διατήρησης της ενέργειας • Υποβάθμιση της ενέργειας • Ενέργεια και κοινωνία	• Να διακρίνουν τους περιορισμούς εφαρμογής της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας, καθώς και την ανάγκη γενίκευσής της. • Να δικαιολογούν μέσω παραδείγματος ότι $\Delta K = -\Delta E_{\theta}$. • Να δικαιολογούν μέσω παραδείγματος ότι $\Delta E_{\theta} = W + Q$. • Να διατυπώνουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας σε μηχανικά συστήματα. • Να αναγνωρίζουν ότι μπορεί η ενέργεια να διατηρείται, αλλά με τη διασπορά της

		υποβαθμίζεται και δεν μπορεί να μετατραπεί ως χρήσιμη αποθηκευμένη ενέργεια.
	3.6. Υποβάθμιση της ενέργειας – Θερμικές μηχανές • Η κυκλική μεταβολή • Η θερμική μηχανή • Απόδοση θερμικής μηχανής	• Να ορίζουν την κυκλική μεταβολή. • Να περιγράφουν τα βασικά μέρη της θερμικής μηχανής (θερμή και ψυχρή δεξαμενή, εργαζόμενο μέσο (ένα αέριο που εκτελεί κυκλική μεταβολή)). • Να περιγράφουν τη λειτουργία της θερμικής μηχανής με τη βοήθεια απλού διαγράμματος μεταφοράς ενέργειας. • Να διακρίνουν ότι σε μια θερμική μηχανή μόνο ένα μέρος της χορηγούμενης ενέργειας μέσω θερμότητας Q_h από τη θερμή δεξαμενή στο εργαζόμενο μέσο μεταφέρεται στο περιβάλλον μέσω «ωφέλιμου» μηχανικού έργου W, ενώ το υπόλοιπο αποβάλλεται στην ψυχρή δεξαμενή Q_c (μη μετατρέψιμη θερμότητα). • Να ορίζουν και να υπολογίζουν την απόδοση μιας θερμικής μηχανής. • Να ορίζουν την απόδοση μιας θερμικής μηχανής και να εκτελούν απλούς υπολογισμούς. $e=W/Q_h$. • Να αναγνωρίζουν ότι δεν υπάρχει θερμική μηχανή με απόδοση 1. • Να επιλύουν απλά προβλήματα ιδιαίτερα με διαγράμματα μεταφοράς ενέργειας. • Να αναγνωρίζουν, να συζητούν και να προτείνουν τρόπους για την αντιμετώπιση των τεράστιων περιβαλλοντικών και κοινωνικών προβλημάτων που σχετίζονται με την ενέργεια.
ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ	ΗΧΟΣ	
	4.1 Μηχανικά – Ηχητικά κύματα και τα χαρακτηριστικά τους και εφαρμογές • Η ένταση του ήχου και η κλίμακα Decibel	• Να ανακαλούν τα χαρακτηριστικά των μηχανικών κυμάτων και να τα εφαρμόζουν στα ηχητικά κύματα. • Να περιγράφουν πώς η γνώση των ιδιοτήτων των ηχητικών κυμάτων εφαρμόζεται στον σχεδιασμό κτιρίων. • Να περιγράφουν πώς οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται στην ιατρική και τη βιομηχανία. • Να ερμηνεύουν και να αξιοποιούν τον ορισμό της έντασης του ήχου ως ισχύ ανά μονάδα επιφάνειας και να διακρίνουν τις μονάδες μέτρησής της στο (SI) και στην κλίμακα Decibel (dB). • Να δικαιολογούν ότι η ένταση του ήχου είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους ταλάντωσης των σωματιδίων του μέσου διάδοσης. • Να διακρίνουν την ένταση από τη συχνότητα του ήχου. • Να αναγνωρίζουν ότι μερικοί ήχοι είναι επιβλαβείς και ότι η ηχορύπανση αποτελεί μεγάλο πρόβλημα. • Να εξηγούν τη χρήση μαλακών υλικών για τη μείωση της αντήχησης.
	4.2 Αρχή της υπέρθεσης – Στάσιμο ηχητικό κύμα	• Να δίνουν παραδείγματα και να διακρίνουν τη διαφορά σωματιδίων και κυμάτων ως προς την

• Χορδές • Ανοικτοί και κλειστοί Ηχητικοί σωλήνες • Θεμελιώδης συχνότητα	ταυτόχρονη παρουσία τους στο ίδιο σημείο του χώρου. • Να αναγνωρίζουν την αρχή της υπέρθεσης, με αξιοποίηση εικονικών αναπαραστάσεων (χωρική υπέρθεση). • Να αναγνωρίζουν το στάσιμο ηχητικό κύμα (δημιουργία δεσμών και κοιλιών) ως αποτέλεσμα της αρχής της υπέρθεσης. • Να σχεδιάζουν ένα στάσιμο κύμα και να περιγράφουν τη δημιουργία του σε χορδή. • Να σχεδιάζουν ένα στάσιμο ηχητικό κύμα και να περιγράφουν τη δημιουργία του σε ανοικτούς και κλειστούς ηχητικούς σωλήνες. • Να υπολογίζουν τη συχνότητα της 1ης αρμονικής, της 2ης κ.λπ.
4.3 Μουσικοί όργανα • Συντονισμός • Διακροτήματα	• Να διακρίνουν τους παραγόμενους ήχους και να εκτιμούν την εφαρμογή τους στην παραγωγή μουσικής (θεμελιώδης ήχος, 1ος αρμονικός κ.λπ.). • Να συνδέουν τις διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά των μουσικών οργάνων με τα στάσιμα κύματα. • Να περιγράφουν το φαινόμενο του ηχητικού συντονισμού. • Να επιβεβαιώνουν το φαινόμενο του συντονισμού ως μεγιστοποίηση της έντασης του ήχου με απλές διατάξεις (π.χ. διαπασών, αντηχεία). • Να εκτελούν πειράματα υπέρθεσης ήχων με συχνότητες που διαφέρουν λίγο. • Να εξηγούν τη μεταβολή της έντασης του ήχου (διακρότημα) ως αποτέλεσμα της υπέρθεσης στο ίδιο σημείο δύο ηχητικών κυμάτων ίδιου πλάτους, των οποίων οι συχνότητες διαφέρουν λίγο (χρονική εναλλαγή ενισχυτικής και καταστροφικής υπέρθεσης δύο ηχητικών κυμάτων-χρονική υπέρθεση).

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ – Β' ΛΥΚΕΙΟΥ		
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να:
		• Να αξιοποιούν το τυπολόγιο του γνωστικού αντικειμένου, το οποίο τους δίνεται και όχι να απομνημονεύουν τύπους, για να επιλύουν ασκήσεις και προβλήματα που συνεισφέρουν στην επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων όλων των θεματικών.
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ • Τι είναι η Φυσική • Επιστημονικές πρακτικές • Το διεθνές σύστημα μονάδων	• Να περιγράφουν τον ρόλο της Φυσικής στην επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία. • Να γνωρίζουν ορισμένες από τις κοινές επιστημονικές πρακτικές οι οποίες διαμορφώνουν την επιστημονική εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση και να περιγράφουν τα βασικά βήματά της.

		• Να διακρίνουν τα αντικείμενα, τα συστήματα αντικειμένων, τα πρότυπα όπως το υλικό σημείο και το άκαμπτο σώμα, τα φαινόμενα, τα φυσικά μεγέθη και τους νόμους της Φυσικής δίνοντας παραδείγματα. • Να αναφέρουν τα επτά θεμελιώδη μεγέθη και τις μονάδες μέτρησής τους στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI). • Να οικειοποιηθούν τη δομή μιας εργαστηριακής αναφοράς που προσομοιάζει με μια επιστημονική εργασία και περιέχει τις βασικές παραγράφους (τίτλος, εισαγωγή, θεωρία, πειραματική διαδικασία, συμπεράσματα, συζήτηση, βιβλιογραφία).
ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	
	1.1 Ηλεκτρικές Αλληλεπιδράσεις • Ηλεκτρικό φορτίο • Αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου • Κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου	• Να διατυπώνουν την αρχή διατήρησης φορτίου κατά την ηλεκτρίση σωμάτων. • Να συνδέουν το φορτίο ενός σώματος με το φορτίο του ηλεκτρονίου.
	1.2 Το ηλεκτρικό φορτίο συσσωρεύεται και το ηλεκτρικό φορτίο άγεται • Αγωγοί και μονωτές • Ημιαγωγοί • Ηλεκτρική αγωγιμότητα • ελεύθερα ηλεκτρόνια • Το ηλεκτρικό φορτίο συσσωρεύεται • Ηλεκτρόδια. • Πυκνωτές -χωρητικότητα	• Να διακρίνουν τα υλικά (στερεά, υγρά, αέρια) σε αγωγούς και μονωτές ανάλογα με την αγωγιμότητα που παρουσιάζουν. • Να περιγράφουν το πρότυπο των ελεύθερων ηλεκτρονίων στα μέταλλα. • Να αντιληφθούν ότι σε αγωγίμες επίπεδες επιφάνειες (ηλεκτρόδια) τα φορτία κατανέμονται/συσσωρεύονται. • Να διαχωρίζουν τη συσσώρευση του φορτίου από τη μετακίνησή του στους αγωγούς. • Να περιγράφουν έναν πυκνωτή (κενού/αέρα) ως σύστημα δύο αγωγών που προσφέρεται για την αύξηση της συσσώρευσης φορτίου. • Να συνδέουν τη χωρητικότητα με τη δυνατότητα συσσώρευσης φορτίων στον πυκνωτή και να ανακαλούν ότι αυτή εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του συστήματος.
	1.3 Ηλεκτρικές δυνάμεις • Νόμος του Coulomb	• Να περιγράφουν ποιοτικά την ηλεκτρική αλληλεπίδραση με τη δύναμη Coulomb και να ανακαλούν τον αντίστοιχο τύπο με τους περιορισμούς του. • Να σχεδιάζουν τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ φορτίων. • Να εφαρμόζουν τον τύπο που εκφράζει τον νόμο του Coulomb για την επίλυση απλών ασκήσεων (μέχρι τριών φορτίων σε ευθεία).
	1.4 Ηλεκτρικό πεδίο • Η έννοια του πεδίου • Ένταση ηλεκτρικού πεδίου	• Να περιγράφουν ιδιότητες ενός «χώρου» αξιοποιώντας την έννοια του πεδίου.

• Ομογενές και ανομοιογενές ηλεκτρικό πεδίο • Πεδίο σημειακού φορτίου	• Να δίνουν παράδειγμα δημιουργίας ηλεκτρικού πεδίου σε χώρο που υπάρχει/-ουν ηλεκτρικό/-ά φορτίο/-α. • Να δίνουν τον λειτουργικό ορισμό της έντασης του ΗΠ σε ένα σημείο του. • Να κατασκευάζουν το διάνυσμά της σε ένα (δοκιμαστικό) φορτίο εντός του ΗΠ σε ένα σημείο του. • Να διακρίνουν τις διάφορες μορφές ηλεκτρικών πεδίων. • Να αποδεικνύουν τον τύπο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σημειακού φορτίου (πηγής) και να κατασκευάζουν το διάνυσμά της σε ένα σημείο του ΗΠ. • Να αξιοποιούν στοιχεία και συλλογιστικές για να υποστηρίζουν τη σκέψη τους για τον ορισμό της έντασης ΗΠ σε ένα σημείο του ως σταθερό πηλίκο. • Να επιλύουν απλές ασκήσεις σε ομογενή ηλεκτρικά πεδία και σε ηλεκτρικά πεδία μέχρι δύο σημειακών φορτίων.
1.5 Διαφορά Δυναμικού (τάση)- Ηλεκτρικές πηγές • Η ηλεκτρική δύναμη είναι συντηρητική • Δυναμική ενέργεια δύο φορτίων • Διαφορά δυναμικού (τάση) (ΔV) και Δυναμικό (V) ηλεκτρικού πεδίου • Διατήρηση της ενέργειας σε ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις ($\Delta K = -\Delta U$) • Χωρητικότητα πυκνωτή • Διαχωρισμός ηλεκτρικών φορτίων • Ηλεκτρική πηγή (ορισμός ΗΕΔ)	• Να περιγράφουν τις συντηρητικές δυνάμεις και να εντάσσουν και τις ηλεκτρικές δυνάμεις σε αυτές. • Να αναγνωρίζουν και να αξιοποιούν την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια (τύπος) συστήματος δύο φορτισμένων σωματιδίων. • Να ορίζουν τη διαφορά δυναμικού (ΔV) με τη μεταβολή της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας (ΔU). • Να αποδεικνύουν τον τύπο του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου σημειακού φορτίου (πηγής) σε ένα σημείο του ΗΠ και να κατασκευάζουν το γραφικό του δυναμικού σε συνάρτηση με την απόσταση από το ηλεκτρικό φορτίο-πηγή. • Να εφαρμόζουν τη διατήρηση της ενέργειας και να επιλύουν απλά προβλήματα κίνησης ενός ηλεκτρικού φορτίου σε ένα ΗΠ (ομογενές ή δημιουργούμενο από ένα ηλεκτρικό φορτίο). • Να διατυπώνουν τον ορισμό της χωρητικότητας πυκνωτή. • Να αξιοποιούν στοιχεία και συλλογιστικές για να υποστηρίζουν τη σκέψη τους για τον ορισμό της χωρητικότητας πυκνωτή ως πηλίκο. • Να δίνουν αναλογία του ηλεκτρικού κλειστού κυκλώματος με τη ροή νερού σε κλειστό κύκλωμα ύδρευσης. • Να αναγνωρίζουν την ΗΕΔ πηγής ως αιτία διαχωρισμού των φορτίων στους πόλους μιας ηλεκτρικής πηγής (μπαταρίας). • Να αναγνωρίζουν την ΗΕΔ ($\mathcal{E}$) ιδανικής ηλεκτρικής πηγής (μπαταρίας) ως τάση στους πόλους της και να τη συνδέουν με τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας (ΔU) λόγω προσφοράς έργου κατά τη χημική διεργασία $W_{\text{χημ}} = \Delta U$. • Να επιλύουν απλές ασκήσεις σε ομογενή ηλεκτρικά πεδία και ηλεκτρικά πεδία μέχρι δύο ηλεκτρικών φορτίων.

