

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΙΣ Α΄, Β΄, Γ΄ ΤΑΞΕΙΣ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΔΟΣΗ, ΑΘΗΝΑ 2022

Πράξη «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων Σπουδών και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» - MIS: 5035542

Γνωστικό Πεδίο: ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ
Γνωστικό Αντικείμενο/επίπεδο εκπαίδευσης: ΦΥΣΙΚΗ - ΛΥΚΕΙΟ

Το Πρόγραμμα Σπουδών εκπονήθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) Νέο πρόγραμμα σπουδών» - ΕΣΠΑ 2007-2013 και επικαιροποιήθηκε σύμφωνα με την Πράξη 10/25-02-2021 του ΙΕΠ από τους ακόλουθους εμπειρογνώμονες:

Τόμπρας Γεώργιος, Γιάννακας Γεώργιος, Δημητριάδης Παναγιώτης, Καπογιάννης Αθανάσιος, Κατέρης Αλέξανδρος, Παπασίμπα Λαμπρινή, Πολυζώης Γεώργιος

Περιεχόμενα

Α΄ Μέρος	1
Α. ΦΥΣΙΟΓΝΩΜΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	1
Β. ΣΚΟΠΟΘΕΣΙΑ	1
Επιμέρους Στόχοι του ΠΣ Φυσικής Γενικής Παιδείας	2
Επιμέρους Στόχοι του ΠΣ Φυσικής Προσανατολισμού	2
Γ. Περιεχόμενο – Θεματικά πεδία.....	2
Η διαγώνια διαδικασία οργάνωσης του περιεχομένου	3
Δ. Διδακτική πλαισίωση – Σχεδιασμός Μάθησης.....	3
Επιστημονικές πρακτικές	3
Μέθοδοι διδασκαλίας.....	5
Εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων	6
Α. Πολλαπλές Εξωτερικές Αναπαραστάσεις (ΠΕΑ).....	6
Β. Λύση Προβλήματος	8
Γ. Πειραματισμός – Εργαστήριο.....	8
Δ. Ψηφιακές Προσεγγίσεις	9
Ε. Αξιολόγηση	9
Β΄ Μέρος.....	11
Β1. Συγκεντρική Απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών	11
Φυσική Γενικήσ Παιδείασ – Α΄ Λυκείου	11
Β2. Αναλυτική Απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών.....	21

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΙΣ Α', Β', Γ' ΤΑΞΕΙΣ ΛΥΚΕΙΟΥ

Α' Μέρος

Α. ΦΥΣΙΟΓΝΩΜΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Το γνωσιακό αντικείμενο **Φυσική Λυκείου** αφορά στη σχολική εκδοχή της επιστήμης της Φυσικής, όπως αυτή πρέπει να παρουσιάζεται στα μαθήματα Φυσικής στις τάξεις Α', Β' και Γ' του Λυκείου ως τελικό μορφωτικό αγαθό των μαθητών/-τριών/μελλοντικών πολιτών. Το περιεχόμενο των μαθημάτων αυτών έχει διαμορφωθεί λαμβάνοντας υπόψη τις αντίστοιχες γνωστικές (ηλικιακές) δυνατότητες των μαθητών/-τριών, τις προηγούμενες γνώσεις τους, και την απαραίτητη υλικοτεχνική υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

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 την ανάπτυξη του τρόπου σκέψης και την καλλιέργεια ικανοτήτων (γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων) είτε για την εισαγωγή στο πανεπιστήμιο, είτε για την ένταξη στον εργασιακό στίβο και τη διαρκή επαγγελματική ανέλιξη.

Κύριος στόχος του Προγράμματος Σπουδών της **Φυσικής Γενικής Παιδείας** στη Δευτεροβάθμια Λυκειακή Εκπαίδευση είναι η διαμόρφωση μαθητών/-τριών / μελλοντικών πολιτών (επιδιωκόμενες **στάσεις**), με **γνώσεις** των αρχών και των νόμων που διέπουν τον φυσικό κόσμο, δυνατότητα κατανόησης των φυσικών φαινομένων και των τεχνολογικών εφαρμογών αυτών των αρχών και των νόμων, αλλά και με **δεξιότητες** 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 **μέρους των** μαθητών/-τριών για την επιτυχή διεκδίκηση της συνέχισης των σπουδών τους σε εξειδικευμένα επιστημονικά / τεχνικά / εκπαιδευτικά / επαγγελματικά πεδία, όπου απαιτείται εμβάθυνση των υπαρχουσών γνώσεων αλλά και **επιπλέον γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις** σχετικές με τα αντίστοιχα πεδία, για την επιτυχή είσοδό τους στον εργασιακό χώρο, τη συνεχή επαγγελματική ανέλιξή τους και την υποστήριξη του κοινωνικού 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 Φυσική 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) και (β) μια επέκταση του *STEM* σε *STEMΓ*, όπου (Γ): ΓΛΩΣΣΑ. Οι μαθητές/-τριες πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιούν σωστά την ελληνική γλώσσα και το ακριβές επιστημονικό λεξιλόγιο τόσο στον γραπτό, όσο και στον προφορικό λόγο.

Επιμέρους Στόχοι του ΠΣ Φυσικής Προσανατολισμού

Στόχος 1ος: Τα περιεχόμενα του ΠΣ επιδιώκουν την εμβάθυνση των γνώσεων για την ανάπτυξη ικανοτήτων που είναι απαραίτητες στον 21ο αιώνα.

Η εμβάθυνση αναφέρεται στην ουσιαστικότερη θεμελίωση και υποστήριξη μέσω του αναγκαίου μαθηματικού φορμαλισμού της σχολικής γνώσης, ώστε οι μαθητές/-τριες να καταστούν ικανοί/-ές να λύνουν νέα προβλήματα και να προσαρμόζονται σε νέες καταστάσεις. Αυτή η **ουσιαστικότερη γνώση** είναι περισσότερο από αναγκαία για την ανάπτυξη ικανοτήτων για τον 21ο αιώνα, όπως η καινοτομία και η δημιουργικότητα κατά την επίλυση προβλημάτων κ.ά.

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

Η Φυσική είναι η επιστήμη που ασχολείται με την συστηματική μελέτη της Φύσης και την ερμηνεία των φαινομένων σ' αυτήν. Η συστηματική αυτή μελέτη στηρίζεται κάθε φορά σε αρχικές υποθέσεις, ο έλεγχος της ορθότητας των οποίων ξεκινά με βάση τη λογική και την παρατήρηση και καταλήγει **σε πειράματα και μετρήσεις**.

Η διατύπωση των βασικών αρχών και εννοιών της Φυσικής μαζί με την οργάνωση και τη συστηματοποίηση των επιμέρους γνώσεων αναδεικνύει τη σύγχρονη εκδοχή της δομής της κι ανοίγει νέους ορίζοντες στον τρόπο σκέψης για κάθε τι που μας περιβάλλει. Ακριβώς

για τον λόγο αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία να τονιστεί ότι η Φυσική Επιστήμη είναι αποτέλεσμα συλλογικής και διαχρονικής ανθρώπινης προσπάθειας για την κατανόηση των διαφόρων φυσικών φαινομένων.

Στο συγκεκριμένο ΠΣ προτείνεται η μελέτη έξι Θεματικών Πεδίων της Φυσικής μαζί με ένα ευρύτερο Θεματικό Πεδίο 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, αποβαίνει άκαρπη, γιατί τα μαθησιακά εργαλεία είναι διαφορετικά.