1.6 Αναπαραστάσεις ηλεκτρικού πεδίου • Γραμμές Ηλεκτρικού πεδίου (ΗΠ) • Ιδιότητες γραμμών ΗΠ • Γραμμές ΗΠ σημειακού φορτίου και συστήματος 2 φορτίων • Γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου (επίπεδου πυκνωτή) • 3D γραφικές παραστάσεις δυναμικού (ποιοτικά)	• Να αναγνωρίζουν τις γραμμές του ΗΠ ως τρόπο απεικόνισης ενός πεδίου και να σχεδιάζουν τις γραμμές των ηλεκτρικών πεδίων που δημιουργούνται από θετικό ή αρνητικό σημειακό φορτίο. • Να αναγνωρίζουν τη μορφή των δυναμικών γραμμών στην περίπτωση του πυκνωτή (ή ομογενούς ΗΠ). • Να αναφέρουν τις ιδιότητες των γραμμών του ΗΠ.
1.7 Ηλεκτρικό ρεύμα • Ηλεκτρικό ρεύμα - ηλεκτρικό κύκλωμα	• Να αναπαριστούν με εικονικά και με συμβολικά στοιχεία ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα. • Να αντιλαμβάνονται τη διαφοροποίηση μεταξύ ενός φορτισμένου πυκνωτή και μίας πηγής στην τροφοδοσία και την παροχή ενέργειας στο ηλεκτρικό κύκλωμα. • Να συνδέουν την ένταση του ρεύματος με τον ρυθμό μετακίνησης ηλεκτρικών φορτίων (ηλεκτρονίων). • Να διακρίνουν τη συμβατική από την πραγματική φορά κίνησης των φορτίων. • Να αξιοποιούν τους τύπους της ενότητας για τη λύση απλών ασκήσεων.
1.8 Ηλεκτρική Αντίσταση (Αντίσταση) – Νόμος του Ohm • Αμπερόμετρο • Βολτόμετρο • Πολύμετρο • Ηλεκτρική αντίσταση • Νόμος του Ohm	• Να αναγνωρίζουν το (ιδανικό) αμπερόμετρο ως όργανο μέτρησης της έντασης του ρεύματος. • Να ερμηνεύουν τον τρόπο σύνδεσης του αμπερόμετρου και να κάνουν μετρήσεις με τη βοήθειά του. • Να αναγνωρίζουν το (ιδανικό) βολτόμετρο ως όργανο μέτρησης της τάσης • Να ερμηνεύουν τρόπο σύνδεσης του βολτόμετρου και να κάνουν μετρήσεις με τη βοήθειά του. • Να κάνουν μετρήσεις με τη βοήθεια του πολύμετρου. • Να ορίζουν την αντίσταση ενός αγωγού και να αναφέρουν τη σταθερή της τιμή για μεταλλικούς αγωγούς. • Να αναγνωρίζουν τις συνήθεις ηλεκτρονικές διατάξεις (πηγές, αντιστάσεις, λαμπτήρες, διακόπτες). • Να διατυπώνουν τον συλλογισμό: «αίτιο (η τάση στα άκρα μιας αντίστασης) – αποτέλεσμα (η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει μια ωμική αντίσταση)». • Να μεταφράζουν (εκτελώντας πραγματικό ή εικονικό πείραμα) την προηγούμενη σχέση αίτιου – αποτελέσματος σε μαθηματικό τύπο και να

	αναγνωρίζουν τη σημασία της σταθερής τιμής της αντίστασης για τους μεταλλικούς αγωγούς. • Να αναπαριστούν γραφικά τον νόμο του Ohm και να ερμηνεύουν την κλίση της σχεδιαζόμενης ευθείας.
1.9 Απλά ηλεκτρικά κυκλώματα • 1ος κανόνας του Kirchhoff • 2ος κανόνας του Kirchhoff • Συνδεσμολογία αντιστάσεων • Νόμος του Ohm σε κύκλωμα • Πολική τάση	• Να αντιλαμβάνονται τον ρόλο των κόμβων σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. • Να συνδέουν τον 1ο κανόνα του Kirchhoff με την αρχή διατήρησης του φορτίου και να τον αξιοποιούν για τον υπολογισμό έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος. • Να αντιλαμβάνονται τον ρόλο των βρόγχων (κλειστών διαδρομών) σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. • Να συνδέουν τον 2ο κανόνα του Kirchhoff με την αρχή διατήρησης της ενέργειας σε έναν βρόγχο ($\Delta V=0$) και να τον αξιοποιούν για τον υπολογισμό τάσης ($\Delta V=\Delta V_1+\Delta V_2+\dots$). • Να αναπαριστούν με ποιοτικά διανυσματικά διαγράμματα το δυναμικό σε ένα κύκλωμα. • Να αναγνωρίζουν τους τρόπους σύνδεσης αντιστάσεων σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και να υπολογίζουν την ισοδύναμη αντίσταση σε απλά κυκλώματα. • Να εφαρμόζουν τον 2ο κανόνα του Kirchhoff σε ένα κύκλωμα με μία ηλεκτρική πηγή που έχει εσωτερική αντίσταση, ($\Delta V-E=0$) και να τον αξιοποιούν για τον υπολογισμό του ηλεκτρικού ρεύματος. • Να διαφοροποιούν τις ιδανικές ηλεκτρικές πηγές από τις ηλεκτρικές πηγές με εσωτερική αντίσταση μέσω της μαθηματικής και γραφικής αναπαράστασης. • Να επιχειρηματολογούν για το βραχυκύκλωμα. • Να υπολογίζουν την ισοδύναμη αντίσταση σε απλά κυκλώματα και να επιλύουν απλά κυκλώματα.
1.10 Ηλεκτρική ενέργεια και Ισχύς • Ηλεκτρική ενέργεια στα στοιχεία του κυκλώματος • Ηλεκτρική ισχύς στα στοιχεία του κυκλώματος	• Να αξιοποιούν τις ενεργειακές μετατροπές στα στοιχεία του κυκλώματος (ηλεκτρική πηγή-αντίσταση). • Να εξάγουν τους τύπους της ενέργειας και της ισχύος. • Να διατυπώνουν τον νόμο του Joule. • Να αναφέρουν την Kwh ως μονάδα ενέργειας για την οικιακή κατανάλωση. • Να αναγνωρίζουν τη σημασία των χαρακτηριστικών λειτουργίας μιας συσκευής (χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας). • Να εκτελούν απλούς υπολογισμούς της ενέργειας και της ισχύος σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	
	2.1 Το μαγνητικό πεδίο • Ένταση μαγνητικού πεδίου • Γραμμές μαγνητικού πεδίου • Το μαγνητικό πεδίο της Γης	• Να ανακαλούν τα χαρακτηριστικά και τη δράση των μαγνητών (μαγνητισμού) στην καθημερινότητα. • Να δίνουν παραδείγματα δημιουργίας μαγνητικού πεδίου σε χώρο που υπάρχει/-ουν μαγνήτες. • Να συνδέουν το μαγνητικό πεδίο και την έντασή του με πειράματα δημιουργίας φασμάτων ή/και εικόνες φασμάτων μαγνητικών υλικών. • Να αναγνωρίζουν τις γραμμές του ΜΠ ως τρόπο απεικόνισης του πεδίου και να σχεδιάζουν τις γραμμές των πεδίων του ραβδόμορφου μαγνήτη (και της μαγνητικής βελόνας), του πεταλοειδούς μαγνήτη και της Γης. • Να αναφέρουν τις ιδιότητες των γραμμών ΜΠ. • Να περιγράφουν το ΜΠ της Γης. • Να αναγνωρίζουν τη διαφορά μεταξύ των γεωγραφικών και των μαγνητικών πόλων της Γης.
	2.2 Σύγκριση βαρυτικού ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου	• Να ερμηνεύουν τις επιδράσεις των τριών αυτών πεδίων στην καθημερινή τους ζωή. • Να αναγνωρίζουν τις διαφορές –σε τάξη μεγέθους– και τις ομοιότητες μεταξύ των πεδίων σε επίπεδο μικρόκοσμου και μακρόκοσμου.
	2.3 Η ενοποίηση σε τρεις σταθμούς: Η ανακάλυψη του Oersted – Δύναμη Laplace – Το φαινόμενο της επαγωγής • Το πείραμα του Oersted • Το μαγνητικό πεδίο του ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού, του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού και του σωληνοειδούς • Δύναμη Laplace • Κινητική Η/Μ επαγωγή σε ράβδο • -Πειράματα Faraday • Κανόνας του Lenz • Μαγνητική ροή, νόμος της επαγωγής του Faraday	• Να διαπιστώνουν πειραματικά την ύπαρξη μαγνητικού πεδίου γύρω από ρευματοφόρο αγωγό. • Να αναφέρουν την πηγή δημιουργίας του ΜΠ. • Να σχεδιάζουν το διάνυσμα του ΜΠ σε ευθύγραμμο και κυκλικό αγωγό, καθώς και σε σωληνοειδές και να υπολογίζουν την τιμή του. • Να εφαρμόζουν τη δύναμη Laplace για ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό που βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου. • Να δικαιολογούν την εμφάνιση ΗΕΔ στα άκρα μεταλλικής ράβδου που κινείται κάθετα στις γραμμές ΜΠ και να την αντιπαραβάλλουν με την ΗΕΔ μιας μπαταρίας. • Να διαπιστώνουν πειραματικά ή εικονικά τη δυνατότητα δημιουργίας ΗΕΔ (και άρα ηλεκτρικού πεδίου) από μαγνητικό πεδίο με τα πειράματα Faraday. • Να ανακαλούν από ποιους παράγοντες εξαρτάται η δημιουργία της ΗΕΔ από επαγωγή (Η/Μ επαγωγή). • Να διατυπώνουν τον κανόνα του Lenz και να σχεδιάζουν τη φορά του επαγωγικού ρεύματος ανάλογα με τον παράγοντα που το προκαλεί. • Να ορίζουν τη μαγνητική ροή και να ερμηνεύουν με τις μεταβολές της όλους τους παράγοντες δημιουργίας Η/Μ επαγωγής.

		• Να διατυπώνουν τον νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής του Faraday.
	2.4 Εφαρμογές ηλεκτρομαγνητισμού-Εναλλασσόμενο ρεύμα • Μαγνητικές ιδιότητες της ύλης • Λειτουργία ηλεκτρικού κινητήρα • Παραγωγή εναλλασσόμενου ρεύματος (ποιοτική εξήγηση) • Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας • Πλεονεκτήματα εναλλασσόμενου ρεύματος (Ο ρόλος του μετασχηματιστή)	• Να εξηγούν τον μόνιμο μαγνητισμό. • Να ερμηνεύουν ποιοτικά τη μαγνήτιση και απομαγνήτιση των σιδηρομαγνητικών υλικών σε μικροσκοπικό επίπεδο. • Να ερμηνεύουν τη λειτουργία του ηλεκτρομαγνήτη. • Να κατασκευάζουν απλό ηλεκτρομαγνήτη με μπαταρία. • Να περιγράφουν τη λειτουργία ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος. • Να αναλύουν τον τρόπο που λειτουργεί μια γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος και να ερμηνεύουν την εμφάνιση τάσης μεταβλητής τιμής στα άκρα περιστρεφόμενης σπείρας μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. • Να αξιοποιούν προσομοιώσεις ή άλλες εικονικές αναπαραστάσεις για να δημιουργήσουν την ημιτονοειδή μορφή της εναλλασσόμενης τάσης. • Να απαντούν για τη σχέση της ενεργούς τάσης με το πλάτος της τάσης του εναλλασσόμενου ρεύματος. • Να παραθέτουν τις βασικές ομοιότητες και διαφορές συνεχούς κι εναλλασσόμενου ρεύματος (Νόμος Ohm, Ενέργεια, Ισχύς). • Να αναγνωρίζουν τις αρχές λειτουργίας των μετασχηματιστών. • Να απαριθμούν τα πλεονεκτήματα του AC ρεύματος σε σχέση με το DC. • Να ερμηνεύουν τον ρόλο του μετασχηματιστή στις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος.
ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ	ΦΩΣ	
	3.1 Η προσέγγιση της γεωμετρικής οπτικής • Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός • Ανάκλαση/Νόμοι της ανάκλασης • Επίπεδα κάτοπτρα • Σχηματισμός ειδώλου	• Να σχεδιάζουν την πορεία φωτεινών ακτίνων σε ένα ομογενές μέσο. • Να σχεδιάζουν το είδωλο αντικειμένου σε επίπεδα κάτοπτρα.
	3.2 Διάθλαση και φακοί • Φαινόμενο και νόμοι της διάθλασης • Δείκτης διάθλασης υλικού • Ολική ανάκλαση • Οπτικές ίνες	• Να σχεδιάζουν την πορεία φωτεινών ακτίνων καθώς το φως περνά τη διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων με αξιοποίηση των νόμων της διάθλασης. • Να αναγνωρίζουν τον δείκτη διάθλασης ως χαρακτηριστικό ενός διαφανούς υλικού (ή ως δείκτη οπτικής πυκνότητας ενός υλικού), για ακτινοβολία δεδομένου μήκους κύματος.

• Λεπτοί φακοί • Συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακοί • Σχηματισμός ειδώλων	• Να αιτιολογούν το φαινόμενο της διάθλασης. • Να κατασκευάζουν γεωμετρικά το είδωλο αντικειμένου στους φακούς (γεωμετρικός σχεδιασμός).
3.3 Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας • Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα • Ένταση ηλεκτρομαγνητικού κύματος • Η ορατή ακτινοβολία (φως) • Υπεριώδης, υπέρυθρη ακτινοβολία	• Να αναλύουν τι είναι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα και να ορίζουν την έντασή του. • Να διακρίνουν τα είδη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ανάλογα της συχνότητας της / του μήκους κύματός της. • Να συσχετίζουν τα είδη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την πηγή εκπομπής τους. • Να συσχετίζουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με τη μεταφορά ενεργειακών πακέτων. • Να αναπαριστούν το φάσμα της ορατής ακτινοβολίας και να αναγνωρίζουν τις χαρακτηριστικές περιοχές του Η/Μ φάσματος. • Να εξοικειωθούν με τη λειτουργία του φασματοσκοπίου. • Να διακρίνουν τα φάσματα εκπομπής και απορρόφησης. • Να αναφέρουν τα χαρακτηριστικά της υπεριώδους και της υπέρυθρης ακτινοβολίας.
3.4 Εικόνες συμβολής & περίθλασης – Επικοινωνίες • Αρχή Huygens • Πείραμα Young • Εικόνες συμβολής • Περίθλαση φωτός • Εικόνες περίθλασης	• Να περιγράφουν την αρχή της επαλληλίας για το φως. • Να αναγνωρίζουν την αρχή Huygens. • Να παρατηρούν τα μέγιστα και τα ελάχιστα της συμβολής δύο φωτεινών κυμάτων. • Να γνωρίζουν κάτω από ποιες συνθήκες μπορούμε να πάρουμε εικόνες περίθλασης, και να εφαρμόζουν τον τύπο $s = \lambda D/d$. • Να αναγνωρίζουν τη σημασία των φαινομένων συμβολής, περίθλασης, ανάκλασης και διάθλασης στη διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην ατμόσφαιρα. • Να περιγράφουν τον τρόπο μετάδοσης των Η/Μ κυμάτων στην ατμόσφαιρα. • Να αναγνωρίζουν τη σημασία των κυματικών φαινομένων για τις επικοινωνίες.
3.5 Τηλεσκόπια-Μικροσκόπια • Περιγραφή και αρχή λειτουργίας του τηλεσκοπίου • Περιγραφή και αρχή λειτουργίας του μικροσκοπίου	• Να περιγράφουν ένα τηλεσκόπιο και να αναλύουν τη λειτουργία του. • Να ταξινομούν τα είδη τηλεσκοπίων. • Να περιγράφουν ένα μικροσκόπιο και να αναλύουν τη λειτουργία του. • Να ταξινομούν τα είδη μικροσκοπίων. • Να διακρίνουν τα οπτικά από τα ηλεκτρονικά μικροσκόπια. • Να επιχειρηματολογούν για τον ρόλο των τηλεσκοπίων και των μικροσκοπίων στην ανάπτυξη των επιστημών και της τεχνολογίας.
3.6 Σωματιδιακό και Κυματικό πρότυπο του φωτός	• Να διακρίνουν τα επεξηγηματικά όρια κάθε θεωρίας για το φως. • Να αντιληφθούν την τάξη μεγέθους της ταχύτητας του φωτός στο κενό / αέρα και ότι αποτελεί όριο τιμής ταχυτήτων.

	• Το φως από την αρχαία ελληνική φιλοσοφία στους Planck και Einstein	
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ- ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ	
	4.1 Η συμπεριφορά του ηλεκτρονίου • Το ηλεκτρόνιο (η ανακάλυψη: από τον William Crookes στον Joseph John Thomson) • Οι κινήσεις του ηλεκτρονίου (Τα ατομικά μοντέλα)	• Να αναγνωρίζουν το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου ως στοιχειώδη ποσότητα φορτίου. • Να διαπιστώνουν τη δυσκολία περιγραφής της κατάστασης ενός ηλεκτρονίου (δέσμια και ελεύθερα ηλεκτρόνια, αναφορά της αδυναμίας προσδιορισμού της θέσης και της ταχύτητάς του σύμφωνα με την αρχή της αβεβαιότητας) καθώς και την αναγκαιότητα της μοντελοποίησης του ατόμου. • Να γνωρίζουν την εξέλιξη των ιδεών πάνω σε ατομικά μοντέλα. • Να αναγνωρίζουν τον μηχανισμό διέγερσης και αποδιέγερσης ενός ατόμου. • Να ενημερωθούν για τις ακτίνες Χ (τρόπος παραγωγής, χαρακτηριστικές ιδιότητες, σύνδεση με το H/M κύμα, επιπτώσεις για την υγεία).
	4.2 Ο πυρήνας • Ο πυρήνας (το «πρωτόνιο» του Rutherford και το νετρόνιο του Chadwick) • Τα είδη των αλληλεπιδράσεων • Σωματίδια και αντισωματίδια (ηλεκτρόνιο-ποζιτρόνιο, πρωτόνιο-αντιπρωτόνιο, νετρόνιο-αντινετρόνιο). • Διάσπαση πυρήνων / Ραδιενέργεια	• Να περιγράφουν από τι συνίσταται ο πυρήνας. • Να αναφέρουν τα χαρακτηριστικά των σωματιδίων του πυρήνα (μάζα, φορτίο, μέγεθος). • Να διακρίνουν τις ακτινοβολίες ραδιενεργών πυρήνων σε ακτινοβολίες α, β, γ και να περιγράφουν τις διαφορές τους. • Να αναγνωρίζουν τις διαφορές ύλης – αντιύλης. • Να συνδέουν τη ραδιενέργεια με πιθανές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων, αλλά και το περιβάλλον. • Να συσχετίσουν τις ραδιενεργές ακτινοβολίες με την πυρηνική ιατρική (ακτινοδιαγνωστική), ακτινοθεραπεία, ακτινοπροστασία πληθυσμού. • Να αναγνωρίζουν τις βασικές πυρηνικές αντιδράσεις (σχάση και σύντηξη).
	4.3 Το καθιερωμένο πρότυπο • Τα quarks, σύγχρονες απόψεις για τη δομή της ύλης • Η 1η γενιά σωματιδίων • Το καθιερωμένο πρότυπο	• Να διακρίνουν την εσωτερική δομή του πρωτονίου και του νετρονίου. • Να αναγνωρίζουν την αρχή διατήρησης του βαρυονικού αριθμού. • Να διακρίνουν τα διαφορετικά είδη αλληλεπιδράσεων και τα σωματίδια μέσω των οποίων πραγματοποιούνται. • Να διακρίνουν τα τεχνολογικά άλματα που έχει επιτύχει η Φυσική υψηλών ενεργειών και να τις συνδυάσουν με την εξέλιξη της κοσμολογίας.

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ – Β' ΛΥΚΕΙΟΥ		
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να:
		• Να αξιοποιούν το τυπολόγιο του γνωστικού αντικείμενου, το οποίο τους δίνεται και όχι να απομνημονεύουν τύπους, για να επιλύουν ασκήσεις και προβλήματα που συνεισφέρουν στην επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων όλων των ενότητων.
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ • Διαστάσεις μεγεθών • Σημαντικά ψηφία • Είδη Σφαλμάτων • Στρογγυλοποίηση - Διάδοση σφάλματος • Περιγραφή της δομής της εργαστηριακής αναφοράς	• Να μετασχηματίζουν μια εξάρτηση στη γραμμική μορφή από την κατάλληλη επιλογή των μεταβλητών και να προσαρμόζουν μια ευθεία γραμμή στα σημεία που προκύπτουν από τα πειραματικά δεδομένα. • Να χρησιμοποιούν κατάλληλα χαρτιά για γραφικές παραστάσεις με διάφορες κλίμακες. • Να στρογγυλοποιούν σωστά και να εκφράζουν το τελικό αποτέλεσμα (αποτελέσματα) και τα σφάλματα με τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων. • Να εξηγούν γιατί οι μετρήσεις εμπεριέχουν μια αβεβαιότητα. • Να διακρίνουν τα συστηματικά από τα τυχαία σφάλματα. • Να αναγνωρίζουν ότι χωρίς τη γνώση των σφαλμάτων δεν μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα από τις μετρήσεις. • Να διακρίνουν την ακρίβεια από την ευστοχία σε μια σειρά μετρήσεων. • Να αξιολογούν την αβεβαιότητα σε ένα παράγωγο μέγεθος με απλή πρόσθεση των αβεβαιοτήτων. • Να δίνουν απαντήσεις με τον επιστημονικό συμβολισμό, τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων και τις σωστές μονάδες. • Να εξηγούν τη σπουδαιότητα της λήψης μεγάλου αριθμού μετρήσεων σε ένα πείραμα. • Να αναφέρουν κανόνες ασφάλειας στο εργαστήριο και να διαχειρίζονται με τον κατάλληλο, ασφαλή τρόπο τις συσκευές και τις εργαστηριακές διατάξεις. • Να καταγράφουν πειραματικά δεδομένα σε κατάλληλα δομημένους πίνακες δεδομένων και πίνακες ανάλυσης δεδομένων με σκοπό την εύκολη επεξεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων. • Να σχεδιάζουν τα κατάλληλα γραφήματα με τη βοήθεια των πινάκων δεδομένων και των πινάκων ανάλυσης δεδομένων. • Να οικειοποιηθούν την δομή μιας εργαστηριακής αναφοράς που προσομοιάζει με μία επιστημονική εργασία και περιέχει τις βασικές παραγράφους (τίτλος, εισαγωγή, θεωρία, πειραματική

		διαδικασία, συμπεράσματα-συζήτηση, βιβλιογραφία).
ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ	ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	
	1.1 Οριζόντια βολή, Μεταβαλλόμενη κυκλική κίνηση υλικού σωματιδίου • Οριζόντια βολή • Γωνιακή επιτάχυνση, επιτρίχια επιτάχυνση, γωνιακή μετατόπιση, Εξισώσεις κίνησης • Αντιστοιχία μεγεθών ευθύγραμμης και κυκλικής κίνησης	• Να διατυπώνουν την αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων. • Να εξηγούν πώς η κίνηση της σφαίρας προτυποποιείται από ένα ζεύγος εξισώσεων σε κάθε άξονα και να δημιουργούν ένα καρτεσιανό δυναμικό μοντέλο για την προσομοίωση της κίνησής της. • Να επαληθεύουν την υπόθεση του Γαλιλαίου για την ανεξαρτησία των κινήσεων στον οριζόντιο και τον κατακόρυφο άξονα. • Να μελετούν την οριζόντια βολή χρησιμοποιώντας γνώσεις για τις παραπάνω κινήσεις και συγκεκριμένα: – Να εξηγούν τη μορφή της τροχιάς του υλικού σωματιδίου προσδιορίζοντας την εξίσωση τροχιάς του. – Να υπολογίζουν το βεληνεκές και τον χρόνο καθόδου. – Να υπολογίζουν την ταχύτητα του υλικού σωματιδίου (κατά μέτρο και κατεύθυνση) σε κάθε σημείο της τροχιάς του. – Να ορίζουν τη γωνιακή ταχύτητα, τη γωνιακή επιτάχυνση και την επιτρίχια επιτάχυνση. – Να διακρίνουν τις αντιστοιχίες μεγεθών και εξισώσεων κίνησης, της ευθύγραμμης με αυτά της κυκλικής κίνησης (θέση-γωνία, γραμμική ταχύτητα-γωνιακή ταχύτητα, επιτάχυνση - γωνιακή επιτάχυνση).
	1.2. Ορμή –Στροφορμή • Ορμή υλικού σωματιδίου • Στροφορμή υλικού σωματιδίου	• Να διατυπώνουν τον ορισμό της ορμής υλικού σωματιδίου. • Να διατυπώνουν πλήρως τον ορισμό της στροφορμής υλικού σωματιδίου. • Να διακρίνουν, με βάση τους παραπάνω ορισμούς, τις αντιστοιχίες μεγεθών της μεταφορικής με αυτά της περιστροφικής κίνησης (ορμή υλικού σωματιδίου-στροφορμή υλικού σωματιδίου).
	1.3 Γενική έκφραση του 2ου νόμου του Newton - Ώθηση • Γενική έκφραση του 2ου νόμου του Newton • Ώθηση δύναμης και μεταβολή της ορμής – Ροπή και μεταβολή στροφορμής • Σύστημα υλικών σωματιδίων • Εσωτερικές-εξωτερικές δυνάμεις σε σύστημα	• Να θεωρούν συστήματα υλικών σωματιδίων και να αναγνωρίζουν τις εσωτερικές και τις εξωτερικές δυνάμεις του συστήματος. • Να αναγνωρίζουν τότε ένα σύστημα υλικών σωματιδίων είναι μονωμένο και τότε όχι. • Να διακρίνουν τις εσωτερικές από τις εξωτερικές δυνάμεις σε παραδείγματα συστημάτων υλικών σωματιδίων. • Να εφαρμόζουν τη γενική έκφραση του 2ου νόμου του Newton σε ένα υλικό σωματίδιο και σε σύστημα υλικών σωματιδίων. • Να εξηγούν γιατί η γενική έκφραση του νόμου του Newton έχει ευρύτερη εφαρμογή.

• Μονωμένα συστήματα	• Να αξιοποιούν πληροφορίες από διαγράμματα $F-t$. • Να αναγνωρίζουν την ώθηση δύναμης ως μεταβολής της ορμής υλικού σωματιδίου. • Να συνδέουν με βάση τον ορισμό της ώθησης, την κατεύθυνση της μεταβολής της ορμής με αυτήν της δύναμης που την προκαλεί. • Να συσχετίζουν τη μεταβολή της ορμής με το γινόμενο: $\Sigma \vec{F} \Delta t$. • Να αξιοποιούν τη γενική μορφή του 2ου νόμου του Newton σε συγκεκριμένα παραδείγματα. • Να σχεδιάζουν για ένα υλικό σωματίδιο, το διάνυσμα της $\Delta \vec{p}$ και να γνωρίζουν ότι είναι ομόρροπο της $\Sigma \vec{F}$. • Να συσχετίζουν τις σχέσεις για τη συνισταμένη δύναμη και τη συνισταμένη ροπή που περιγράφουν την κινηματική των σωμάτων.
1.4 Διατήρηση της ορμής • Διατήρηση της στροφορμής	• Να εφαρμόζουν τη διατήρηση της ορμής (διανυσματικά) για σύστημα υλικών σωματιδίων. • Να εφαρμόζουν την παραπάνω αρχή σε συγκεκριμένα παραδείγματα. • Να διατυπώνουν τη διατήρηση της στροφορμής (διανυσματικά) για σύστημα υλικών σωματιδίων. • Να εφαρμόζουν την παραπάνω αρχή σε συγκεκριμένα παραδείγματα.
1.5 -Θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας • Αρχή διατήρησης της ενέργειας • Μεταφερόμενα ποσά ενέργειας • Έργο σταθερής δύναμης • Έργο δύναμης μεταβλητού μέτρου • Έργο συντηρητικής δύναμης • Θεώρημα έργου - Κινητικής ενέργειας • Δυναμική ενέργεια συστήματος σωμάτων • Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας	• Να αναγνωρίζουν το έργο και τη θερμότητα ως μεταφερόμενα ποσά ενέργειας. • Να ορίζουν και να υπολογίζουν το έργο σταθερής δύναμης. • Να υπολογίζουν το έργο δύναμης μεταβλητού μέτρου, που ασκείται σε υλικό σωματίδιο (π.χ. έργο δύναμης ελατηρίου ή έργο δύναμης, της οποίας η γραφική παράσταση του μέτρου της, σε συνάρτηση με τη μετατόπιση, οδηγεί σε γεωμετρικό σχήμα του οποίου οι μαθητές/-τριες μπορούν να υπολογίσουν το εμβαδόν με τις γνώσεις που διαθέτουν). • Να υπολογίζουν το έργο του βάρους ως διαφορά δυναμικών ενεργειών στην αρχική και την τελική θέση του σώματος. • Να υπολογίζουν το έργο της δύναμης του ελατηρίου ως διαφορά δυναμικών ενεργειών στην αρχική και την τελική κατάσταση του ελατηρίου. • Να διαπιστώνουν ότι το έργο συντηρητικής δύναμης είναι: - Μηδέν σε κλειστή διαδρομή. - Ανεξάρτητο από τη διαδρομή που ακολουθεί το σώμα ή το σύστημα για να μεταβεί από την αρχική στην τελική θέση ή από την αρχική στην τελική του κατάσταση.

	• Να γενικεύουν ότι το έργο κάθε συντηρητικής δύναμης υπολογίζεται ως διαφορά δυναμικών ενεργειών. • Να συνδέουν το έργο της συνισταμένης των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα υλικό σωματίδιο με τη μεταβολή της κινητικής του ενέργειας, ξεκινώντας από τον 2ο νόμο του Newton. • Να συνδέουν το αλγεβρικό άθροισμα των έργων των δυνάμεων που δρουν σε ένα υλικό σωματίδιο με τη μεταβολή της κινητικής του ενέργειας. • Να συνδέουν το θεώρημα Έργου-Κινητικής Ενέργειας με την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας. • Να ορίζουν τη δυναμική ενέργεια συστήματος υλικών σωματιδίων. • Να διακρίνουν τις μορφές της δυναμικής ενέργειας: βαρυτική, ελαστική (παραμορφωμένου ελατηρίου), ηλεκτρική (συστήματος φορτισμένων σωματιδίων). • Να συνδέουν τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας με το έργο μιας συντηρητικής δύναμης γενικά και ειδικότερα με το έργο του βάρους και το έργο της δύναμης του ελατηρίου. • Να διατυπώνουν την Αρχή Διατήρησης Ενέργειας συστήματος $\Delta E_{\text{συστ}} = \Sigma T$, όπου με T παριστάνεται το ποσό της ενέργειας που μεταβιβάζεται διαμέσου των ορίων του προσδιορισμένου συστήματος μέσω ενός δεδομένου εξωτερικού μηχανισμού (π.χ. μέσω του έργου των πάσης φύσεως δυνάμεων που ασκούνται στο σύστημα ($T_w=W$), ή ως θερμότητα ($T_H=Q$)). • Να εφαρμόζουν ποιοτικά και ποσοτικά την Αρχή Διατήρησης Ενέργειας για μονωμένο μηχανικό σύστημα υλικών σωματιδίων σε βαρυτικό πεδίο, καθώς και στα μέλη του συστήματος, π.χ. κίνηση σε τραχιά επιφάνεια.
1.6. (Κρούσεις) • Ταξινόμηση των κρούσεων με χρήση των κατάλληλων κριτηρίων σε κεντρικές, έκκεντρες και πλάγιες, καθώς επίσης και σε ελαστικές και ανελαστικές • Μελέτη των κεντρικών κρούσεων με εφαρμογή των αρχών διατήρησης	• Να διακρίνουν την κρούση στη μηχανική και στα φαινόμενα σκέδασης στην ατομική και πυρηνική φυσική. • Να γνωρίζουν τα κριτήρια κατηγοριοποίησης των κρούσεων και να διακρίνουν τις κρούσεις με βάση τα κριτήρια αυτά σε κεντρικές, έκκεντρες και πλάγιες κρούσεις, επίσης ελαστικές και μη ελαστικές κρούσεις (αναφορά στις πλαστικές κρούσεις). • Να εφαρμόζουν τις αρχές διατήρησης στη μελέτη των κεντρικών κρούσεων.
1.7 Απλή αρμονική ταλάντωση • Περιοδικές κινήσεις	• Να αναφέρουν παραδείγματα περιοδικών κινήσεων. • Να διατυπώνουν τον ορισμό της περιοδικής κίνησης και των χαρακτηριστικών μεγεθών της (Περίοδος, Συχνότητα, Κυκλική συχνότητα).