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 στο 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 υλοποίησης.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ
1. Στρατηγική προετοιμασίας 1.1 Διατύπωση επιστημονικών ερωτημάτων 1.2 Σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας ή της έρευνας 1.3 Χρήση μαθηματικών για την επίλυση προβλημάτων 1.4 Δημιουργία προτύπων / μοντέλων	<ul style="list-style-type: none"> • Αναγνώριση σημαντικών αναγκών και προβλημάτων. • Αναγνώριση και αξιολόγηση της προϋπάρχουσας γνώσης σε σχέση με τον μαθησιακό κύκλο, τα ερωτήματα ή τα προβλήματα. • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 βασισμένα στα αποδεικτικά στοιχεία, την ορθή χρήση των μαθηματικών και των νόμων της φυσικής 3.3 Δημιουργία προτύπων / μοντέλων	<ul style="list-style-type: none"> • Αναγνώριση μοτίβων. • Διασύνδεση εννοιών, γενικεύσεις και εφαρμογές. • Συμπερίληψη των αβεβαιοτήτων. • Εξαγωγή και παρουσίαση πληροφορίας μέσω διαφόρων αναπαραστάσεων. • Αξιολόγηση και επαναδιατύπωση επιστημονικών ευρημάτων / 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 βγαίνει *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 κ.λπ.) 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 διε-

θών 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 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 τηλεκπαίδευσης (εξ αποστάσεως, σύγχρονης, ασύγχρονη...) 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 εκπαιδευομένων 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

Α. 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 αρχική 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 φι-

γούρες (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 φορμαλισμού 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 Λυκείου ενσωματώνοντας τις παραπάνω υποδείξεις:

α) Δίνει έμφαση στην επίλυση προβλημάτων ανοιχτού 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 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 συστήματα που απαιτούνται για τη βελτίωση της κατανόησής τους, τη δημιουργία νοήματος, τη διανομή και την επιχειρηματολογία των απόψεών τους στη θεματική περιοχή που επεξεργάζονται. Έτσι ο εργαστηριακός πειραματισμός αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της φιλοσοφίας του μαθήματος και του πνεύματος του Προγράμματος Σπουδών, και μάλιστα σε συνάφεια με το αντίστοιχο περιεχόμενο του μαθήματος (θεωρία), ώστε να είναι δυνατόν να ενισχύει την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών/-τριών και να τη συνδέει με (πειραματικές) αποδείξεις για να επιτυγχάνεται πληρέστερη κατανόηση. Οι πειραματικές δραστηριότητες ανά τάξη, οι οποίες οδηγούν τους μαθητές/-τριες σε εκπόνηση αντίστοιχων εργαστηριακών αναφορών, υλοποιούν διδακτικά το πνεύμα του παρόντος Προγράμματος Σπουδών.

Δ. Ψηφιακές Προσεγγίσεις

Το ΠΣ μέσω της ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ προσέγγισης (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 ανοικτό λογισμικό *βιντεο-ανάλυσης*, ένα πανίσχυρο εργαλείο για τη μελέτη και τη μοντελοποίηση των κινήσεων.

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 γραπτές εξετάσεις.

Το παρόν ΠΣ προβλέπει οι μαθητές/-τριες σε όλες τις τάξεις του Λυκείου, στο πλαίσιο της αθροιστικής αξιολόγησης, να μπορούν να χρησιμοποιούν έναν πίνακα δεδομένων και

τύπων (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 και χρήση δεδομένων.

Η Αξιολόγηση με Εργαστηριακή Αναφορά

Από τους πιο καινοτόμους τρόπους αξιοποίησης της επιστημονικής γραφής θεωρείται η υποχρέωση των μαθητών/-τριών να συντάσσουν εκθέσεις παρόμοιες με αυτές των επιστημονικών περιοδικών. Μαθαίνοντας να γράφουν τέτοιες εκθέσεις εισάγονται στις απαιτήσεις της επιστήμης.

Σε αυτό το πλαίσιο, το παρόν ΠΣ αποτελεί το προγραμματικό υπόβαθρο και την αφετηρία για την ανάπτυξη εργαστηριακών θεμάτων, από τα οποία ο/η εκπαιδευτικός θα επιλέγει τα κατάλληλα 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.

Β' Μέρος

Β1. Συγκεντρωτική Απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ – Α' ΛΥΚΕΙΟΥ					
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Γενικοί Στόχοι Οι μαθητές/-τριες:			
		Α' ΓΕΝΙΚΗΣ	Β' ΓΕΝΙΚΗΣ	Β' ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	Γ' ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	Εισαγωγή				
1. ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ	ΔΥΝΑΜΗ 1.1 Η έννοια της δύναμης 1.2 Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων 1.3 Είδη δυνάμεων 1.4 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος υπό την επίδραση δυνάμεων 1.5 Νόμος παγκόσμιας έλξης	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: [ΦΥ-ΕΜ]: στην ενότητα «Είδη Δυνάμεων» στις τεχνολογικές και μηχανολογικές εφαρμογές των τριβών. [ΦΥ-ΜΑ]: στην ενότητα «Η έννοια της δύναμης» που αφορούν τον διανυσματικό χειρισμό των δυνάμεων, στην ενότητα «Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων» στη διασύνδεση της φυσικής με τα διανύσματα. [ΦΥ-Γ]: στην ενότητα «Η έννοια της δύναμης» με την αναφορά παραδειγμάτων επίδρασης δυνάμεων και αλληλεπιδράσεων σωμάτων, στην ενότητα «Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων» στην απόδοση των όρων «συνισταμένη» και «συνιστώσες», στην ενότητα «Νόμος παγκόσμιας έλξης» στη διατύπωση επιστημονικής ορολογίας και επεξηγήσεων με καθημερινή γλώσσα. • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν τα διάφορα είδη δυνάμεων και οι νόμοι του Newton, η σύνθεση δυνάμεων, τα διάφορα είδη δυνάμεων, ο 2ος νόμος Newton και ο 3ος νόμος Newton σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις), από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες). 			
	ΑΠΟ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ 2.1. Κινηματικά φυσικά μεγέθη 2.2. Μελέτη του υλικού σημείου χωρίς την επίδραση δυνάμεων (το ελεύθερο υλικό σημείο) 2.3. Μελέτη του υλικού σημείου υπό	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: [ΦΥ-Τ]: στην ενότητα «Ευθύγραμμη κίνηση και αναπαραστάσεις της» στις κινήσεις οχημάτων, στην κατασκευή οργάνων μέτρησης: χρονόμετρα, μέτρα, αισθητήρες, και στον τρόπο λειτουργίας μηχανισμών κίνησης, στην ενότητα «Περιοδικές κινήσεις – ομαλή κυκλική κίνηση» στις κινήσεις των δορυφόρων 			

	<p>την επίδραση δυνάμεων</p> <p>2.4. Ευθύγραμμη κίνηση και αναπαραστάσεις της</p> <p>2.5. Περιοδικές κινήσεις – Ομαλή κυκλική κίνηση</p>	<p>[ΦΥ-ΕΜ]: στην ενότητα «Ευθύγραμμη κίνηση και αναπαραστάσεις της» στις κινήσεις οχημάτων και στον σχεδιασμό ταξιδιών στο διάστημα, στην ενότητα «Μελέτη του υλικού σημείου χωρίς την επίδραση δυνάμεων (το ελεύθερο υλικό σημείο)» στην κίνηση στο διάστημα.</p> <p>[ΦΥ-ΜΑ]: στην ενότητα «Κινηματικά φυσικά μεγέθη» στη διασύνδεση της Φυσικής με τις εξισώσεις ορισμού φυσικών μεγεθών και τα διανύσματα, στην ενότητα «Μελέτη του υλικού σημείου χωρίς την επίδραση δυνάμεων (το ελεύθερο υλικό σημείο)» στη διανυσματική αναπαράσταση των δυνάμεων, στην ενότητα «Μελέτη του υλικού σημείου υπό την επίδραση δυνάμεων» στη διανυσματική αναπαράσταση δυνάμεων, στην ενότητα «Ευθύγραμμη κίνηση και αναπαραστάσεις της» στη διατύπωση εξισώσεων κίνησης, στον μετασχηματισμό εξισώσεων σε γραφικές παραστάσεις και στον συνδυασμό μαθηματικών σχέσεων περισσότερων από μία και στην αναγνώριση της μαθηματικής σχέσης που περιγράφει μία γραφική παράσταση, στην ενότητα «Περιοδικές κινήσεις – ομαλή κυκλική κίνηση» στη διανυσματική περιγραφή και τον συσχετισμό των μεγεθών που συνδέονται με τις κυκλικές κινήσεις.</p> <p>[ΦΥ-Γ]: στην ενότητα «Ευθύγραμμη κίνηση και αναπαραστάσεις της» στη διάκριση της σημασίας όρων που συνδέονται με την κίνηση (π.χ. ταχύτητα-επιτάχυνση) και στη λεκτική περιγραφή μιας κίνησης από μια γραφική παράσταση, στην ενότητα «Περιοδικές κινήσεις – ομαλή κυκλική κίνηση» στη διάκριση μεταξύ μεγεθών που ονομάζονται χρησιμοποιώντας την ίδια λέξη (επιτάχυνση-γωνιακή επιτάχυνση).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν ο δεύτερος νόμος του Newton σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις), από την καθημερινή ζωή (κινήσεις αυτοκινήτων) ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος (κινήσεις όλων των ουράνιων σωμάτων: πλανήτες, αστέρες, γαλαξίες). • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
	<p>ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ</p> <p>1.1 Οριζόντια βολή. Μεταβαλλόμενη κυκλική κίνηση υλικού σωματιδίου</p> <p>1.2 Ορμή – Στροφορμή</p> <p>1.3 Γενική έκφραση του 2ου νόμου του Newton – Ώθηση</p> <p>1.4 Διατήρηση της ορμής – Διατήρηση της στροφορμής</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: <p>[ΦΥ-Τ]: στην προώθηση των πυραύλων, στο βεληνεκές των πυραύλων, στις κατασκευές απόσβεσης κραδασμών.</p> <p>[ΦΥ-ΜΑ]: στις πράξεις μεταξύ διανυσμάτων, στη συσχέτιση της οριζόντια βολής με την εξίσωση παραβολής.</p> <p>[ΦΥ-Γ]: στην επιστημονική ορολογία Έργου-Ενέργειας.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν η διατήρηση της ορμής και οι ταλαντώσεις σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και