• Σύνδεση απλής αρμονικής ταλάντωσης και ομαλής κυκλικής κίνησης • Ενεργειακή μελέτη απλής αρμονικής ταλάντωσης	• Να διατυπώνουν την ικανή και αναγκαία συνθήκη ώστε ένα υλικό σωματίδιο να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. • Να εξηγούν γιατί η απλή αρμονική ταλάντωση είναι περιοδική κίνηση και με βάση την ικανή και αναγκαία συνθήκη να παράγουν την εξίσωση της περιόδου της. • Να παράγουν τις εξισώσεις απομάκρυνσης (x), ταχύτητας (v) και επιτάχυνσης (a), σε συνάρτηση με τον χρόνο, συνδυάζοντας την κυκλική ομαλή κίνηση με την απλή αρμονική ταλάντωση. • Να παριστάνουν γραφικά τις παραπάνω εξισώσεις σε συνάρτηση με τον χρόνο. • Να γράφουν τις εξισώσεις στη γενική τους μορφή και να επιλύουν ασκήσεις (με αρχική φάση μηδέν ή $\pi/2$). • Να ορίζουν και να υπολογίζουν τη δυναμική και κινητική ενέργεια ενός σώματος ή συστήματος σωμάτων που εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση. • Να εξηγούν γιατί η μηχανική ενέργεια διατηρείται στην απλή αρμονική ταλάντωση και να περιγράφουν τις ενεργειακές μετατροπές που συμβαίνουν σε αυτήν. • Να γράφουν τις εξισώσεις της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας στην απλή αρμονική ταλάντωση, ως συναρτήσεις του χρόνου και της θέσης του υλικού σωματιδίου και να τις παριστάνουν γραφικά σε κοινούς άξονες. • Να χρησιμοποιούν τις ενεργειακές σχέσεις για να υπολογίζουν τη θέση και την ταχύτητα σε τυχαίες θέσεις του υλικού που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
1.8 Εφαρμογές • Ο 2ος νόμος του Newton και οι εφαρμογές του στην καθημερινή ζωή • 2ος νόμος Newton και Τεχνολογία • Ταλαντώσεις με απόσβεση -Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις και καθημερινά φαινόμενα, το φαινόμενο του συντονισμού	• Να ερμηνεύουν φαινόμενα της καθημερινής ζωής με βάση τις γνώσεις τους από τον 2ο νόμο του Newton. • Να εξηγούν γιατί η ο 2ος νόμος έχει συμβάλει στην εξέλιξη της τεχνολογίας (εφαρμογές στην ασφαλή προσεδάφιση διαστημοσυσκευών Mars Pathfinder). • Να εξηγούν γιατί οι ταλαντώσεις στη φύση είναι ταλαντώσεις με απόσβεση. • Να διατυπώνουν τον ορισμό της φθίνουσας ταλάντωσης. • Να αναφέρουν τα χαρακτηριστικά της φθίνουσας ταλάντωσης, όπου οι πάσης φύσεως δυνάμεις αντίδρασης είναι της μορφής: $F=-b \cdot v$. • Να διατυπώνουν τον ορισμό της ελεύθερης ταλάντωσης. • Να εξηγούν γιατί οι ελεύθερες ταλαντώσεις στη φύση είναι φθίνουσες. • Να διατυπώνουν τον ορισμό της εξαναγκασμένης ταλάντωσης. • Να εξηγούν τότε συμβαίνει συντονισμός. • Να σχεδιάζουν τις καμπύλες συντονισμού για διάφορες τιμές απόσβεσης μηχανικών

	ταλαντώσεων και να εξηγούν πώς μεταβάλλεται το πλάτος της ταλάντωσης καθώς μεταβάλλεται η συχνότητα του διεγέρτη. • Να ερμηνεύουν φαινόμενα της καθημερινής ζωής με βάση τις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις (αυτοκίνητο καθώς περνά από δρόμο με σαμαράκια, ο καφές που χύνεται καθώς περπατάμε κ.ά.). • Να εξηγούν γιατί οι εξαναγκασμένες ταλαντώσεις έχουν συμβάλει στην εξέλιξη της τεχνολογίας (υλικά με κατάλληλες αποσβέσεις).
2. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	
2.1 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος - Κινηματικά μεγέθη • Κινηματικά μεγέθη στη μεταφορική κίνηση άκαμπτου σώματος • Κινηματικά μεγέθη στη στροφική κίνηση άκαμπτου σώματος • Σύνθετη κίνηση	• Να ανάγουν την ταχύτητα και την επιτάχυνση του κέντρου μάζας άκαμπτου σώματος σε αυτές του υλικού σημείου. • Να επιχειρηματολογούν (με κινηματικούς όρους) για το πότε ένα άκαμπτο σώμα εκτελεί μεταφορική κίνηση. • Να αξιοποιούν τον ορισμό της γωνιακής μετατόπισης. • Να διατυπώνουν τον ορισμό της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής άκαμπτου σώματος. • Να διατυπώνουν τον ορισμό της γωνιακής επιτάχυνσης. • Να επιχειρηματολογούν (με κινηματικούς όρους) για το πότε ένα στερεό σώμα εκτελεί στροφική κίνηση. • Να γράφουν τις εξισώσεις από τις οποίες προκύπτουν οι τιμές των κινηματικών μεγεθών (γωνιακής μετατόπισης-$\Delta\theta$, γωνιακής ταχύτητας-ω, γωνιακής επιτάχυνσης-$\alpha_{\gamma\omega\nu}$ σε σχέση με τη χρονική διάρκεια της κίνησης) για την ομαλή στροφική και ομαλά μεταβαλλόμενη στροφική κίνηση, αντίστοιχα. • Να σχεδιάζουν τις αντίστοιχες γραφικές τους παραστάσεις. • Να ερμηνεύουν τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις και να αντλούν πληροφορίες από αυτές. • Να επιχειρηματολογούν (με κινηματικούς όρους) πότε ένα άκαμπτο σώμα εκτελεί σύνθετη κίνηση. • Να συσχετίζουν τα μεγέθη της μεταφορικής κίνησης με τα αντίστοιχα της στροφικής.
2.2 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος – Από τη ροπή στην κίνηση • Θεμελιώδης νόμος της στροφικής κίνησης • Στροφορμή άκαμπτου σώματος και συστήματος σωμάτων	• Να αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά του άκαμπτου σώματος και να υπολογίζουν το φυσικό μέγεθος ροπή δύναμης ως προς σημείο και ως προς άξονα. • Να διακρίνουν τη ροπή δύναμης ως προς τα αποτελέσματά της (περιστροφή) από τη δύναμη (μεταφορική κίνηση). • Να συσχετίζουν τη ροπή αδράνειας άκαμπτου σώματος με τη στροφική κίνηση κατ' αναλογία με τη μάζα στη μεταφορική κίνηση.

	• Μεταβολή στροφορμής άκαμπτου σώματος • Η γενικευμένη μορφή του θεμελιώδους νόμου της στροφικής κίνησης -Διατήρηση της στροφορμής άκαμπτου σώματος και εφαρμογές της	• Να διατυπώνουν τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης. • Να εφαρμόζουν τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης σε απλές εφαρμογές (σφαίρα, κύλινδρος, δακτύλιος και όχι σε ράβδο που περιστρέφεται). • Να ορίζουν το φυσικό μέγεθος στροφορμή άκαμπτου σώματος. • Να υπολογίζουν τη στροφορμή άκαμπτου σώματος και συστήματος σωμάτων σε απλές εφαρμογές. • Να ερμηνεύουν τη μεταβολή της στροφορμής άκαμπτου σώματος ως αποτέλεσμα της συνισταμένης ροπής των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό. • Να εφαρμόζουν τη γενικευμένη μορφή του θεμελιώδους νόμου της στροφικής κίνησης σε απλές εφαρμογές. • Να αναφέρουν τις συνθήκες υπό τις οποίες διατηρείται η στροφορμή συστήματος σωμάτων. • Να εξηγούν καταστάσεις της καθημερινής ζωής, στηριζόμενοι/-ες στη διατήρηση της στροφορμής συστήματος σωμάτων (ανακατανομή μάζας και σε καμία περίπτωση μελέτη κρούσεων με χρήση της ΑΔΣ).
	2.3 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος – Από τη ροπή στην Ενέργεια • Κινητική ενέργεια άκαμπτου σώματος στη σύνθετη κίνηση • Έργο και ισχύς • Θεώρημα μεταβολής κινητικής ενέργειας έργου για τη στροφική κίνηση	• Να διακρίνουν την κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής από την κινητική ενέργεια λόγω μεταφορικής κίνησης. • Να υπολογίζουν την κινητική ενέργεια άκαμπτου σώματος που εκτελεί σύνθετη κίνηση. • Να υπολογίζουν το έργο και την ισχύ δύναμης σταθερού μέτρου που είναι συνεχώς εφαπτόμενη στην περιφέρεια στερεού σώματος. • Να εφαρμόζουν τα ενεργειακά θεωρήματα σε περιπτώσεις όπου άκαμπτα σώματα (μόνο σφαίρα, κύλινδρος, δακτύλιος) εκτελούν σύνθετη κίνηση. (Δεν εξετάζουν περιπτώσεις με ράβδο, για να αποφευχθούν προβλήματα ανακύκλωσης και γενικά δε μελετούν περιπτώσεις όπου η γωνιακή επιτάχυνση αλλάζει).
	2.4 Μηχανική ρευστών • Ρευστά σε κίνηση – Η εξίσωση συνέχειας και εφαρμογές της • Η διατήρηση της ενέργειας και η εξίσωση Bernoulli	• Να αναγνωρίζουν τις ιδιότητες του ρευστού. • Να αναγνωρίζουν τις δυνάμεις τριβής μεταξύ των μορίων ενός ρευστού σε κίνηση και τις δυνάμεις συνάφειας μεταξύ των μορίων του ρευστού και των τοιχωμάτων του σωλήνα που το περιέχει. • Να διακρίνουν την τυρβώδη από τη στρωτή ροή. • Να διατυπώνουν τον ορισμό του ιδανικού ρευστού. • Να διακρίνουν τις έννοιες της ρευματικής γραμμής, της φλέβας και της παροχής σωλήνα ή φλέβας. • Να αναγνωρίζουν ότι η εξίσωση συνέχειας σε μία φλέβα ρευστού αποτελεί άμεση συνέπεια της

		αρχής διατήρησης της ύλης (μόνο σε οριζόντιους σωλήνες-δοχεία). • Να εφαρμόζουν την εξίσωση συνέχειας (μόνο σε οριζόντιους σωλήνες-δοχεία). • Να αξιοποιούν τη σχέση υπολογισμού του ρυθμού ροής όγκου ρευστού. • Να γνωρίζουν ότι ο ρυθμός ροής όγκου ρευστού σε έναν σωλήνα είναι σταθερός. • Να εξαγάγουν την εξίσωση Bernoulli, ως συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας $\Delta K + \Delta U_{BAP} = W_{εξωτ}$ (μόνο σε οριζόντιους σωλήνες-δοχεία). • Να εξηγούν πώς εφαρμόζονται τα παραπάνω στην καθημερινή ζωή (σωλήνας Ventouri, άντωση, ροή αίματος στα αγγεία).
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ – ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ	3. ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ	
	3.1 Ιδανικά αέρια, Μακροσκοπική περιγραφή • Από τους πειραματικούς νόμους στην καταστατική εξίσωση	• Να περιγράφουν την ποιοτική σχέση των καταστατικών μεγεθών που χρησιμοποιούνται στους νόμους των αερίων. • Να διατυπώνουν τους νόμους των αερίων και να τους αντιστοιχίζουν με την ισόθερμη, ισόχωρη και ισοβαρή μεταβολή. • Να εφαρμόζουν τους πειραματικούς νόμους σε ανάλυση απλών πειραματικών διαδικασιών και σε απλούς υπολογισμούς. • Να εξηγούν πώς η καταστατική εξίσωση αποτελεί συνδυασμό των νόμων των αερίων. • Να αναπαριστούν τους νόμους των αερίων σε διαγράμματα $P-V$. • Να εφαρμόζουν την καταστατική εξίσωση σε απλές μεταβολές.
	3.2 Κινητική θεωρία των ιδανικών αερίων • Βασικές αρχές της κινητικής θεωρίας του προτύπου «ιδανικό αέριο» - Σύνδεση μακροσκοπικών και μικροσκοπικών μεγεθών • Θεώρημα ισοκατανομής της ενέργειας	• Να διατυπώνουν τις θεωρήσεις στις οποίες βασίζεται η κινητική θεωρία. • Να περιγράφουν το ιδανικό αέριο με βάση την κινητική θεωρία. • Να διατυπώνουν τα συμπεράσματα της θεωρίας σχετικά με τη μέση κινητική ενέργεια των σωματιδίων του αερίου και την πίεση του αερίου. • Να περιγράφουν τη σύνδεση του μικρόκοσμου με τον μακρόκοσμο που επιχειρείται μέσω της κινητικής θεωρίας. • Να εκτιμούν ποιοτικά τη μεταβολή της μέσης μεταφορικής κινητικής ενέργειας των σωματιδίων του αερίου και της πίεσης του αερίου σε σχέση με τη θερμοκρασία. • Να διατυπώνουν το θεώρημα της ισοκατανομής της ενέργειας και να το εφαρμόζουν τόσο σε μονοατομικά μόρια αερίων όσο και σε διατομικά μόρια αερίων, τα άτομα των οποίων είτε βρίσκονται σε σταθερή απόσταση (όχι ταλάντωση) είτε αλλάζει η μεταξύ τους απόσταση (ταλάντωση).
	3.3 Ιδανικά αέρια: Μοριακό μοντέλο	• Να περιγράφουν την κατανομή των μοριακών ταχυτήτων αερίου κατά Maxwell – Boltzmann (M-B).

• Η μοριακή κατανομή των ταχυτήτων αερίου κατά Maxwell-Boltzmann • Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η κατανομή (θερμοκρασία αερίου, σχετική μοριακή μάζα M_r) • Οι σημαντικές ταχύτητες: η πιο πιθανή, η ενεργός (v_{rms}) και η μέση ταχύτητα • Πειραματική επαλήθευση της κατανομής Maxwell-Boltzmann, Πείραμα Zartman	• Να εξηγούν πώς και γιατί αλλάζει η καμπύλη: α. Για το ίδιο αέριο, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του. β. Για δύο αέρια διαφορετικής σχετικής μοριακής μάζας (M_r). • Να ορίζουν τη μέση, την ενεργό και την περισσότερο πιθανή ταχύτητα των μορίων του αερίου. • Να εντοπίζουν στην κατανομή M-B τη μέση, την ενεργό και την περισσότερο πιθανή ταχύτητα των μορίων και να εξηγούν την ανισοτική σχέση μεταξύ τους. • Να περιγράφουν το πείραμα Zartman, με το οποίο αποδεικνύεται πειραματικά η κατανομή M-B.
3.4 1ος Θερμοδυναμικός νόμος και εφαρμογές του • Έργο κατά την εκτόνωση ή συμπίεση αερίου, Θερμότητα, Ειδικές Θερμότητες, Εσωτερική Ενέργεια • 1ος Θερμοδυναμικός Νόμος • Αδιαβατική μεταβολή • Εφαρμογές του 1ου Θερμοδυναμικού Νόμου	• Να διατυπώνουν τους ορισμούς: α. Της αντιστρεπτής και μη αντιστρεπτής μεταβολής και να συνδέουν τους ορισμούς των μεταβολών αυτών με παραδείγματα. β. Της εσωτερικής ενέργειας γενικά και ειδικότερα της εσωτερικής ενέργειας ιδανικού αερίου. • Να παριστάνουν γραφικά μια αντιστρεπτή μεταβολή σε ένα διάγραμμα $P-V$. • Να αποδεικνύουν τη σχέση του έργου αερίου με τις μεταβολές όγκου και με βάση τη σχέση αυτή να εξηγούν πότε το έργο αυτό θεωρείται θετικό και πότε αρνητικό. • Να εξηγούν πώς υπολογίζεται το έργο αερίου από το διάγραμμα $P-V$ για μια αντιστρεπτή μεταβολή. • Να αντιλαμβάνονται τη διαφορά μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας. • Να διατυπώνουν τον 1ο θερμοδυναμικό νόμο και να εξηγούν ότι αποτελεί εφαρμογή της αρχής διατήρησης της ενέργειας. • Να ορίζουν την αδιαβατική, την κυκλική μεταβολή και να διατυπώνουν τον νόμο του Poisson. • Να εφαρμόζουν τον 1ο θερμοδυναμικό νόμο στις παρακάτω μεταβολές ιδανικού αερίου: α. Ισόθερμη, β. Ισοβαρή, γ. Ισόχωρη, δ. Αδιαβατική, ε. Κυκλική. • Να διατυπώνουν τους ορισμούς των ειδικών γραμμομοριακών θερμοτήτων υπό σταθερή πίεση και υπό σταθερό όγκο και επιπρόσθετα: – Να αποδεικνύουν την μεταξύ τους σχέση χρησιμοποιώντας τον 1ο θερμοδυναμικό νόμο. – Να πραγματοποιούν υπολογισμούς για το ιδανικό μονοατομικό αέριο. – Να εξηγούν πού οφείλονται οι αποκλίσεις μεταξύ των θεωρητικών και των πειραματικά υπολογιζόμενων τιμών για τα πραγματικά αέρια.

3.5 2ος Θερμοδυναμικός νόμος και εφαρμογές του • 2ος Θερμοδυναμικός Νόμος - Εφαρμογές του 2ου Θερμοδυναμικού Νόμου. • Θερμικές και ψυκτικές μηχανές	• Να διατυπώνουν τον 2ο θερμοδυναμικό νόμο χρησιμοποιώντας και τις δύο ισοδύναμες μεταξύ τους διατυπώσεις (Kelvin-Planck, Clausius). • Να συνδέουν τον 2ο θερμοδυναμικό νόμο με παραδείγματα από την καθημερινή τους ζωή (π.χ. ψυγείο, κλιματιστικό μηχανήμα). • Να ορίζουν την ψυκτική μηχανή και να διαπιστώνουν τη διαφορά της από τη θερμική μηχανή. • Να συγκρίνουν τον 1ο με τον 2ο θερμοδυναμικό νόμο ως προς τους περιορισμούς που θέτουν στις μετατροπές ενέργειας. • Να διαπιστώνουν, με βάση τον 2ο θερμοδυναμικό νόμο, ποια είναι η κατεύθυνση κατά την οποία τα φαινόμενα συμβαίνουν αυθόρμητα στη φύση. • Να υπολογίζουν την απόδοση θερμικής και ψυκτικής μηχανής.
3.6 Εντροπία • Ορισμός της εντροπίας • Εντροπία και υποβάθμιση της ενέργειας • Υπολογισμός της μεταβολής της εντροπίας για μερικές γνωστές μεταβολές	• Να ορίζουν τη μεταβολή της εντροπίας συστήματος σε συνδυασμό με την ποσοτική περιγραφή κατά Clausius του 2ου θερμοδυναμικού νόμου. • Να ορίζουν τη θερμοδυναμική πιθανότητα (w) και την εντροπία, με βάση την πιθανότητα αυτή, σύμφωνα με τη διατύπωση κατά Boltzmann. • Να εξηγούν τότε η εντροπία σε μια αντιστρεπτή μεταβολή αυξάνεται και τότε μειώνεται. • Να υπολογίζουν τη συνολική μεταβολή της εντροπίας, όταν ένα θερμοδυναμικό σύστημα μεταβαίνει αντιστρεπτά από μια θερμοδυναμική κατάσταση Α σε άλλη θερμοδυναμική κατάσταση Β. • Να αποδεικνύουν ότι κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε μεταβολής ενός απομονωμένου συστήματος η εντροπία αυξάνεται. • Να συνδέουν την αύξηση της εντροπίας με την υποβάθμιση της ενέργειας. • Να εξηγούν τι σημαίνει μικροσκοπικά η αύξηση της εντροπίας ενός συστήματος. • Να υπολογίζουν τη μεταβολή της εντροπίας στις παρακάτω μεταβολές: α. Αντιστρεπτή αδιαβατική, β. Αντιστρεπτή ισόθερμη, γ. Κυκλική, δ. Ελεύθερη εκτόνωση.
3.7 Κύκλος Carnot • Η μηχανή Carnot και η απόδοσή της • Μηχανή Carnot και πραγματικές θερμικές μηχανές	• Να περιγράφουν τη λειτουργία της θεωρητικής μηχανής Carnot, με τη βοήθεια των αντιστρεπτών μεταβολών στις οποίες υποβάλλεται το ιδανικό αέριό της. • Να σχεδιάζουν έναν κύκλο Carnot. • Να αποδεικνύουν τη μαθηματική σχέση από την οποία προκύπτει η απόδοση της μηχανής Carnot με τη βοήθεια του ορισμού της μεταβολής της εντροπίας. • Να περιγράφουν γιατί οι πραγματικές θερμικές μηχανές, οι οποίες λειτουργούν μεταξύ των ίδιων

		ακραίων θερμοκρασιών που λειτουργεί και μια μηχανή Carnot, έχουν απόδοση μικρότερη αυτής. • Να υπολογίζουν την απόδοση σε μηχανή Carnot.
--	--	---

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ – Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ		
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να:
		• Να αξιοποιούν το τυπολόγιο του γνωστικού αντικειμένου, το οποίο τους δίνεται για να επιλύουν ασκήσεις και προβλήματα που συνεισφέρουν στην επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων όλων των ενοτήτων.
	ΠΕΔΙΑ ΔΥΝΑΜΕΩΝ	
ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ	ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1: ΒΑΡΥΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ • Ένταση βαρυτικού πεδίου και σχέση της με την επιτάχυνση της βαρύτητας • Δυναμική ενέργεια και δυναμικό λόγω βαρυτικού πεδίου (έννοιες και μαθηματική περιγραφή) • Κίνηση πλανητών και δορυφόρων σε κυκλικές τροχιές, Νόμοι του Kepler • Ταχύτητα διαφυγής από το βαρυτικό πεδίο, Συνθήκες έλλειψης βαρύτητας	• Να περιγράφουν το βαρυτικό πεδίο χρησιμοποιώντας την έντασή του. • Να αναφέρουν και να εξηγούν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας. • Να αποδέχονται και να επιχειρηματολογούν στο ότι η ένταση του βαρυτικού πεδίου της Γης και άλλων σφαιρικών ουράνιων σωμάτων ταυτίζεται με την επιτάχυνση που αποκτούν τα σώματα στο αντίστοιχο πεδίο βαρύτητας. • Να διακρίνουν ότι το βαρυτικό πεδίο κοντά στην επιφάνεια της Γης θεωρείται ομογενές και η δυναμική ενέργεια, μάζας m σε αυτό, δίνεται από τη γνωστή σχέση: $m \cdot g \cdot h$. • Να εφαρμόζουν τους νόμους του Newton και το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας: – για τη μελέτη της κίνησης δορυφόρων σε κυκλικές τροχιές – για τον υπολογισμό της ταχύτητας διαφυγής από βαρυτικό πεδίο • Να εξηγούν ότι οι συνθήκες έλλειψης βαρύτητας (ΣΕΒ) δεν είναι πραγματικές αλλά φαινομενικές και να τις συνδέουν με επιταχυνόμενες κινήσεις. • Να περιγράφουν τη διαδικασία δημιουργίας τεχνητής βαρύτητας σε έναν διαστημικό σταθμό.
	ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2: ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ • Ηλεκτρική ροή • Νόμος του Gauss για το ηλεκτρικό πεδίο • Ενέργεια φορτισμένου πυκνωτή	• Να δίνουν λειτουργικό ορισμό για την ηλεκτρική ροή και να αναγνωρίζουν τη φυσική της σημασία. • Να εφαρμόζουν τον νόμο του Gauss για τον υπολογισμό της έντασης ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από φορτία ή κατανομές φορτίων που παρουσιάζουν συμμετρία. • Να εφαρμόζουν τον νόμο του Gauss για να αποδεικνύουν την έκφραση για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο εσωτερικό πυκνωτή και τη χωρητικότητα επίπεδου πυκνωτή.

	• Να προσδιορίζουν ποσοτικά τη σχέση έντασης και διαφοράς δυναμικού μεταξύ δύο σημείων σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. • Να περιγράφουν τη διαδικασία φόρτισης πυκνωτή από πηγή και να αναγνωρίζουν ότι η ενέργεια προσφέρεται από την πηγή κατά την παραπάνω διαδικασία και εναποθηκεύεται στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή. • Να γράφουν τις εκφράσεις για την ενέργεια του φορτισμένου πυκνωτή και να εξάγουν την πυκνότητα ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου.
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.3: ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ • Δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κινούμενα φορτισμένα σωματίδια (Lorentz) και ορισμός της έντασης του μαγνητικού πεδίου • Από τη δύναμη Lorentz στη δύναμη Laplace • Πηγές μαγνητικού πεδίου – Νόμος του Ampere • Μαγνητική ροή • Ο Νόμος του Gauss για το μαγνητικό πεδίο	• Να περιγράφουν τα χαρακτηριστικά της δύναμης Lorentz. • Να εντοπίζουν την αναλογία του ορισμού της έντασης του μαγνητικού πεδίου μέσω της δύναμης Lorentz με τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου μέσω της δύναμης που ασκεί το ηλεκτρικό πεδίο. • Να προσεγγίζουν αναλυτικά και συνολικά τις μονάδες των φυσικών μεγεθών στον μαγνητισμό. • Να εξάγουν την έκφραση της δύναμης Laplace από τη δύναμη Lorentz. • Να διατυπώνουν τον νόμο του Ampere για τη σχέση της έντασης του μαγνητικού πεδίου με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. • Να επιχειρηματολογούν για τους τύπους που δίνουν την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από συστήματα ρευμάτων με συμμετρία (ευθυγράμμου ρευματοφόρου αγωγού, κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού και σωληνοειδούς). • Να δίνουν λειτουργικό ορισμό της μαγνητικής ροής. • Να διαπιστώνουν ότι η μαγνητική ροή του μαγνητικού πεδίου ενός ραβδόμορφου μαγνήτη είναι μηδέν. • Να διαπιστώνουν ότι το μαγνητικό πεδίο είναι μη συντηρητικό. • Να συνδυάζουν τη μορφή των δυναμικών γραμμών ενός μαγνητικού πεδίου και την ανυπαρξία μαγνητικών μονόπολων ώστε να διατυπώνουν τον νόμο του Gauss για το μαγνητικό πεδίο.
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.4: ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟΥ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟΥ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ • Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ηλεκτρικό πεδίο	• Να περιγράφουν την κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με αρχική ταχύτητα παράλληλη και κάθετη προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου και να γράφουν τις εξισώσεις κίνησης σε αναλογία με την κίνηση στο ομογενές βαρυτικό πεδίο. • Να περιγράφουν την κίνηση φορτισμένου σωματιδίου στο ακτινικό ηλεκτρικό πεδίο ενός φορτίου με ταχύτητα κάθετη προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου και να γράφουν τις εξισώσεις

	• Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο • Εφαρμογές κίνησης φορτισμένου σωματιδίου σε συνδυασμό ομογενούς ηλεκτρικού και ομογενούς μαγνητικού πεδίου	κίνησης σε αναλογία με την κίνηση ενός δορυφόρου σε κυκλική τροχιά στο ακτινικό βαρυτικό πεδίο της Γης. • Να περιγράφουν τη μονοδιάστατη κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ηλεκτρικό πεδίο ενός ή δύο φορτισμένων σωμάτων εφαρμόζοντας τις αρχές διατήρησης. • Να περιγράφουν το είδος της κίνησης φορτισμένου σωματιδίου ανάλογα με την αρχική ταχύτητα εισόδου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και να προσδιορίζουν τα μεγέθη αυτής της κίνησης. • Να αξιοποιούν τα χαρακτηριστικά της κίνησης φορτισμένων σωματιδίων σε μαγνητικό πεδίο, για να εξηγούν ποιοτικά τη δημιουργία του σέλαος. • Να εξηγούν την αρχή λειτουργίας του κύκлотρου για την επιτάχυνση φορτισμένων σωματιδίων. • Να περιγράφουν τα βασικά μέρη ενός φασματογράφου μάζας και να εξηγούν τη χρήση του για τον διαχωρισμό ιόντων. • Να εξηγούν την αρχή λειτουργίας ενός επιλογέα ταχυτήτων.
	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ • Ο νόμος της Ηλεκτρομαγνητικής Επαγωγής. • Το φαινόμενο της Ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής σε κινούμενο αγωγό (Από τη δύναμη Lorentz στον Νόμο του Faraday) • Ο κανόνας του Lentz • Επαγόμενα ηλεκτρικά πεδία (από χρονικά μεταβαλλόμενα μαγνητικά) • Αυτεπαγωγή	• Να γράφουν τη μαθηματική σχέση που εκφράζει τον νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής για τη δημιουργία ΗΕΔ από επαγωγή. • Να υπολογίζουν την ένταση του επαγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος που αναπτύσσεται σε ηλεκτρικό κύκλωμα, καθώς και το επαγόμενο ηλεκτρικό φορτίο. • Να κατανοούν ότι η φυσική κατάσταση που δημιουργείται στον κινούμενο αγωγό είναι ανάλογη με την κατάσταση που δημιουργείται στις κοινές μπαταρίες. • Να ανάγουν το παραπάνω φαινόμενο στον νόμο του Faraday. • Να διατυπώνουν τον κανόνα του Lentz. • Να εφαρμόζουν τον κανόνα του Lentz για την ερμηνεία πειραμάτων της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και να προσλαμβάνουν ότι ο κανόνας του Lentz αποτελεί συνέπεια της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας. • Να γράφουν τη μαθηματική έκφραση για την ΗΕΔ από αυτεπαγωγή και να εξηγούν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται. • Να αναφέρουν χωρίς απόδειξη τη μαθηματική έκφραση για την ενέργεια πηνίου που διαρρέεται από ρεύμα και να αναγνωρίζουν ότι η ενέργεια αυτή είναι αποθηκευμένη στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου.
	ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2: ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	• Να ερμηνεύουν την αρχή λειτουργίας της γεννήτριας εναλλασσόμενης τάσης και να καταλήγουν στην έκφραση της χρονικής της εξάρτησης. • Να γνωρίζουν ότι ο νόμος του Ωμ για μία αντίσταση ισχύει ανεξάρτητα από τη μορφή της

	• Παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης • Εναλλασσόμενο ρεύμα σε κύκλωμα RLC σε σειρά και ειδικές περιπτώσεις κυκλωμάτων (RL, RC, LC) • Ισχύς σε κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος	τάσης και να τον εφαρμόζουν στην περίπτωση της εναλλασσόμενης τάσης. • Να κατασκευάζουν ποιοτικά στο ίδιο διάγραμμα τη γραφική παράσταση της τάσης και της έντασης του ρεύματος που διαρρέει μία αντίσταση ως συνάρτηση του χρόνου. • Να αναγνωρίζουν τη διαφορά φάσης τάσης και έντασης ηλεκτρικού κυκλώματος σε κυκλώματα με πυκνωτή ή πηνίο και να ορίζουν τη χωρητική και την επαγωγική αντίσταση αντίστοιχα. • Να διαπιστώνουν τη διαφορά φάσης μεταξύ τάσης και έντασης και να παριστάνουν τα μεγέθη τάση και ένταση ως στρεφόμενα διανύσματα. • Να διατυπώνουν σε κυκλώματα με πυκνωτή ή πηνίο τον λειτουργικό ορισμό της χωρητικής αντίστασης (Z_C) ή της επαγωγικής (Z_L) ως γενίκευση του ορισμού της ωμικής αντίστασης. • Να εφαρμόζουν την έκφραση για την εμπίδηση του κυκλώματος χρησιμοποιώντας τη διανυσματική αναπαράσταση των μεγεθών της τάσης και της έντασης του ρεύματος και να εξηγούν την εξάρτηση της εμπίδησης από τη συχνότητα της τάσης. • Να αξιοποιούν τις μαθηματικές εκφράσεις για την ένταση του ρεύματος και την τάση σε συνάρτηση με τον χρόνο σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος με αντίσταση, πυκνωτή και πηνίο. • Να διατυπώνουν τον ορισμό, τη συνθήκη και το αποτέλεσμα του συντονισμού στο κύκλωμα RLC σε σειρά. • Να δίνουν τον λειτουργικό ορισμό των ενεργών τιμών της τάσης και της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος. • Να δίνουν τον λειτουργικό ορισμό της μέσης ισχύος εναλλασσόμενου ρεύματος σε ωμική αντίσταση, σε κύκλωμα RLC και να εισάγουν τον συντελεστή ισχύος.
	ΕΝΟΤΗΤΑ 2.3: ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΟΥ MAXWELL • Οι εξισώσεις του Maxwell	• Να ορίζουν την κυκλοφορία του ηλεκτρικού πεδίου και να επιχειρηματολογούν για τη γενίκευση του νόμου του Faraday. • Να διακρίνουν τους όρους στις 4 εξισώσεις του Maxwell και να εξηγούν την προέλευσή τους. • Να αναγνωρίζουν μέσα από τις εξισώσεις την ύπαρξη της συμμετρίας μεταξύ ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου, που θα ήταν πλήρης αν υπήρχαν στη φύση μαγνητικά μονόπολα.
	ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	
ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ	ΕΝΟΤΗΤΑ 3.1: ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ • Εξίσωση Μηχανικού κύματος, Κυματική εξίσωση	• Να περιγράφουν με τη χρήση μαθηματικών ένα απλό αρμονικό κύμα. • Να αναγνωρίζουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος σε χορδή.