	<p>1.5 Θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας 1.6 Κρούσεις 1.7 Απλή αρμονική ταλάντωση 1.8 Εφαρμογές</p>	<p>στάσεις), από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).</p>
	<p>ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ 2.1 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος – Κινηματικά μεγέθη 2.2 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος – Από τη ροπή στην κίνηση 2.3. Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος – Από τη ροπή στην ενέργεια 2.4. Μηχανική ρευστών</p>	<p>• Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: [ΦΥ-Τ]: στη μελέτη της κίνησης του στερεού σώματος, στη μελέτη της κίνησης των αεροπλάνων. [ΦΥ-ΕΜ]: στη μελέτη της μετάδοσης της κίνησης στο αυτοκίνητο και της λειτουργίας του κιβωτίου ταχυτήτων. [ΦΥ-ΜΑ]: στη χρήση του εξωτερικού γινομένου. • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η μηχανική των στερεών σωμάτων και η μηχανική των ρευστών σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις), από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).</p>
<p>2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΛΗ</p>	<p>ΑΠΟ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 3.1 Το φυσικό μέγεθος ενέργεια συστήματος 3.2 Αποθήκευση της ενέργειας (Η ενέργεια αποθηκεύεται) 3.3 Μεταφορά της ενέργειας (Η ενέργεια μεταφέρεται) 3.4 Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (Η μηχανική ενέργεια διατηρείται)</p>	<p>• Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: [ΦΥ-Τ]: στην ενότητα «Το φυσικό μέγεθος ενέργεια συστήματος» για τις τεχνολογικές εφαρμογές στις θερμικές μηχανές, στην ενότητα «Αποθήκευση της ενέργειας (Η ενέργεια αποθηκεύεται)» στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε υδροηλεκτρικό εργοστάσιο, στην ενότητα «Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (Η μηχανική ενέργεια διατηρείται)». [ΦΥ-ΕΜ]: στην ενότητα «Το φυσικό μέγεθος ενέργεια συστήματος», στην ενότητα «Αποθήκευση της ενέργειας (Η ενέργεια αποθηκεύεται)» στις μετατροπές ενέργειας στον σύγχρονο πολιτισμό, στην ενότητα «Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (Η μηχανική ενέργεια διατηρείται)». [ΦΥ-ΜΑ]: στην ενότητα «Αποθήκευση της ενέργειας (Η ενέργεια αποθηκεύεται)» στις μαθηματικές σχέσεις που εκφράζουν αυτές τις μορφές ενέργειας, στην ενότητα «Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (Η μηχανική ενέργεια διατηρείται)», στην ενότητα «Αρχή διατήρησης της ενέργειας» (δευτερευόντως). [ΦΥ-Γ]: στην ενότητα «Το φυσικό μέγεθος ενέργεια συστήματος» για τη διατύπωση της σύνδεσης της έννοιας της ενέργειας με την εσωτερική ενέργεια και τη θερμότητα, στην ενότητα «Αποθήκευση της ενέργειας (Η ενέργεια αποθηκεύεται)» στη διάκριση ομόριζων</p>

		<p>λέξεων της καθημερινής ζωής (κίνηση-κινητική ενέργεια, δύναμη-δυναμική ενέργεια), στην ενότητα «Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (Η μηχανική ενέργεια διατηρείται)».</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η έννοια της ενέργειας και η διατήρησή της σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους, από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος (π.χ. ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, απλές μηχανές, ενεργειακή αξία τροφίμων κ.λπ.). • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
<p>3. ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ –ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ –ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ</p>	<p>ΑΠΟ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 3.5 Διατήρηση και υποβάθμιση της ενέργειας (Η ενέργεια υποβαθμίζεται) 3.6. Υποβάθμιση της ενέργειας – Θερμικές μηχανές</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: [ΦΥ-Τ]: στην ενότητα «Θερμικές μηχανές» [ΦΥ-ΕΜ]: στην ενότητα «Εσωτερική ενέργεια και θερμότητα», στην ενότητα «Θερμικές μηχανές» [ΦΥ-ΜΑ]: στην ενότητα «Εσωτερική ενέργεια και θερμότητα», στην ενότητα «Θερμικές μηχανές» . • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν τα αέρια σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. Στην ενότητα «Θερμικές μηχανές» πρωτίστως πρέπει να δοθεί σημασία στον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν οι θερμικές μηχανές ειδικά και η Φυσική γενικά σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή ως τις εφαρμογές της σύγχρονης Μηχανικής και Τεχνολογίας • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
	<p>ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ 3.1 Ιδανικά αέρια, Μακροσκοπική περιγραφή 3.2 Κινητική θεωρία των ιδανικών αερίων 3.3 Ιδανικά αέρια: Μοριακό μοντέλο 3.4 1ος Θερμοδυναμικός νόμος και εφαρμογές του 3.5 2ος Θερμοδυναμικός νόμος και εφαρμογές του 3.6 Εντροπία</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: [ΦΥ-Τ]: στην εξέλιξη των Θερμικών Μηχανών ως προς τη λειτουργία και την απόδοσή τους, στη διασύνδεση της εντροπίας με την Πληροφορική (εντροπία-μετάδοση μηνύματος-διασπορά πληροφορίας). [ΦΥ-ΜΑ]: στην ενότητα «Το ιδανικό αέριο και οι νόμοι του», στην ενότητα «Η Κινητική θεωρία των αερίων», στα πλεονεκτήματα της ενοποίησης των νόμων της Φυσικής μέσω μαθηματικών σχέσεων, στη διασύνδεση της Φυσικής με τη Στατιστική και στην αναγκαιότητα εφαρμογής της Στατιστικής για τη μικροσκοπική προσέγγιση ενός αερίου, στην έννοια της πιθανότητας.

	<p>3.7 Κύκλος CARNOT</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζει ο δεύτερος Θερμοδυναμικός νόμος και η εντροπία σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις), από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν τα αέρια σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. Στην ενότητα «Το ιδανικό αέριο και οι νόμοι του» πρωτίστως πρέπει να δοθεί σημασία στον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η θεωρία των ιδανικών αερίων σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή και το περιβάλλον. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
<p>4. ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>	<p>ΗΧΟΣ</p> <p>4.1 Μηχανικά – Ηχητικά κύματα, τα χαρακτηριστικά τους και εφαρμογές</p> <p>4.2 Αρχή της υπέρθεσης – Στάσιμο ηχητικό κύμα</p> <p>4.3 Μουσικά όργανα</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: [ΦΥ-Τ]: στην ενότητα «Η αρχή της υπέρθεσης και το φαινόμενο της συμβολής», στην ενότητα «Στάσιμο ηχητικό κύμα». [ΦΥ-ΕΜ]: στην ενότητα «Ηχητικά κύματα και χαρακτηριστικά τους», στην ενότητα «Στάσιμο ηχητικό κύμα». [ΦΥ-ΜΑ]: στην ενότητα «Ηχητικά κύματα και χαρακτηριστικά τους», στην ενότητα «Η αρχή της υπέρθεσης και το φαινόμενο της συμβολής». • αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν τα κύματα σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις), από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος, στην ενότητα «Ηχητικά κύματα και χαρακτηριστικά τους» πρωτίστως πρέπει να δοθεί σημασία στον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η Ακουστική σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή, και στη φύση γενικότερα (π.χ. ήχος της βροχής, ήχος μουσικής, θόρυβος κ.λπ.). Στην ενότητα «Η αρχή της υπέρθεσης και το φαινόμενο της συμβολής» πρωτίστως πρέπει να δοθεί σημασία στον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η Ακουστική σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή ως το φυσικό περιβάλλον (π.χ. ήχος και στερεοφωνικό συγκρότημα, το αυτί ως δέκτης ηχητικών κυμάτων κ.λπ.). Στην ενότητα «Στάσιμο ηχητικό κύμα» πρωτίστως πρέπει να δοθεί σημασία στον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η Φυσική (Κύμα και Ήχος) σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή, και στο φυσικό περιβάλλον.