	• Ταχύτητα και ενέργεια κύματος σε χορδή • Φαινόμενο Doppler	• Να γράφουν την έκφραση για τον ρυθμό μεταφοράς ενέργειας από το κύμα στη χορδή. • Να εξηγούν το φαινόμενο Doppler και να εφαρμόζουν τις σχέσεις του σε όλες τις δυνατές περιπτώσεις.
	ΕΝΟΤΗΤΑ 3.2: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ • Από τις εξισώσεις του Maxwell στα ΗΜ κύματα • Ημιτονοειδή ηλεκτρομαγνητικά κύματα • Ενέργεια και Ένταση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων • Παραγωγή ΗΜ κυμάτων	• Να αξιοποιούν τα ποιοτικά συμπεράσματα από την τρίτη (3η) και τέταρτη (4η) εξίσωση του Maxwell, ώστε να συμπεραίνουν ότι ένα χρονικά μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο που διαδίδεται στον χώρο θα συνοδεύεται από ένα επίσης χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο και αντίστροφα, και να ονομάζουν τη διάδοση των δύο πεδίων ΗΜ κύμα. • Να συνδυάζουν την εξίσωση του τρέχοντος ημιτονοειδούς κύματος και να διατυπώνουν τις αντίστοιχες εξισώσεις για τα μέτρα των εντάσεων του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου σε ένα επίπεδο ηλεκτρομαγνητικό κύμα. • Να σχεδιάζουν ένα στιγμιότυπο ημιτονοειδούς κύματος και να επισημαίνουν την καθετότητα των διευθύνσεων των εντάσεων του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου και της ταχύτητας διάδοσης του κύματος. • Να δίνουν λειτουργικό ορισμό για την ένταση αρμονικού ΗΜ κύματος. • Να αναφέρουν την πειραματική επιβεβαίωση των Η/Μ κυμάτων από τον Hertz.
	ΕΝΟΤΗΤΑ 3.3: ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ • Συμβολή κυμάτων • Το πείραμα των δύο σχισμών • Στάσιμα μηχανικά κύματα • Στάσιμα ηλεκτρομαγνητικά κύματα • Περίθλαση • Περίθλαση από μια σχισμή • Πόλωση	• Να ορίζουν και να εξηγούν τι σημαίνει σύμφωνες και ασύμφωνες πηγές κυμάτων για μηχανικά και ΗΜ κύματα. • Να αναγνωρίζουν ότι η συμβολή είναι κοινό φαινόμενο τόσο για τα μηχανικά όσο και για τα ΗΜ κύματα και να την ερμηνεύουν ως αποτέλεσμα της αρχής της υπέρθεσης. • Να αξιοποιούν τη μαθηματική σχέση που συνδέει τη διαφορά δρόμου με το μήκος κύματος κατά την ενισχυτική και αποσβεστική συμβολή. • Να περιγράφουν το πείραμα συμβολής του φωτός από δύο σχισμές του Young. • Να αξιοποιούν την αρχή του Huygens ώστε να εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο οι δύο σχισμές λειτουργούν ως σύμφωνες πηγές φωτός. • Να εξάγουν τη μαθηματική σχέση που δίνει τη θέση των μέγιστων και ελάχιστων στο πείραμα συμβολής σε πέτασμα σε συνάρτηση με τα γεωμετρικά στοιχεία και το μήκος κύματος. • Να κατασκευάζουν ποιοτικά το διάγραμμα της έντασης του φωτός που προσπίπτει σε πέτασμα σε ένα πείραμα διπλής σχισμής και να αντιστοιχίζουν σε αυτό τις θέσεις των φωτεινών και σκοτεινών κροσσών συμβολής. • Να περιγράφουν τη δημιουργία στάσιμων κυμάτων σε γραμμικό ελαστικό μέσο.

		• Να σχεδιάζουν το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος. • Να αναγνωρίζουν και να αξιοποιούν την εξίσωση του στάσιμου κύματος. • Να επιχειρηματολογούν ότι στάσιμο κύμα δε μεταφέρει ενέργεια. • Να μελετούν τη δημιουργία στάσιμων ΗΜ κυμάτων σε πλήρη αντιστοιχία με τα στάσιμα κύματα. • Να αναγνωρίζουν ότι η περίθλαση είναι κοινό χαρακτηριστικό όλων των ειδών των κυμάτων (μηχανικών-ΗΜ). • Να περιγράφουν φαινόμενα περίθλασης από ανοίγματα. • Να αξιοποιούν την αρχή του Huygens και επιχειρήματα συμμετρίας και με βάση αντίστοιχες εικόνες να αναγνωρίζουν τα μέτωπα του κύματος που εξέρχονται από μια οπή και από μια λεπτή σχισμή. • Να περιγράφουν το πείραμα της περίθλασης του φωτός από μια σχισμή ή από ανοίγματα ή εμπόδια. • Να ερμηνεύουν το φαινόμενο της περίθλασης από σχισμή συνδυάζοντας την αρχή του Huygens και το φαινόμενο της συμβολής των δευτερογενών κυμάτων από τα σημεία της σχισμής. • Να προσδιορίζουν με την κατάλληλη εξίσωση τη θέση των ελάχιστων της περίθλασης από μια σχισμή, να παρατηρούν την ομοιότητα της παραπάνω εξίσωσης με εκείνη που προσδιορίζει τα μέγιστα της συμβολής από δύο σχισμές με την εξαίρεση της συμβολής των ακτίνων των κάθετων στη σχισμή. • Να αντιστοιχούν τις θέσεις των ελάχιστων της περίθλασης με ένα ποιοτικό διάγραμμα της έντασης του φωτός που προσπίπτει στο πέτασμα. • Να συμπεραίνουν ότι η (γραμμική) πόλωση είναι γενική χαρακτηριστική ιδιότητα όλων των εγκάρσιων κυμάτων. • Να ερμηνεύουν τους ρόλους του πολωτή και του αναλυτή και τη διαδικασία μερικής διέλευσης ενός κύματος από τον αναλυτή κατ' αναλογία με τα πολωμένα μηχανικά κύματα σε χορδή. • Να ερμηνεύουν τη δημιουργία του πολωμένου φωτός θεωρώντας το φως ως εγκάρσιο ΗΜ κύμα.
	ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΕΝΟΤΗΤΑ 4.1: ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ • Αδρανειακά συστήματα και μετασχηματισμοί του Γαλιλαίου • Το πείραμα των Michelson-Morley	• Να αναφέρουν ότι μεγέθη της κίνησης μετρώνται ως προς ένα αδρανειακό σύστημα συντεταγμένων που ονομάζεται «αδρανειακό σύστημα αναφοράς» και να δίνουν τον λειτουργικό ορισμό του. • Να επιχειρηματολογούν για την επιλογή του κατάλληλου αδρανειακού συστήματος αναφοράς για τη μελέτη μίας κίνησης.

• Τα αξιώματα της Ειδικής θεωρίας της σχετικότητας • Μετασχηματισμοί Lorentz (μόνο περιγραφικά) • Η συστολή του μήκους, η διαστολή του χρόνου και το σχετικιστικό φαινόμενο Doppler • Σχετικιστική ορμή και ενέργεια, εφαρμογές σε επιταχυντές και ανιχνευτές • Ηλεκτρομαγνητική θεωρία και σχετικότητα. Στοιχεία Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας	• Να δίνουν την έκφραση και να υπολογίζουν τη σχετική ταχύτητα ως προς κινούμενο αδρανειακό σύστημα αναφοράς. • Να διατυπώνουν την αρχή της σχετικότητας του Γαλιλαίου. • Να διατυπώνουν και να περιγράφουν με εξισώσεις τους μετασχηματισμούς του Γαλιλαίου. • Να εφαρμόζουν τους μετασχηματισμούς του Γαλιλαίου, για να αποδεικνύουν τον απόλυτο χαρακτήρα του χρόνου, την αναλλοίωτη του 2ου νόμου του Newton και την εξάρτηση της ταχύτητας του φωτός από το σύστημα αναφοράς. • Να περιγράφουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα του πειράματος των Michelson-Morley. • Να διατυπώνουν τα δύο αξιώματα της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας. • Να επιχειρηματολογούν, αξιοποιώντας το αξίωμα του αναλλοίωτου της ταχύτητας του φωτός, για τις διαδικασίες μέτρησης και συγχρονισμού των ρολογιών σε διαφορετικά αδρανειακά συστήματα αναφοράς. • Να αναγνωρίζουν ότι δύο γεγονότα σε ένα αδρανειακό σύστημα αναφοράς μπορεί να είναι ταυτόχρονα και σε ένα άλλο όχι (σχετική φύση του ταυτοχρονισμού). • Να περιγράφουν με τη βοήθεια των εξισώσεων τους μετασχηματισμούς Lorentz, με σχετική κίνηση κατά τον άξονα x. • Να αποδεικνύουν αξιοποιώντας τους μετασχηματισμούς Lorentz ότι η ταχύτητα του φωτός, όταν αυτό διαδίδεται κατά τη διεύθυνση του άξονα x, είναι αναλλοίωτη. • Να αναγνωρίζουν ότι η χρονική διαφορά δύο γεγονότων είναι διαφορετική σε διαφορετικά αδρανειακά συστήματα αναφοράς, να ονομάζουν ιδιόχρονο τη χρονική διαφορά σε ένα σύστημα αναφοράς όπου ο παρατηρητής είναι ακίνητος. • Να αποδεικνύουν και να χρησιμοποιούν τη μαθηματική σχέση που δίνει τη διαστολή του χρόνου για παρατηρητή που κινείται ως προς ένα αδρανειακό σύστημα αναφοράς. • Να ερμηνεύουν το παράδοξο των διδύμων. • Να εξηγούν την απαίτηση του Einstein για τη μέτρηση του μήκους κινούμενης ράβδου, να αποδεικνύουν και να χρησιμοποιούν τη μαθηματική σχέση που δίνει τη συστολή του μήκους της κινούμενης ράβδου. • Να εξηγούν ότι τα φαινόμενα της συστολής του μήκους και της διαστολής του χρόνου είναι πλήρως αντιστρέψιμα. • Να αναγνωρίζουν ότι για να ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής και ο δεύτερος νόμος του Newton σε όλα τα συστήματα αναφοράς είναι αναγκαίο να τροποποιηθούν οι ορισμοί της ορμής και της ενέργειας ενός σωματιδίου.
--	---

		• Να δίνουν λειτουργικούς σχετικιστικούς ορισμούς της ενέργειας και της ορμής ενός σωματιδίου. • Να εξηγούν τι εκφράζει η ενέργεια ηρεμίας ενός σωματιδίου. • Να αναγνωρίζουν την επίδραση της σχετικιστικής μηχανικής στη λειτουργία των επιταχυντών. • Να αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα επέκτασης των αξιωμάτων του Einstein σε μη αδρανειακά (επιταχυνόμενα) συστήματα αναφοράς. • Να εκτιμούν την ακτίνα κάτω από την οποία ένα άστρο μετατρέπεται σε μαύρη τρύπα (ακτίνα Schwarzschild). • Να διατυπώνουν την αρχή της ισοδυναμίας.
ΕΝΟΤΗΤΑ 4.2: ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΛΑΣΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗΝ ΠΡΩΙΜΗ ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ	• Ακτινοβολία μέλανος σώματος (Συνεχή φάσματα) • Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο • Το φαινόμενο Compton • Το ατομικό μοντέλο του Thomson • Το πείραμα του Rutherford και το ατομικό του μοντέλο • Γραμμικά φάσματα και Ατομικές ενεργειακές στάθμες • Το πρότυπο του Bohr • Παραγωγή και φάσματα ακτίνων Χ	• Να αναγνωρίζουν ότι η θερμή ύλη στη συμπεκνωμένη κατάσταση (στερεά ή υγρή) εκπέμπει ακτινοβολία, της οποίας το φάσμα εμφανίζει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και να ορίζουν την ακτινοβολία του μέλανος σώματος. • Να συσχετίζουν τα πειραματικά δεδομένα, των Wien και Stefan – Boltzmann, της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος, καθώς και το πρόβλημα της πειραματικής καμπύλης που έπρεπε να εξηγηθεί. • Να διαπιστώσουν την αποτυχία της κλασικής θεωρίας να εξηγήσει τη «συμπεριφορά» της καμπύλης του μέλανος σώματος στις υψηλές συχνότητες. • Να αναγνωρίζουν την παραδοχή του Planck στην εξήγηση της πειραματικής καμπύλης του μέλανος σώματος. • Να περιγράφουν λεκτικά την ερμηνεία του Planck και να την αξιοποιούν για την ποιοτική ερμηνεία της μορφής της συνάρτησης της έντασης της ακτινοβολίας $I(\lambda)$ ως συνάρτησης του λ. • Να περιγράφουν το πείραμα του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και να σχεδιάζουν το αντίστοιχο κύκλωμα. • Να αντιπαραβάλλουν τα πειραματικά δεδομένα για το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο με τις προβλέψεις της κλασικής ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας. • Να αναγνωρίζουν τη σύγκρουση της κλασικής θεωρίας με τα πειραματικά δεδομένα. • Να αξιοποιούν την υπόθεση του Einstein για την πλήρη εξήγηση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και τη χάραξη των χαρακτηριστικών του καμπυλών. • Να ολοκληρώνουν την πρώτη κβαντική θεωρία για το σωματιδιακό χαρακτήρα του φωτός με την παραδοχή (εξαγωγή) της σχέσης που συνδέει την ορμή του φωτονίου με το μήκος κύματος ($p = \frac{h}{\lambda}$).

	• Να περιγράφουν το φαινόμενο (σκέδαση) Compton. • Να εξηγούν τα μεγέθη που υπεισέρχονται στην εξίσωση για τη μεταβολή του μήκους κύματος της ακτινοβολίας: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c} \cdot (1 - \cos \theta)$ και να αναγνωρίζουν τον σχετικιστικό της χαρακτήρα. • Να περιγράφουν το πρότυπο του Thomson για τη δομή του ατόμου. • Να περιγράφουν και να ερμηνεύουν πειράματα σκέδασης του Rutherford με έμφαση στην οπισθοσκέδαση μερικών βλημάτων. • Να περιγράφουν το πλανητικό πρότυπο του Rutherford για τη δομή του ατόμου. • Να αναγνωρίζουν την αδυναμία της κλασικής Φυσικής να εξηγήσει τη σταθερότητα των ατόμων. • Να συνδέουν την κβάντωση της στροφορμής με τον μηχανισμό εκπομπής φωτονίων (και λόγω της σταθεράς h που έχει τις ίδιες διαστάσεις). • Να διατυπώνουν τις συνθήκες του Bohr. • Να εφαρμόζουν τις συνθήκες του Bohr για τον προσδιορισμό των ακτίνων των (ευσταθών) τροχιών και των ενεργειακών σταθμών του ατόμου του υδρογόνου. • Να ερμηνεύουν με τις συνθήκες του Bohr τα χαρακτηριστικά των εκπεμπόμενων ή απορροφούμενων φωτονίων. • Να προσδιορίζουν την ενέργεια ιονισμού του ατόμου του υδρογόνου. • Να αναγνωρίζουν την κβάντωση ως κομβική ιδέα στη σταθερότητα της ύλης. • Να αναγνωρίζουν ότι το πρότυπο του Bohr συνδυάζει αρχές της κβαντικής Φυσικής (συνθήκες του Bohr) με τους νόμους της κλασικής μηχανικής (ύπαρξη τροχιάς) και επομένως έχει ημικλασικό χαρακτήρα. • Να περιγράφουν τα βασικά μέρη μιας συσκευής ακτίνων X, να συγκρίνουν την παραγωγή των ακτίνων X με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και να διαπιστώνουν την αναλογία (αντίστροφο του φωτοηλεκτρικού). • Να περιγράφουν το φάσμα των ακτίνων X και να εντοπίζουν την ύπαρξη συνεχούς και γραμμικού τμήματος και να δίνουν τις απαραίτητες εξηγήσεις για τον σχηματισμό τους και τα χαρακτηριστικά τους. • Να προσδιορίζουν το $\lambda_{\min}$ του συνεχούς φάσματος των ακτίνων X. • Να αναγνωρίζουν εφαρμογές των ακτίνων X.
ΕΝΟΤΗΤΑ 4.3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ • Ο κυματοσωματιδιακός δυϊσμός για το φως. Κύματα ύλης:	• Να αναφέρουν τα χαρακτηριστικά ενός σωματιδίου και ενός κύματος και να συμπεραίνουν ότι στην κλασική Φυσική τα σωματίδια και τα κύματα είναι δύο ξεχωριστές οντότητες. • Να αναφέρουν φαινόμενα που έχουν μελετήσει θεωρώντας ότι το φως (ηλεκτρομαγνητική

• Ο κυματοσωματιδιακός δυϊσμός για το ηλεκτρόνιο • Η αρχή της Απροσδιοριστίας και εφαρμογές της • Κυματοσυναρτήσεις για σωματίδιο σε κουτί • Εξίσωση του Schrödinger (περιγραφή και ερμηνεία των όρων στην χρονοανεξάρτητη εξίσωση σε μια διάσταση)	ακτινοβολία) συμπεριφέρεται ως κύμα, καθώς και φαινόμενα στα οποία συμπεριφέρεται ως δέσμη σωματιδίων (με μηδενική μάζα ηρεμίας). • Να συνδέουν την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας $I = \frac{\text{Μεταφερόμενη Ενέργεια}}{(\text{μονάδα χρόνου}) \cdot (\text{μονάδα επιφάνειας})} \quad (\text{Κυματική Περιγραφή}) \quad I = \frac{(\text{Αριθμός Φωτονίων}) \cdot E_{\phi}}{(\text{μονάδα χρόνου}) \cdot (\text{μονάδα επιφάνειας})} \quad (\text{σωματιδιακή περιγραφή}), \text{ όπου } E_{\phi} \text{ η ενέργεια φωτονίου.}$ • Να συνδέουν την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που είναι ανάλογη με την Ένταση Ηλεκτρικού πεδίου στο τετράγωνο (E^2) (Κυματική Περιγραφή) με την ένταση που είναι ανάλογη με $\sim \frac{\text{πιθανότητα εύρεσης ενός φωτονίου}}{(\text{μονάδα χρόνου}) \cdot (\text{μονάδα επιφάνειας})}$ (σωματιδιακή περιγραφή). • Να διατυπώνουν την υπόθεση De Broglie και να αξιοποιούν τις μαθηματικές σχέσεις για το μήκος κύματος και τη συχνότητα των υλικών κυμάτων. • Να περιγράφουν την κυματική συμπεριφορά των σωματιδίων αποδίδοντάς τους αντίστοιχη συχνότητα και μήκος κύματος. • Να εξηγούν γιατί δεν είναι πειραματικά ανιχνεύσιμο το μήκος κύματος De Broglie στον μακρόκοσμο. • Να αναγνωρίζουν ότι η κυματική συμπεριφορά των σωματιδίων εκδηλώνεται σε πειράματα περίθλασης, συμβολής όταν το λ τους είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με οπές ή εμπόδια. • Να εξάγουν τη συνθήκη του Bohr για την κβάντωση της στροφορμής υποθέτοντας ότι το ηλεκτρόνιο σχηματίζει στάσιμα κύματα κατά μήκος της κυκλικής τροχιάς στο άτομο. • Να αναγνωρίζουν ότι η αρχή της απροσδιοριστίας για την ταχύτητα και τη θέση ενός σωματιδίου ($\Delta x \cdot \Delta v_x \geq \frac{h}{2 \cdot \pi \cdot m}$) καταργεί την έννοια της τροχιάς για την περιγραφή της κίνησης ενός σωματιδίου, η οποία είναι βασική έννοια για την κλασική μηχανική. • Να αναγνωρίζουν την αρχή της απροσδιοριστίας θέσης-ορμής ως εγγενή αρχή της φύσης και όχι ως αδυναμία των μετρητικών οργάνων. • Να αναγνωρίζουν ότι η αρχή της απροσδιοριστίας αποτελεί θεμελιώδη ιδιότητα των νόμων της φύσης και περιορίζει στις περισσότερες περιπτώσεις τις όποιες θεωρητικές προβλέψεις σε πιθανοθεωρητικές ή στατιστικές, σε αντίθεση με τον αυστηρά αιτιοκρατικό χαρακτήρα της κλασικής Φυσικής. • Να αναγνωρίζουν ότι στον μικρόκοσμο, όπου οι διαστάσεις ($\Delta x \sim x$) και οι μάζες ($\Delta p \sim p$) είναι πολύ μικρές, η αρχή της αβεβαιότητας
--	--

	/απροσδιοριστίας παίζει κυρίαρχο ρόλο και επομένως επικρατεί η κβαντική περιγραφή, ενώ $\frac{\Delta x}{x} \rightarrow 0$ στον μακρόκοσμο, όπου η οι διαστάσεις (x) και οι μάζες $\frac{\Delta p}{p} \rightarrow 0$ (p) είναι μεγάλες, η αρχή της αβεβαιότητας /απροσδιοριστίας δεν παίζει κανέναν ρόλο και επομένως επικρατεί η κλασική περιγραφή. • Να διατυπώνουν την αρχή της αβεβαιότητας για την ενέργεια και τον χρόνο και να εξηγούν το περιεχόμενο των συμβόλων. • Να περιγράφουν τις καταστάσεις σωματιδίου σε κουτί μήκους L ως στάσιμα κύματα (ικανοποιούν την εξίσωση: $\Psi(x) = A \sin(\frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \cdot x)$), αντίστοιχα με τα στάσιμα κύματα σε χορδή με στερεωμένα τα άκρα και να προσδιορίζουν τις επιτρεπόμενες ενεργειακές στάθμες. • Να γνωρίζουν ότι η ταλάντωση χορδής (μία διάσταση) περιγράφεται από την εξίσωση κύματος που επαληθεύει μία εξίσωση που λέγεται διαφορική. • Να αντιστοιχίσουν την εξίσωση κύματος με την κυματοσυνάρτηση $\psi(x)$ που ικανοποιεί την ίδια εξίσωση. • Να αναγνωρίζουν τα μεγέθη που εμφανίζονται στη γενική μορφή της χρονοανεξάρτητης εξίσωσης του Schrödinger, που αποτελεί τη θεμελιώδη εξίσωση της κβαντικής μηχανικής. • Να ερμηνεύουν το $\Psi(x) ^2$ ως την (πυκνότητα) πιθανότητα εύρεσης του σωματιδίου σε ορισμένη περιοχή του χώρου. • Να εξηγούν ότι το φαινόμενο σήραγγας δεν μπορεί να ερμηνευτεί με τη κλασική Φυσική και να το διερευνούν δίνοντας ποιοτικές εξηγήσεις με βάση την αρχή της απροσδιοριστίας $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2\pi}$.
ΕΝΟΤΗΤΑ 4.4: ΑΤΟΜΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ • Το άτομο του υδρογόνου: Κβαντικοί αριθμοί • Πειραματική μελέτη της κβάντωσης της στροφορμής • Το σπιν του ηλεκτρονίου • Μποζόνια, φερμιόνια και απαγορευτική αρχή	• Να θεωρούν ως σημείο αφετηρίας της περιγραφής του ατόμου του υδρογόνου την εξίσωση του Schrödinger (SE). • Να πληροφορούνται ότι οι λύσεις της SE είναι συμβατές με την κβάντωση της ενέργειας του Bohr (κύριος κβαντικός αριθμός). • Να αναφέρουν ότι, αν το ηλεκτρόνιο δε βρίσκεται σε σφαιρικό φλοιό, τότε έχει τροχιακή στροφορμή με μη μηδενικό μέτρο και ότι μόνο το

• Λείζερ	μέτρο της L και μια συνιστώσα της L_z είναι δυνατόν να μετρηθούν συγχρόνως. • Να αναγνωρίζουν ότι τα μεγέθη L και L_z είναι κβαντισμένα και να γράφουν τις τιμές τους εισάγοντας τους αντίστοιχους κβαντικούς αριθμούς l και m_l. • Να αναφέρουν ότι η κβάντωση των L και L_z προκύπτει από την αντίστοιχη εξίσωση του Schrödinger. • Να αναγνωρίζουν ότι η παρουσία του μαγνητικού πεδίου μεταβάλλει το φάσμα εκπομπής των ατόμων και να περιγράφουν σχετικά πειράματα (Stern-Gerlach, φαινόμενο Zeeman). • Να αναγνωρίζουν ότι το άτομο στο μαγνητικό πεδίο αποκτά ενέργεια που οφείλεται στη στροφορμή του ηλεκτρονίου. • Να αναφέρουν τις πειραματικές ενδείξεις που οδήγησαν στην εισαγωγή μιας επιπλέον κβαντισμένης στροφορμής για το ηλεκτρόνιο που ονομάζεται σπιν, και να εξηγούν ότι το σπιν του ηλεκτρονίου δεν είναι αντίστοιχο μέγεθος της κλασικής ιδιοστροφορμής, διότι το ηλεκτρόνιο είναι σημειακό. • Να αναγνωρίζουν ότι η ιδιοστροφορμή ενός σωματιδίου προσδιορίζεται από το μέτρο της (S) από τη συνιστώσα S_z και ότι τα μεγέθη S και S_z είναι κβαντισμένα. • Να προσδιορίζουν τις τιμές των μεγεθών S και S_z εισάγοντας τους αντίστοιχους κβαντικούς αριθμούς του σπιν (s) που παίρνει ακέραιες ή ημιακέραιες τιμές και της συνιστώσας του σπιν (m_s) που παίρνει τιμές από $-s$ έως $+s$. • Να αναγνωρίζουν ότι η κατάσταση ενός ηλεκτρονίου περιγράφεται από την τετράδα των κβαντικών αριθμών: n, l, m_l, m_s. • Να αναγνωρίζουν ότι όλα τα σωματρία έχουν σπιν. Τα σωματρία που αποτελούν τη συνήθη ύλη έχουν σπιν με κβαντικό αριθμό $\frac{1}{2}$, ενώ τα φωτόνια και τα πιόνια έχουν σπιν με κβαντικούς αριθμούς 1 και 0 αντίστοιχα. • Να αναγνωρίζουν ότι στο πλαίσιο της κβαντικής θεωρίας η στατιστική που ακολουθούν τα σωματρία εξαρτάται από το σπιν τους και είναι διαφορετική από την κλασική κατανομή Maxwell-Boltzmann. • Να αναγνωρίζουν ότι τα σωματρία με ακέραιο κβαντικό αριθμό σπιν ακολουθούν την κατανομή Bose-Einstein και ονομάζονται μποζόνια. • Να αναγνωρίζουν ότι τα σωματρία με ημιακέραιο κβαντικό αριθμό σπιν ακολουθούν την κατανομή Fermi - Dirac και ονομάζονται φερμιόνια. • Να διατυπώνουν την απαγορευτική αρχή του Pauli. • Να αναγνωρίζουν την εκπομπή και την απορρόφηση του φωτός ως διαδικασίες
--	--

	αλληλεπίδρασης ατόμου (ή δομικών λίθων της ύλης) και φωτονίου. • Να διακρίνουν την αυθόρμητη από την εξαναγκασμένη εκπομπή φωτονίων από άτομα. • Να εξηγούν την αρχή λειτουργίας ενός λέιζερ ως εξαναγκασμένης εκπομπής φωτός.
ΕΝΟΤΗΤΑ 4.5: ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ • Ιδιότητες των πυρήνων • Ενέργεια σύνδεσης και σταθερότητα του πυρήνα • Ισχυρή δύναμη και ενεργειακές στάθμες του πυρήνα • Ραδιενεργές μετατροπές • Νόμος των ραδιενεργών διασπάσεων • Πυρηνικές αντιδράσεις • Πυρηνική σχάση • Πυρηνική σύντηξη • Βιολογικές επιπτώσεις της ακτινοβολίας	• Να αναφέρουν με βάση τα εμπειρικά δεδομένα τις ιδιότητες των πυρήνων (περίπου ίδια πυκνότητα και σφαιρική κατανομή φορτίου). • Να εξηγούν ότι το έλλειμμα μάζας των πυρήνων οφείλεται στην αρνητική δυναμική ενέργεια που συνδέεται με την ισχυρή πυρηνική δύναμη μεταξύ των νουκλεονίων. • Να συνδέουν την ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο με τη σταθερότητα των πυρήνων και να αξιοποιούν το αντίστοιχο διάγραμμα για να προσδιορίζουν την περιοχή με τους σταθερότερους πυρήνες και να προβλέπουν πιθανές αυθόρμητες αντιδράσεις σύντηξης ή σχάσης πυρήνων. $\frac{E_B}{A}$ • Να αναγνωρίζουν ότι το πηλίκο $\frac{E_B}{A}$ είναι σχεδόν σταθερό στην περιοχή γύρω από τα 8 MeV νουκλεονιο και να αναγνωρίζουν ότι αυτό οδηγεί στην υπόθεση ότι τα νουκλεόνια του πυρήνα αλληλεπιδρούν με δυνάμεις μικρής εμβέλειας. • Να αναγνωρίζουν στο διάγραμμα Segre N-Z ότι το $\frac{N}{Z}$ πηλίκο αυξάνεται όταν αυξάνεται ο μαζικός αριθμός. • Να περιγράφουν την εκπομπή ενός σωματιδίου α από βαρείς πυρήνες και να αξιοποιούν την έννοια της ενέργειας για να εξηγούν ότι η εκπομπή σωματιδίων α ευνοείται ενεργειακά. • Να περιγράφουν τις διαφορετικές διαδικασίες της β διάσπασης: β^-, β^+ και να τη συνδέουν με τις ασθενείς αλληλεπιδράσεις. • Να γράφουν τις αντίστοιχες εξισώσεις και να διακρίνουν ότι τα ελεύθερα πρωτόνια είναι σταθερά/δε διασπώνται, σε αντίθεση με τα νετρόνια, τα οποία διασπώνται πολύ γρήγορα. Να συνδέσουν τη διάσπαση του νετρονίου με τη μεγαλύτερη μάζα του σε σχέση με το πρωτόνιο. • Να συνδέουν την υπόθεση ύπαρξης των νετρίνων, στις διασπάσεις β, με την αποκατάσταση της ισχύος των αρχών διατήρησης ορμής, ενέργειας και στροφορμής. • Να αναφέρουν ότι τα νετρίνα έχουν πολύ μικρή μάζα, αλλά κρίσιμη για την εξέλιξη του σύμπαντος • Να αναγνωρίζουν ότι μια ραδιενεργός διάσπαση είναι μια κβαντική διαδικασία που περιγράφεται με πιθανότητες και να ορίζουν τη σταθερά