		<ul style="list-style-type: none"> • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
	<p>ΦΩΣ</p> <p>3.1 Η προσέγγιση της γεωμετρικής οπτικής</p> <p>3.2 Διάθλαση και φακοί</p> <p>3.3 Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας</p> <p>3.4 Εικόνες συμβολής και περίθλασης – Επικοινωνίες</p> <p>3.5 Τηλεσκόπια – Μικροσκόπια</p> <p>3.6 Σωματιδιακό και Κυματικό πρότυπο του φωτός</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: <p>[ΦΥ-Τ]: στην αξιοποίηση της τεχνολογίας ως εργαλείου μάθησης μέσω δραστηριοτήτων, όπως οι παρατηρήσεις αντικειμένων με τη χρήση οπτικού μικροσκοπίου, στην αναγνώριση της συμβολής των τηλεσκοπίων στη διατύπωση θεωριών για τον μακρόκοσμο και της συμβολής του μικροσκοπίου στη μελέτη του μικρόκοσμου.</p> <p>[ΦΥ-ΕΜ]: στις απλές κατασκευές που μπορούν να πραγματοποιηθούν στην τάξη, όπως η κατασκευή ενός απλού φασματοσκοπίου με ένα κουτί και ένα CD και η κατασκευή ενός απλού τηλεσκοπίου.</p> <p>[ΦΥ-ΜΑ]: στην αξιοποίηση βασικών γνώσεων γεωμετρίας στον σχεδιασμό με τη βοήθεια οπτικών ακτίνων, στον σχηματισμό ειδώλου σε επίπεδο κάτοπτρο και σε φακούς, στη χρήση της γεωμετρικής οπτικής για την περιγραφή της διάθλασης του φωτός.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους, από την καθημερινή ζωή έως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
	<p>ΠΕΔΙΑ ΔΥΝΑΜΕΩΝ</p> <p>1.1 Βαρυτικό πεδίο</p> <p>1.2 Ηλεκτρικό πεδίο</p> <p>1.3 Μαγνητικό πεδίο</p> <p>1.4 Κινήσεις φορτισμένου σωματιδίου σε ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: <p>[ΦΥ-Τ]: στη διασύνδεση της Φυσικής με τους δορυφόρους επικοινωνιών, στις εφαρμογές των κινήσεων των φορτισμένων σωματιδίων στην ιατρική, στην τεχνολογία, στην καθημερινή ζωή (τηλεόραση, παλμογράφος) και στην επιστημονική έρευνα.</p> <p>[ΦΥ-ΕΜ]: στη διασύνδεση της Φυσικής με την αποστολή δορυφόρων και διαστημικών συσκευών.</p> <p>[ΦΥ-ΜΑ]: στις μαθηματικές εκφράσεις του βαρυτικού πεδίου, στις μαθηματικές εκφράσεις και αναπαραστάσεις της ηλεκτρικής ροής, στα προβλήματα συνδυασμού κινήσεων των σωματιδίων στα πεδία.</p> <p>[ΦΥ-Γ]: στον διαχωρισμό, αλλά και στις ομοιότητες της επιστημονικής αξιοποίησης της λέξης «πεδίο» σε σχέση με την καθημερινή εκφορά της.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζει το βαρυτικό και το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο σε όλο

		<p>το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις), από την καθημερινή ζωή έως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
	<p>ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ 3.1 Μηχανικά κύματα 3.2 Ηλεκτρομαγνητικά κύματα 3.3 Κυματικά φαινόμενα στα μηχανικά και ηλεκτρομαγνητικά κύματα</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω σχέσεις: [ΦΥ-Τ]: στις εφαρμογές των Η/Μ στις επικοινωνίες, στις εφαρμογές των φαινομένων περίθλασης και συμβολής σε τεχνολογικές και επιστημονικές εφαρμογές (π.χ. στον καθορισμό δομής κρυστάλλου, στην εγγραφή και ανάγνωση δεδομένων στους οπτικούς δίσκους κ.α.). [ΦΥ-ΜΑ]: στην αξιοποίηση της εξίσωσης του μηχανικού κύματος, στην αξιοποίηση της εξίσωσης του Η/Μ κύματος. [ΦΥ-Γ]: στο ότι πρέπει να αναφέρουν ότι τα χαρακτηριστικά ενός κύματος καθορίζονται τόσο από την πηγή παραγωγής του κύματος όσο και από το μέσο διάδοσης, στο ότι πρέπει να αναφέρουν τη βάση της υπόθεσης του Maxwell ότι το φως είναι Η/Μ κύμα και να περιγράψουν την παραγωγή Η/Μ κυμάτων, στο ότι πρέπει να αναφέρουν τα κοινά χαρακτηριστικά των Η/Μ και μηχανικών κυμάτων. • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν τα μηχανικά και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) από την καθημερινή ζωή έως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
<p>5. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>	<p>ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ 1.1 Ηλεκτρικές Αλληλεπιδράσεις 1.2 Το ηλεκτρικό φορτίο συσσωρεύεται και το ηλεκτρικό φορτίο άγεται 1.3 Ηλεκτρικές δυνάμεις 1.4 Ηλεκτρικό πεδίο 1.5 Διαφορά δυναμικού (τάση) – Ηλεκτρικές πηγές 1.6 Αναπαραστάσεις ηλεκτρικού πεδίου</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω σχέσεις: [ΦΥ-Τ]: στη διάκριση των δύο ιδιοτήτων του ηλεκτρικού φορτίου: το φορτίο αποθηκεύεται / το φορτίο μετακινείται, και στη σύνδεση με αντίστοιχες τεχνολογικές εφαρμογές, στην αναγνώριση βασικών ηλεκτρονικών στοιχείων και στη συναρμολόγηση απλών κυκλωμάτων, στη σύνδεση θεωρητικών εννοιών με πραγματικά στοιχεία ενός κυκλώματος και στην ανάπτυξη ικανοτήτων ελέγχου μεταβλητών κατά τη διάρκεια πειραματικών ασκήσεων με ηλεκτρικά κυκλώματα, στην εξοικείωση με τη χρήση οργάνων (αμπερόμετρο, βολτόμετρο, πολύμετρο) σε ηλεκτρονικά κυκλώματα και στην αναγνώριση της χρησιμότητας των οργάνων μέτρησης στην καθημερινή ζωή, στην αξιοποίηση των

	<p>1.7 Ηλεκτρικό ρεύμα 1.8 Ηλεκτρική αντίσταση (Αντίσταση) – Νόμος του Ohm 1.9 Απλά ηλεκτρικά κυκλώματα 1.10 Ηλεκτρική ενέργεια και ισχύς</p>	<p>αισθητήρων έντασης και τάσης και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επεξεργασίας πολλαπλών αναπαραστάσεων, στη σύνδεση της ενεργειακής κατανάλωσης μίας συσκευής με το κόστος λειτουργίας της, καθώς και με το ενεργειακό κόστος.</p> <p>[ΦΥ-EM]: στην πραγματοποίηση κατασκευαστικών εφαρμογών που περιγράφονται κατά το στάδιο των πειραματικών δραστηριοτήτων ηλεκτρικών κυκλωμάτων, στη συναρμολόγηση απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων στο εργαστήριο και στην επαλήθευση του νόμου του Ohm.</p> <p>[ΦΥ-MA]: στην επίλυση προβλημάτων ποσοτικού χαρακτήρα που αφορούν τις δυνάμεις Coulomb, στις έννοιες του δυναμικού, της διαφοράς δυναμικού και της δυναμικής ενέργειας, στη χρήση του νόμου του Ohm.</p> <p>[ΦΥ-Γ]: στην αναγνώριση των φαινομένων του στατικού ηλεκτρισμού και στον σχολιασμό τους προφορικά ή γραπτά με την ανάπτυξη συλλογισμών επιστημονικά ορθών, στη διατύπωση συμπερασμάτων με την αξιοποίηση της επιστημονικής ορολογίας και στη σύνταξη εργαστηριακών αναφορών, στην περιγραφή του ηλεκτρικού πεδίου αξιοποιώντας την επιστημονική ορολογία για την αναπαράσταση του ηλεκτρικού πεδίου.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν ο ηλεκτρισμός και η οικονομία στη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή έως όλες τις φάσεις της σύγχρονης κοινωνικής πραγματικότητας. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
	<p>ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ 2.1. Το μαγνητικό πεδίο 2.2. Σύγκριση βαρυτικού ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου 2.3. Η ενοποίηση σε τρεις σταθμούς: Η ανακάλυψη του Oersted – Δύναμη Laplace – Το φαινόμενο της επαγωγής 2.4. Εφαρμογές ηλεκτρομαγνητισμού –Εναλλασσόμενο ρεύμα</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: <p>[ΦΥ-Τ]: στην αξιοποίηση της τεχνολογίας ως εργαλείο μάθησης μέσω δραστηριοτήτων όπως η χρήση πηνίων και μαγνητών για την ποιοτική/ποσοτική διερεύνηση της Η/Μ επαγωγής και στη χρήση του παλμογράφου.</p> <p>[ΦΥ-EM]: στην εμπλοκή σε απλές κατασκευές που μπορούν να πραγματοποιηθούν στην τάξη, όπως η κατασκευή απλού ηλεκτρομαγνήτη με μπαταρία, η κατασκευή ενός ηχείου με απλά υλικά, η κατασκευή με απλά υλικά μίας γεννήτριας ή ενός ηλεκτρικού κινητήρα.</p> <p>[ΦΥ-MA]: στην επίλυση προβλημάτων ποσοτικού χαρακτήρα με τη βοήθεια των σχέσεων της βαρυτικής και της ηλεκτρικής δύναμης.</p> <p>[ΦΥ-Γ]: στην περιγραφή φαινομένων που αφορούν τους μαγνήτες αξιοποιώντας κατάλληλη επιστημονική ορολογία.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζει το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή έως όλες τις φάσεις της σύγχρονης κοινωνικής πραγματικότητας. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
	<p>ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ</p> <p>2.1 Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή</p> <p>2.2 Απόκριση κυκλωμάτων στο ηλεκτρικό πεδίο</p> <p>2.3 Οι εξισώσεις του Maxwell</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: <p>[ΦΥ-Τ]: στις εφαρμογές της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας στην καθημερινή ζωή, στον πολιτισμό και στην ιατρική.</p> <p>[ΦΥ-ΕΜ]: στη χρήση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων στην καθημερινή ζωή.</p> <p>[ΦΥ-ΜΑ]: στην περιγραφή και στην πραγμάτευση της έννοιας κυκλώματος-συστήματος, στην ενοποίηση του ηλεκτρομαγνητισμού με τις εξισώσεις του Maxwell.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν τα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) από την καθημερινή ζωή έως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
<p>6. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ –ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>	<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ</p> <p>4.1 Η συμπεριφορά του ηλεκτρονίου</p> <p>4.2 Ο πυρήνας</p> <p>4.3 Το καθιερωμένο πρότυπο</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: <p>[ΦΥ-Τ]: στην αντίληψη ότι το Η/Μ φάσμα, πέραν της σημαντικότητάς του σε διάφορες εφαρμογές, περιλαμβάνει και ακτινοβολίες που επηρεάζουν την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων, στην αντίληψη ότι η έρευνα για τα στοιχειώδη σωματίδια είναι διεθνής και ότι αποτελεί μία συνεχή αναζήτηση της σύγχρονης επιστήμης που απαιτεί την επεξεργασία και αξιολόγηση μεγάλου πακέτου δεδομένων, και ως εκ τούτου στην αναγνώριση της σημασίας της ανάπτυξης της επιστήμης των Η/Υ για την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων της σύγχρονης Φυσικής, στην αναγνώριση ότι οι γνώσεις μας για τα στοιχειώδη σωματίδια συνδέονται με την ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από τους ανιχνευτές στα πειράματα με τους επιταχυντές.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζει η θεωρία περιγραφής του μικρόκοσμου σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις)

		<p>και των γνώσεών τους από την καθημερινή ζωή (τεχνολογικές εφαρμογές, όπως το διαδίκτυο και οι ιατρικές απεικονιστικές μέθοδοι που έχουν ξεκινήσει από τη θεμελιώδη έρευνα της φυσικής) έως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος (δομή και εξέλιξη του σύμπαντος).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).
	<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 4.1 Σχετικότητα 4.2 Από την κλασική Φυσική στην πρώιμη κβαντική θεωρία 4.3 Εισαγωγή στην κβαντομηχανική 4.4 Ατομική Φυσική 4.5 Πυρηνική Φυσική 4.6 Στοιχειώδη σωματίδια και κοσμολογία</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται το εύρος, να αξιοποιούν και να ερμηνεύουν τις διασυνδέσεις και τις αναπαραστάσεις μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης ΦΥ.Τ.ΕΜ.ΜΑ.Γ. Αναδεικνύονται οι παρακάτω συσχετίσεις: [ΦΥ-Τ]: στις τεχνολογικές εφαρμογές της κβαντικής θεωρίας, όπως το φωτοκύτταρο, στις εφαρμογές της πυρηνικής τεχνολογίας. [ΦΥ-ΜΑ]: στην αξιοποίηση των εξισώσεων των μετασχηματισμών Γαλιλαίου και Lorentz. [ΦΥ-Γ]: στο ότι πρέπει να επιχειρηματολογούν για γεγονότα και μετρήσεις σε διάφορα συστήματα αναφοράς, στο ότι πρέπει να περιγράφουν πειράματα και να κατηγοριοποιούν τα συμπεράσματά τους, που οδήγησαν στην αμφισβήτηση του οικοδομήματος της κλασικής Φυσικής, στο ότι πρέπει να διατυπώνουν υποθέσεις και αρχές, όπως αυτές του De Broglie και της απροσδιοριστίας αντίστοιχα και να περιγράφουν αναλογίες και μεταβάσεις από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο ότι πρέπει να αναφέρουν τις βασικές θεωρίες που περιγράφουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των σωματιδίων του μικρόκοσμου, τις επιστημονικές θεωρίες για την εξέλιξη του σύμπαντος, τα πειράματα που διαψεύδουν ή επιβεβαιώνουν τις προβλέψεις των θεωριών. • Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που παίζουν οι μετακλασικές θεωρίες της σχετικότητας και της κβαντομηχανικής σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους (δεξιότητες και στάσεις) από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος. • Να εμπλακούν στον καταμερισμό του έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και αμοιβαίου σεβασμού (στάσεις και αξίες).