	διάσπασης λ ως την πιθανότητα διάσπασης ενός πυρήνα ανά μονάδα χρόνου. • Να ορίζουν την ενεργότητα ενός δείγματος και τις μονάδες της. • Να εκφράζουν τον νόμο των ραδιενεργών διασπάσεων σε εκθετική μορφή τονίζοντας ότι έχει στατιστικό περιεχόμενο. • Να ορίζουν τον χρόνο υποδιπλασιασμού και να αποδεικνύουν τη σχέση με τη σταθερά διάσπασης. • Να περιγράφουν την αρχή της μεθόδου της ραδιοχρονολόγησης και να αναφέρουν σχετικές εφαρμογές. • Να αναγνωρίζουν τη δυνατότητα πραγματοποίησης τεχνητών (όχι αυθόρμητων) πυρηνικών αντιδράσεων που οδηγούν σε μεταστοιχείωση. • Να εφαρμόζουν στις πυρηνικές αντιδράσεις τις αρχές διατήρησης του φορτίου, του αριθμού των νουκλεονίων και της ενέργειας – μάζας. • Να διακρίνουν τις πυρηνικές αντιδράσεις σε εξώθερμες και ενδόθερμες και να ορίζουν την ενέργεια κατωφλίου. • Να περιγράφουν την απορρόφηση νετρονίων από βαρείς πυρήνες που οδηγεί στην παραγωγή υπερουράνιων στοιχείων. • Να διακρίνουν την επαγόμενη με απορρόφηση νετρονίων από την αυθόρμητη σχάση. • Να διακρίνουν τη σχάση του ^{238}U από ταχεία νετρόνια από τη σχάση του ^{235}U από βραδέα νετρόνια και να εξηγούν γιατί η τελευταία οδηγεί σε αλυσιδωτή αντίδραση. • Να περιγράφουν τα βασικά μέρη ενός πυρηνικού αντιδραστήρα και να αναφέρουν τον ρόλο τους. • Να περιγράφουν την αλυσίδα πρωτονίου-πρωτονίου ως σειρά αντιδράσεων σύντηξης και να τη συνδέουν με τις τρεις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις. • Να αναφέρουν ότι οι αντιδράσεις σύντηξης αποτελούν την πηγή ενέργειας του Ήλιου και των άλλων αστέρων κατά το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους. • Να εκτιμούν τη θερμοκρασία των θερμοπυρηνικών αντιδράσεων σύντηξης.
ΕΝΟΤΗΤΑ 4.6: ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΚΑΙ ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑ • Στοιχειώδη σωματίδια • Κβαντική περιγραφή των αλληλεπιδράσεων • Θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις: Τα Μποζόνια • Η ενοποίηση των αλληλεπιδράσεων • Η εξέλιξη του σύμπαντος	• Να αναφέρουν ότι τα ποζιτρόνια (αντισωματίδια του ηλεκτρονίου) ανακαλύφθηκαν στις κοσμικές ακτίνες, ενώ πρωτόνια και αντιπρωτόνια παρήχθησαν από επιταχυντές. • Να περιγράφουν την εξαύλωση ζεύγους σωματιδίου - αντισωματιδίου και να αναφέρουν εφαρμογές στην ιατρική και την αστροφυσική. • Να αναφέρουν ότι η κβαντική ηλεκτροδυναμική είναι η σχετικιστική κβαντική θεωρία που περιγράφει τις ηλεκτρομαγνητικές αλληλεπιδράσεις και αναπτύχθηκε από τον R. Feynman.

	• Να αναγνωρίζουν ότι όλα τα σωματίδια έχουν σπιν. Τα σωματίδια που αποτελούν τη συνήθη ύλη έχουν $\frac{1}{2}$ σπιν με κβαντικό αριθμό $\frac{1}{2}$, ενώ τα φωτόνια και τα πιόνια έχουν σπιν με κβαντικούς αριθμούς 1 και 0 αντίστοιχα. • Να αναγνωρίζουν ότι στο πλαίσιο της κβαντικής θεωρίας η στατιστική που ακολουθούν τα σωματίδια εξαρτάται από το σπιν τους και είναι διαφορετική από την κλασική κατανομή Maxwell-Boltzmann. • Να αναφέρουν ότι τα βαρύτερα αδρόνια μετασχηματίζονται σε ελαφρύτερα με την επίδραση της ηλεκτρασθενούς δύναμης και ότι το ίδιο ισχύει και για τα λεπτόνια. • Να αναφέρουν ότι στο πλαίσιο της κβαντικής θεωρίας πεδίου, οι θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις πραγματοποιούνται μέσω της ανταλλαγής σωματιδίων-φορέων της αλληλεπίδρασης που είναι μποζόνια (κβάντα του πεδίου). • Να αναφέρουν ότι οι φορείς αλληλεπίδρασης δεν είναι τα πραγματικά (παρατηρήσιμα) σωματίδια, για αυτό ονομάζονται δυνητικά (virtual) (μη παρατηρήσιμα). • Να αναφέρουν τους φορείς των θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων, καθώς και τα χαρακτηριστικά τους. • Να αναφέρουν ότι στο πλαίσιο της κβαντικής θεωρίας κάθε πεδίο συνδέεται με σωματίδια που ονομάζονται κβάντα του πεδίου και είναι μποζόνια και να αναγνωρίζουν ότι το φωτόνιο είναι το κβάντο του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. • Να αναφέρουν ότι κάθε κβάντο του πεδίου συνδέεται με ένα διατηρούμενο φυσικό μέγεθος και είναι φορέας της αλληλεπίδρασης που περιγράφει το πεδίο, π.χ. το φωτόνιο συνδέεται με το ηλεκτρικό φορτίο και είναι φορέας της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης. • Να αναφέρουν για τις 4 θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις τους φορείς και τα διατηρούμενα φυσικά μεγέθη. • Να αναφέρουν ότι τα μποζόνια/κβάντα των πεδίων αποκτούν μάζα μέσω της αλληλεπίδρασης με ένα άλλο πεδίο, το κβάντο του οποίου είναι το μποζόνιο Higgs. • Να αναφέρουν το χρονικό επιτυχημένων προσπαθειών ενοποίησης των αλληλεπιδράσεων με τις αντίστοιχες πειραματικές επιβεβαιώσεις (από το φωτόνιο στο «σωματίδιο του Θεού»). • Να αναφέρουν τα χαρακτηριστικά (φορτίο, μάζα, σπιν) των 4 μποζονίων βαθμίδας της ηλεκτρασθενούς αλληλεπίδρασης και να ταυτοποιούν το ένα με το δυνητικό φωτόνιο. • Να διατυπώνουν τον νόμο του Hubble για τον ρυθμό απομάκρυνσης δύο γαλαξιών και να εξηγούν τα σύμβολα που εμφανίζονται σε αυτόν.
--	--

	• Να αναγνωρίζουν ότι ο νόμος του Hubble περιγράφει ένα διαστελλόμενο σύμπαν και να εξηγούν ότι προέκυψε από παρατηρήσεις μετατόπισης προς το ερυθρό φασμάτων φωτός που προέρχονται από μακρινούς γαλαξίες. • Να διατυπώνουν την κοσμολογική αρχή και να συμπεραίνουν ότι ο νόμος του Hubble οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το σύμπαν δεν ήταν αιώνιο, αλλά δημιουργήθηκε από μια αρχέγονη έκρηξη. • Να αναγνωρίζουν ότι η διαστολή του σύμπαντος επιβραδύνθηκε λόγω της βαρυτικής έλξης μεταξύ των γαλαξιών. • Να προσδιορίζουν με βάση τη νευτώνεια μηχανική την κρίσιμη πυκνότητα του σύμπαντος. • Να σχολιάζουν την αναγκαιότητα ύπαρξης της σκοτεινής ύλης και να αναφέρουν πιθανές αιτίες προέλευσής της. • Να ορίζουν τον χρόνο Planck και να περιγράφουν το καθιερωμένο πρότυπο της ιστορίας του σύμπαντος.
--	--

Το παρόν Πρόγραμμα Σπουδών - πλην της Φυσικής Προσανατολισμού Γ' Λυκείου - θα εφαρμοστεί πιλοτικά - σε συνδυασμό με τα ισχύοντα Προγράμματα Σπουδών - σε όλα τα Πρότυπα και Πειραματικά Γενικά Λύκεια της χώρας κατά τα σχολικά έτη 2021-2022 και 2022-2023.

Από το σχολικό έτος 2023-2024 θα εφαρμοστεί στην Α' τάξη όλων των Γενικών Λυκείων της χώρας.

Από το σχολικό έτος 2024-2025 θα εφαρμοστεί στην Β' τάξη όλων των Γενικών Λυκείων της χώρας.

Από το σχολικό έτος 2025-2026 θα εφαρμοστεί στην Γ' τάξη όλων των Γενικών Λυκείων της χώρας.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 11 Νοεμβρίου 2021

Η Υφυπουργός

ΖΩΗ ΜΑΚΡΗ



ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

Το Εθνικό Τυπογραφείο αποτελεί δημόσια υπηρεσία υπαγόμενη στην Προεδρία της Κυβέρνησης και έχει την ευθύνη τόσο για τη σύνταξη, διαχείριση, εκτύπωση και κυκλοφορία των Φύλλων της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ), όσο και για την κάλυψη των εκτυπωτικών - εκδοτικών αναγκών του δημοσίου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα (ν. 3469/2006/Α' 131 και π.δ. 29/2018/Α' 58).

1. ΦΥΛΛΟ ΤΗΣ ΕΦΗΜΕΡΙΔΑΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΦΕΚ)

- Τα **ΦΕΚ σε ηλεκτρονική μορφή** διατίθενται δωρεάν στο **www.et.gr**, την επίσημη ιστοσελίδα του Εθνικού Τυπογραφείου. Όσα ΦΕΚ δεν έχουν ψηφιοποιηθεί και καταχωριστεί στην ανωτέρω ιστοσελίδα, ψηφιοποιούνται και αποστέλλονται επίσης δωρεάν με την υποβολή αίτησης, για την οποία αρκεί η συμπλήρωση των αναγκαίων στοιχείων σε ειδική φόρμα στον ιστότοπο **www.et.gr**.

- Τα **ΦΕΚ σε έντυπη μορφή** διατίθενται σε μεμονωμένα φύλλα είτε απευθείας από το Τμήμα Πωλήσεων και Συνδρομητών, είτε ταχυδρομικά με την αποστολή αιτήματος παραγγελίας μέσω των ΚΕΠ, είτε με ετήσια συνδρομή μέσω του Τμήματος Πωλήσεων και Συνδρομητών. Το κόστος ενός ασπρόμαυρου ΦΕΚ από 1 έως 16 σελίδες είναι 1,00 €, αλλά για κάθε επιπλέον οκτασέλιδο (ή μέρος αυτού) προσαυξάνεται κατά 0,20 €. Το κόστος ενός έγχρωμου ΦΕΚ από 1 έως 16 σελίδες είναι 1,50 €, αλλά για κάθε επιπλέον οκτασέλιδο (ή μέρος αυτού) προσαυξάνεται κατά 0,30 €. Το τεύχος Α.Σ.Ε.Π. διατίθεται δωρεάν.

• Τρόποι αποστολής κειμένων προς δημοσίευση:

Α. Τα κείμενα προς δημοσίευση στο ΦΕΚ, από τις υπηρεσίες και τους φορείς του δημοσίου, αποστέλλονται ηλεκτρονικά στη διεύθυνση **webmaster.et@et.gr** με χρήση προηγμένης ψηφιακής υπογραφής και χρονοσήμανσης.

Β. Κατ' εξαίρεση, όσοι πολίτες δεν διαθέτουν προηγμένη ψηφιακή υπογραφή μπορούν είτε να αποστέλλουν ταχυδρομικά, είτε να καταθέτουν με εκπρόσωπό τους κείμενα προς δημοσίευση εκτυπωμένα σε χαρτί στο Τμήμα Παραλαβής και Καταχώρισης Δημοσιευμάτων.

- Πληροφορίες, σχετικά με την αποστολή/κατάθεση εγγράφων προς δημοσίευση, την ημερήσια κυκλοφορία των Φ.Ε.Κ., με την πώληση των τευχών και με τους ισχύοντες τιμοκαταλόγους για όλες τις υπηρεσίες μας, περιλαμβάνονται στον ιστότοπο (**www.et.gr**). Επίσης μέσω του ιστότοπου δίδονται πληροφορίες σχετικά με την πορεία δημοσίευσης των εγγράφων, με βάση τον Κωδικό Αριθμό Δημοσιεύματος (ΚΑΔ). Πρόκειται για τον αριθμό που εκδίδει το Εθνικό Τυπογραφείο για όλα τα κείμενα που πληρούν τις προϋποθέσεις δημοσίευσης.

2. ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΕΣ - ΕΚΔΟΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ

Το Εθνικό Τυπογραφείο ανταποκρινόμενο σε αιτήματα υπηρεσιών και φορέων του δημοσίου αναλαμβάνει να σχεδιάσει και να εκτυπώσει έντυπα, φυλλάδια, βιβλία, αφίσες, μπλοκ, μηχανογραφικά έντυπα, φακέλους για κάθε χρήση, κ.ά.

Επίσης σχεδιάζει ψηφιακές εκδόσεις, λογότυπα και παράγει οπτικοακουστικό υλικό.

Ταχυδρομική Διεύθυνση: Καποδιστρίου 34, τ.κ. 10432, Αθήνα

ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ: 210 5279000 - fax: 210 5279054

ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΚΟΙΝΟΥ

Πωλήσεις - Συνδρομές: (Ισόγειο, τηλ. 210 5279178 - 180)

Πληροφορίες: (Ισόγειο, Γρ. 3 και τηλεφ. κέντρο 210 5279000)

Παραλαβή Δημ. Ύλης: (Ισόγειο, τηλ. 210 5279167, 210 5279139)

Ωράριο για το κοινό: Δευτέρα ως Παρασκευή: 8:00 - 13:30

Ιστότοπος: **www.et.gr**

Πληροφορίες σχετικά με την λειτουργία του ιστότοπου: **helpdesk.et@et.gr**

Αποστολή ψηφιακά υπογεγραμμένων εγγράφων προς δημοσίευση στο ΦΕΚ: **webmaster.et@et.gr**

Πληροφορίες για γενικό πρωτόκολλο και αλληλογραφία: **grammateia@et.gr**

Πείτε μας τη γνώμη σας,

για να βελτιώσουμε τις υπηρεσίες μας, συμπληρώνοντας την ειδική φόρμα στον ιστότοπό μας.