B2. Αναλυτική Απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ – Α' ΛΥΚΕΙΟΥ			
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Ενδεικτικές Δραστηριότητες
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση:	Οι μαθητές/-τριες:
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ <ul style="list-style-type: none"> • Τι είναι η Φυσική • Επιστημονικές πρακτικές • Το διεθνές σύστημα μονάδων 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Μελετούν το παράρτημα με τις κοινές επιστημονικές πρακτικές και την επιστημονική εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση.
ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ	1.ΔΥΝΑΜΗ 1.1 Η έννοια της δύναμης <ul style="list-style-type: none"> • Νόμος του Hooke • Μέτρηση δύναμης • Ο διανυσματικός χαρακτήρας της δύναμης • Ο νόμος δράσης αντίδρασης (Τρίτος νόμος του Newton) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Σχεδιάζουν τις δυνάμεις στην περίπτωση ενός βιβλίου πάνω σε ένα θρανίο και σε κάθε αντικείμενο ξεχωριστά, αναφέροντας τον εντολέα. • Γράφουν εκθέσεις – παρατηρήσεις ή εργαστηριακές αναφορές σε πειραματικές δραστηριότητες στο νόμο του Hooke και την εύρεση της σταθεράς k ελατηρίου.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>		<p>του Hooke και να τον αξιοποιούν, για να μετρήσουν τη δύναμη που ασκείται σε ένα ελατήριο (μέτρο δύναμης).</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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). 	
	<p>1.2 Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων</p> <ul style="list-style-type: none"> • Συνισταμένη δύναμη • Σύνθεση συγγραμμικών δυνάμεων • Σύνθεση δύο κάθετων δυνάμεων • Ανάλυση δύναμης σε δύο κάθετες συνιστώσες 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Βρίσκουν τη συνισταμένη δύναμη με χρήση τραπεζιού δυνάμεων ή και με κατάλληλες προσομοιώσεις.
	<p>1.3 Είδη δυνάμεων</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δυνάμεις από επαφή και από απόσταση 	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν ποιες δυνάμεις είναι δυνάμεις από επαφή και ποιες από απόσταση και να δίνουν παραδείγματα. • Να αναγνωρίζουν ότι, όταν 	<ul style="list-style-type: none"> • Γράφουν εκθέσεις - παρατηρήσεις ή εργαστηριακές αναφορές για τον υπολογισμό του συντελεστή τριβής ολίσθησης ενός ζεύγους επιφανειών.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Στατική τριβή και τριβή ολίσθησης • Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή ολίσθησης • Υπολογισμός της τριβής ολίσθησης • Αποτελέσματα τριβής 	<p>δύο σώματα είναι σε επαφή, οι δυνάμεις που είναι κάθετες στην επιφάνεια συνεπαφής καλούνται κάθετες δυνάμεις επαφής, ενώ οι παράλληλες καλούνται δυνάμεις τριβής.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 επαπτόμενων επιφανειών. 	
	<p>1.4 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος υπό την επίδραση δυνάμεων</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ροπή δύναμης ως προς σημείο • Ροπή δύναμης κατά τον άξονα • Κέντρο μάζας • Ζεύγος δυνάμεων • Ροπή ζεύγους • Θεώρημα των ροπών 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Πειραματίζονται, για να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι το αποτέλεσμα της δύναμης σε άκαμπτο σώμα, το οποίο μπορεί να περιστρέφεται, δεν εξαρτάται μόνο από το μέτρο της δύναμης αλλά και από την απόσταση μεταξύ του φορέα της δύναμης και ενός σημείου. • Αναζητούν το κέντρο μάζας ενός σώματος με διαδοχικές αναρτήσεις. • Εξηγούν τον λόγο που η χειρολαβή μιας πόρτας είναι μακριά από τον άξονα περιστροφής της. • Περιγράφουν πώς οι γερανοί μπορούν να ανεβάζουν πολύ βαριά αντικείμενα χωρίς να καταρρέουν. • Διακρίνουν ότι οι παραμορφώσεις κατά την κίνηση τρο-

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<p>χού (γενικότερα κύλιση σώματος) σε οριζόντιο επίπεδο έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ροπής ζεύγους (τριβή κύλισης).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εξηγούν τον λόγο του μεγάλου μήκους της χειρολαβής ενός κλειδιού, για να ξεβιδωθεί μια βίδα. • Υπολογίζουν τη ροπή δύναμης και τη συνισταμένη ροπή των δυνάμεων που ασκούνται σε μια οριζόντια δοκό βρίσκοντας και το κέντρο μάζας της δοκού.
	<p>1.5 Νόμος της παγκόσμιας έλξης</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ • 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. $F = W = G \frac{Mm}{R^2}$ • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Απαντούν σε ερωτήματα όπως πόσο θα ήταν το βάρος σας σε ύψος ίσο με την ακτίνα της Γης, με τη χρήση προσομοιώσεων. • Σχεδιάζουν τις δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσα σε μια μπάλα που είναι ακίνητη στην επιφάνεια της Γης και τη Γη εφαρμόζοντας τον τρίτο νόμο του Newton. • Σχεδιάζουν τις δυνάμεις στην περίπτωση ενός βιβλίου πάνω σε ένα θρανίο και σε κάθε αντικείμενο ξεχωριστά, αναφέροντας τον εντολέα συμπεριλαμβανοντας και τη Γη. • Διαπιστώνουν πειραματιζόμενοι/-ες ότι η ζυγαριά δεν δείχνει το βάρος αλλά την κάθετη δύναμη.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ		<p>ενός σώματος εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και από την απόσταση από την επιφάνεια της Γης.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να υπολογίζουν το βάρος ενός σώματος σε διάφορες αποστάσεις από αυτή. 	
	<p>2. ΑΠΟ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ</p> <p>2.1 Κινηματικά φυσικά μεγέθη</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 $v_{\mu} = \frac{S}{\Delta t}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Δίνουν λειτουργικούς ορισμούς των κινηματικών φυσικών μεγεθών, δηλαδή απαντούν σε ερωτήσεις όπως: <ul style="list-style-type: none"> -πού αναφέρεται; -τι εκφράζει / περιγράφει; -πώς ορίζεται -τι μέγεθος είναι; -σε τι μετριέται;
	<p>2.2 Μελέτη του υλικού σημείου χωρίς την επίδραση δυνάμεων (το ελεύθερο υλικό σημείο)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αδράνεια • 1ος νόμος του Newton 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Πειραματίζονται με την περιστροφή ζυγού με βραχίονες στον οποίο κρεμούν δύο βαρίδια καταλήγοντας στη σχέση $w_1 x_1 = w_2 x_2$ για την οποία ισορροπεί. • Πειραματίζονται με την ισορροπία ζυγού με βραχίονες

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ισορροπία υλικού σημείου • Ισορροπία άκαμπτου σώματος 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<p>στον οποίο κρεμούν τρία βαρίδια διαπιστώνοντας την προσθετική ιδιότητα της ροπής.</p>
	<p>2.3 Μελέτη του υλικού σημείου υπό την επίδραση δυνάμεων</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δεύτερος νόμος του Newton (διανυσματικά και σε μία διάσταση) • Αδράνεια • Εφαρμογές του δεύτερου νόμου του Newton 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Διερευνούν την εξάρτηση της επιτάχυνσης από τη συνισταμένη δύναμη και από τη μάζα με κατάλληλη προσομοίωση ή και με επιταχυνσιόμετρο.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>		<p>ένα υλικό σημείο.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 $F, (\Sigma F), m, a$ σε διάφορες καταστάσεις. • Να εξάγουν συμπεράσματα από τις γραφικές αναπαραστάσεις $a - F$. • Να χρησιμοποιούν τον 2ο νόμο ποιοτικά και ποσοτικά στην αλγεβρική του μορφή 	
	<p>2.4 Ευθύγραμμη κίνηση και αναπαραστάσεις της</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση • Ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση • Ελεύθερη πτώση • Κατακόρυφη βολή 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 εκτελεί ευθύγραμμη 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 ευθύ- 	<ul style="list-style-type: none"> • Γράφουν εκθέσεις - παρατηρήσεις ή εργαστηριακές αναφορές για την ιχνηλάτηση της κίνησης ενός αμαξιδίου ή ενός παιδικού αυτοκινήτου με μπαταρίες και τον καθορισμό των χαρακτηριστικών της. • Γράφουν εκθέσεις - παρατηρήσεις ή εργαστηριακές αναφορές για την ιχνηλάτηση της ελεύθερης πτώσης και της κατακόρυφης βολής και καθορίζουν τα χαρακτηριστικά τους. • Συσχετίζουν γραφικές, διαγραμματικές και αλγεβρικές αναπαραστάσεις. • Γράφουν εκθέσεις - παρατηρήσεις ή εργαστηριακές αναφορές για την ιχνηλάτηση της κίνησης ενός σφαιριδίου σε μεταλλικό οδηγό και καθορίζουν τα χαρακτηριστικά της.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>		<p>γραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να καθορίζουν την ταχύτητα ενός υλικού σημείου που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση από τη σχέση $v = v_0 + \alpha \Delta t$ • Να καθορίζουν τη θέση ενός υλικού σημείου που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση από τη σχέση $x = x_0 + v_0 \Delta t + \frac{1}{2} \alpha \Delta t^2$ • Να απαλείφουν τον χρόνο από τις εξισώσεις κίνησης και να εφαρμόζουν τη σχέση $v^2 = v_0^2 + 2\alpha \Delta x$ • Να κατασκευάζουν τις γραφικές αναπαραστάσεις των μεγεθών x, v, α 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 πραγματοποιούνται με την επίδραση μόνο του βάρους. 	
-----------------------------------	--	---	--

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Να σχεδιάζουν μια διερεύνηση για τη μελέτη της ελεύθερης πτώσης. • Να καθορίζουν την ταχύτητα και τη θέση ενός υλικού σημείου που εκτελεί ελεύθερη πτώση και κατακόρυφη βολή. • Να κατασκευάζουν τις γραφικές αναπαραστάσεις των μεγεθών y, 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 αναπαραστάσεις με έμφαση στη μεταφορά γνώσης από τη μια αναπαράσταση στην άλλη. 	
	<p>2.5 Περιοδικές κινήσεις – ομαλή κυκλική κίνηση</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ομαλή κυκλική κίνηση • Κεντρομόλος επιτάχυνση • Κεντρομόλος δύναμη • Κίνηση φυσικών και τεχνητών δορυφόρων 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 $T = \frac{1}{f}$. • Να ορίζουν το ακτίνο rad και να ανακαλούν ότι ο κύκλος έχει 2π rad. • Να ανακαλούν ότι η κατεύθυνση της ταχύτητας είναι εφαπτόμενη στον κύκλο. 	<ul style="list-style-type: none"> • Γράφουν εκθέσεις – παρατηρήσεις ή εργαστηριακές αναφορές για την ιχνηλάτηση της ομαλής κυκλικής κίνησης ενός σώματος και καθορίζουν την περίοδο, τη συχνότητα, τη γραμμική και τη γωνιακή ταχύτητά του με ψηφιακά εργαλεία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων. • Εργασίες πάνω στους δορυφόρους (τεχνητούς, φυσικούς, γεωστατικούς) • Εξηγούν γιατί η Σελήνη δεν πέφτει στη Γη.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΙΝΗΣΕΙΣ		<ul style="list-style-type: none"> • Να δίνουν λειτουργικό ορισμό της γωνιακής ταχύτητας στην ομαλή κυκλική κίνηση. • Να παράγουν τη σχέση που συνδέει την περίοδο με το μέτρο της ταχύτητα $v = \frac{2\pi r}{T}$ • Να παράγουν τη σχέση του μέτρου της γωνιακής ταχύτητας με την περίοδο $\omega = \frac{2\pi}{T}$. • 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 $a = \frac{v^2}{r}$. • 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 $\Sigma F = m \frac{v^2}{r}$ 	
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΎΛΗ	3. ΑΠΟ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 3.1 Το φυσικό μέγεθος ενέργεια συστήματος	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν την παγκόσμια, θεμελιώδη φύση της ενέργειας ως διατηρούμενη ποσότητα η οποία είναι η ικανότητα να προκαλεί μεταβολές. 	

<p>ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΛΗ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Αρχή Διατήρησης της ενέργειας • Ανοικτά και κλειστά συστήματα 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
	<p>3.2 Αποθήκευση της ενέργειας (Η ενέργεια αποθηκεύεται)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κινητική ενέργεια • Βαρυτική δυναμική ενέργεια • Ελαστική δυναμική ενέργεια • Μηχανική ενέργεια • Θερμική ενέργεια 	<ul style="list-style-type: none"> • Να εφαρμόζουν τη σχέση ταχύτητας-ύψους στην ελεύθερη πτώση υλικού σημείου με μάζα m και πολλαπλασιάζοντας με τη μάζα m να επιχειρηματολογούν για τις δύο ποσότητες που επαναλαμβάνονται εμφανίζονται. • Να αναγνωρίζουν, να καθορίζουν και να ποσοτικοποιούν την αποθήκευση ενέργειας συστήματος με διάφορες μορφές όπως κινητική, δυναμική, ισοδύναμη μάζα. • Να ορίζουν την κινητική ενέργεια συστήματος με ένα σωματίδιο. • Να ορίζουν τη δυναμική ενέργεια βαρύτητας $U = mgh$. • Να εφαρμόζουν τον δεύτερο νόμο του Newton σε συνδυασμό με τον νόμο του Hooke: $ma = kx$ 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 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Σχεδιάζουν ενεργειακά κυκλικά διαγράμματα και ραβδογράμματα προκειμένου να αναπαραστήσουν την αποθηκευμένη ενέργεια. • Διερμηνεύουν ενεργειακά διαγράμματα τα οποία δείχνουν τη δυναμική και τη μηχανική (ολική) ενέργεια του συστήματος σε σχέση με τη θέση και καθορίζουν τις θέσεις ευσταθούς και ασταθούς ισορροπίας. • Συγκρίνουν τις θερμικές ενέργειες και τις θερμοκρασίες ενός παγόβουνου και ενός καυτού ποτηριού με τσάι.

<p>ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΛΗ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
	<p>3.3 Μεταφορά και μετατροπή της ενέργειας (Η ενέργεια μεταφέρεται και μετατρέπεται)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Έργο δύναμης • Θερμότητα • Ισχύς 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρησιμοποιούν εργαλεία αναπαράστασης (κυκλικά διαγράμματα, ραβδογράμματα) για την ανάλυση του συστήματος σε όρους αποθήκευσης και μεταφοράς ενέργειας. • Παρουσιάζουν εργασία με θέμα την εξέλιξη των ιδεών για τη θερμότητα από τον Αριστοτέλη στον Joule και περιγράφουν συνοπτικά το πείραμα του Joule για το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας. • Παρουσιάζουν εργασίες με θέματα που αφορούν στη σχέση ενέργειας και έργου ($\Delta K = W_F$)

<p>ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΎΛΗ</p>		<p>και το έργο, είναι ένας τρόπος μεταφοράς ενέργειας που ανταλλάσσεται μεταξύ συστημάτων λόγω του τυχαίου τρόπου που αλληλοεπιδρούν τα μόριά τους.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν την ισχύ ως το μέτρο του ρυθμού της μεταφοράς ενέργειας $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ <p>και να την υπολογίζουν σε Watt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να χρησιμοποιούν διάφορες μονάδες ενέργειας, όπως Joule, kWh, Cal, BTU. 	
	<p>3.4 Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (Η μηχανική ενέργεια διατηρείται)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Συντηρητικές δυνάμεις 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 $W_{F_{\text{συντ}}} = -\Delta U$ 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 $E_{\text{μηχ}} = \sigma \tau \alpha \theta$, $K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} + U_{\text{τελ}}$ $\Delta K = -\Delta U$. • 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 ε- 	<ul style="list-style-type: none"> • Διερμηνεύουν ενεργειακά διαγράμματα τα οποία δείχνουν τη δυναμική και τη μηχανική (ολική) ενέργεια του συστήματος.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΛΗ		<p>νεργειακές θεωρήσεις (ενεργειακά διαγράμματα, ραβδογράμματα).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να επιλύουν προβλήματα εφαρμόζοντας τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας 	
<p>ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ-ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ</p>	<p>3.5 Διατήρηση και υποβάθμιση της ενέργειας (Η ενέργεια υποβαθμίζεται)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αρχή διατήρησης της ενέργειας • Υποβάθμιση της ενέργειας • Ενέργεια και κοινωνία 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Μελετούν την περίπτωση συστήματος κιβωτίου-οριζόντιου δαπέδου με τριβή υπό την επίδραση εξωτερικής δύναμης και εφαρμόζουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας. • Διερευνούν κοινωνικές δραστηριότητες για να: <ol style="list-style-type: none"> i) αναγνωρίζουν ότι η Γη έχει περιορισμένους φυσικούς πόρους ii) αναγνωρίζουν ότι η τάση για αυξημένη κατανάλωση των περιορισμένων φυσικών πόρων είναι μη αειφόρος. iii) Αναγνωρίζουν ότι η αύξηση του πληθυσμού είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας αύξησης της κατανάλωσης των φυσικών πόρων.
	<p>3.6. Υποβάθμιση της ενέργειας – Θερμικές μηχανές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Η κυκλική μεταβολή • Η θερμική μηχανή • Απόδοση θερμικής μηχανής 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Παρουσιάζουν εργασία «Θερμικές μηχανές και βιομηχανική επανάσταση».

<p>ΘΕΡΜΟ-ΤΗΤΑ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ-ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Να ορίζουν και να υπολογίζουν την απόδοση μιας θερμικής μηχανής. • Να ορίζουν την απόδοση μιας θερμικής μηχανής και να εκτελούν απλούς υπολογισμούς. $e = \frac{W}{Q_h}$. • 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. 	
<p>ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>	<p>4. ΗΧΟΣ</p> <p>4.1 Μηχανικά – Ηχητικά κύματα και τα χαρακτηριστικά τους και εφαρμογές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εισαγωγή στα μηχανικά και ηχητικά κύματα. • Η ένταση του ήχου και η κλίμακα Decibel 	<ul style="list-style-type: none"> • Να ανακαλούν τα χαρακτηριστικά των μηχανικών κυμάτων και να τα εφαρμόζουν στα ηχητικά κύματα. • 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 διακρίνουν την ένταση από τη συχνότητα του ήχου. • Να δικαιολογούν ότι η ένταση του ήχου είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους ταλάντωσης των σωματιδίων του μέσου διάδοσης. • Να περιγράφουν πώς οι ήχοι κι οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται στην ιατρική και τη βιομηχανία. • Να αναγνωρίζουν ότι μερικοί ήχοι είναι επιβλαβείς και ότι η ηχορύπανση αποτελεί μεγάλο πρόβλημα. 	<p>Εκπονούν συνθετικές δημιουργικές εργασίες στο σπίτι, ατομικά ή ομαδικά οι οποίες συμπεριλαμβάνουν πειραματισμό με κινητά τηλέφωνα και κατάλληλα λογισμικά για τη μέτρηση της έντασης του ήχου.</p>
	<p>4.2 Αρχή της υπέρθεσης – Στάσιμο ηχητικό κύμα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Χορδές 	<ul style="list-style-type: none"> • Να δίνουν παραδείγματα και να διακρίνουν τη διαφορά σωματιδίων και κυμάτων ως προς την ταυτόχρονη παρουσία τους στο ίδιο σημείο του χώρου. 	<ul style="list-style-type: none"> • Μελετούν τα στάσιμα κύματα σε χορδές.

<p>ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ανοικτοί και κλειστοί ηχητικοί σωλήνες • Θεμελιώδης συχνότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
	<p>4.3 Μουσικά όργανα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Συντονισμός • Διακροτήματα 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Γράφουν εκθέσεις - παρατηρήσεις ή εργαστηριακές αναφορές για την πειραματική δραστηριότητα της μέτρησης της ταχύτητας του ήχου στον αέρα με τη βοήθεια του συντονισμού. • Παρατηρούν τα διακροτήματα που προκύπτουν από δύο διαπασών όταν στο ένα έχει προσκολληθεί αντικείμενο μικρής μάζας.

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ – Β' ΛΥΚΕΙΟΥ			
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Ενδεικτικές Δραστηριότητες
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση:	Οι μαθητές/-τριες:
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ <ul style="list-style-type: none"> • Τι είναι η Φυσική • Επιστημονικές πρακτικές • Το διεθνές σύστημα μονάδων 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Μελετούν το παράρτημα με τις κοινές επιστημονικές πρακτικές και την επιστημονική εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση.
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	1. ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ 1.1 Ηλεκτρικές Αλληλεπιδράσεις <ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρικό φορτίο • Αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου • Κβάντιση του ηλεκτρικού φορτίου 	<ul style="list-style-type: none"> • Να διατυπώνουν την αρχή διατήρησης φορτίου κατά την ηλεκτρίση σωμάτων. • Να συνδέουν το φορτίο ενός σώματος με το φορτίο του ηλεκτρονίου. 	<ul style="list-style-type: none"> • Επιχειρηματολογούν για τον τεράστιο αριθμό ηλεκτρονίων που αντιστοιχεί στη μονάδα του ηλεκτρικού φορτίου.
	1.2 Το ηλεκτρικό φορτίο συσσωρεύεται και το ηλεκτρικό φορτίο άγεται	<ul style="list-style-type: none"> • Να διακρίνουν τα υλικά (στερεά, υγρά, αέρια) σε αγωγούς και μονωτές ανάλογα με την αγωγιμότητα που παρουσιάζουν. 	<ul style="list-style-type: none"> • Μεταφέρουν τις γνώσεις τους για τους πυκνωτές στο πραγματικό φυσικό σύστημα νέφος-Γη. • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές με θέμα

<p>ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Αγωγοί και μονωτές • Ημιαγωγοί • Ηλεκτρική αγωγιμότητα ελεύθερα ηλεκτρόνια • Το ηλεκτρικό φορτίο συσσωρεύεται • Ηλεκτρόδια. • Πυκνωτές -χωρητικότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράψουν το πρότυπο των ελεύθερων ηλεκτρονίων στα μέταλλα. • Να αντιληφθούν ότι σε αγώγιμες επίπεδες επιφάνειες (ηλεκτρόδια) τα φορτία κατανέμονται/συσσωρεύονται. • Να διαχωρίζουν τη συσσώρευση του φορτίου από τη μετακίνησή του στους αγωγούς. • Να περιγράψουν 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. 	<p>τη διερεύνηση με πολύμετρο της εξάρτησης της χωρητικότητας πυκνωτή (δύο φύλλα αλουμινίου/οπλισμοί πάνω στις δύο πλευρές ενός μονωτικού, π.χ. αφρολέξ) από την απόσταση, το εμβαδόν και το μονωτικό υλικό.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κατασκευάζουν πυκνωτή με αλουμινόχαρτο και ποτηράκια του καφέ και μετρούν τη χωρητικότητά του διερευνώντας και την εξάρτησή της από την απόσταση.
	<p>1.3 Ηλεκτρικές δυνάμεις</p> <ul style="list-style-type: none"> • Νόμος του Coulomb 	<ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράψουν 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκρίνουν τον νόμο της παγκόσμιας έλξης με τον νόμο του Coulomb. • Εκπονούν πολυμεσικές εργασίες οι οποίες αναφέρονται στην πειραματική επιβεβαίωση των δύο παραπάνω νόμων αντιστρόφου τετραγώνου (ζυγός στρέψης).
	<p>1.4 Ηλεκτρικό πεδίο (ΗΠ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Η έννοια του πεδίου • Ένταση ηλεκτρικού πεδίου • Ομογενές και ανομοιογενές ηλεκτρικό πεδίο • Πεδίο σημειακού φορτίου 	<ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράψουν ιδιότητες ενός «χώρου» αξιοποιώντας την έννοια του πεδίου. • Να δίνουν παράδειγμα δημιουργίας ηλεκτρικού πεδίου σε χώρο που υπάρχει/-ουν ηλεκτρικό/-ά φορτία/-α. • Να δίνουν τον λειτουργικό ορισμό της έντασης του ΗΠ σε ένα σημείο του. • Να κατασκευάζουν το διάγραμμα 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Διερευνούν περιπτώσεις σχεδιασμού του διανύσματος της έντασης ηλεκτρικού πεδίου για διάφορες πηγές και της δύναμης που δέχονται διάφορα δοκιμαστικά φορτία. • Διερευνούν περιπτώσεις σχεδιασμού διανύσματος έντασης ΗΠ για διάφορες πηγές και δοκιμαστικά φορτία. • Αισθητοποιούν με τη βοήθεια ηλεκτρισμένου σελοτέιπ το ηλεκτρικό πεδίο γύρω από σωλήνα PVC τον οποίο έχουν τρίψει με μάλλινο ύφασμα. • Αισθητοποιούν με τη βοήθεια ηλεκτρισμένου σελοτέιπ το ηλεκτρικό πεδίο γύρω από πλαστικό ποτήρι του καφέ το

<p>ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>		<p>πεδίου σημειακού φορτίου (πηγής) και να κατασκευάζουν το διάνυσμά της σε ένα σημείο του ΗΠ.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αξιοποιούν στοιχεία και συλλογιστικές για να υποστηρίξουν τη σκέψη τους για τον ορισμό της έντασης ΗΠ σε ένα σημείο του ως σταθερό πηλίκιο. • Να επιλύουν απλές ασκήσεις σε ομογενή ηλεκτρικά πεδία και σε ηλεκτρικά πεδία μέχρι δύο σημειακών φορτίων. 	<p>οποίο έχουν τρίψει στα μαλλιά τους.</p>
	<p>1.5 Διαφορά Δυναμικού (τάση)- Ηλεκτρικές πηγές</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 υποστηρίξουν τη σκέψη τους για τον ορισμό της χωρητικότητας πυκνωτή ως πηλίκιο. • Να δίνουν αναλογία του ηλεκτρικού κλειστού κυκλώματος με τη ροή νερού σε κλειστό κύκλωμα ύδρευσης. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν πείραμα ή/και παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοίωση σχετικά με την τάση ΗΠ, την ΗΕΔ πηγής (π.χ. ΗΕΔ από λεμόνι), τους πυκνωτές. • Αναζητούν πληροφορίες και υλικό για την ιστορική εξέλιξη των ηλεκτρικών πηγών από τον Α. Volta στα σύγχρονα φωτοβολταϊκά.

<p>ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 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 $W_{XHM} = \Delta U$. • Να επιλύουν απλές ασκήσεις σε ομογενή ηλεκτρικά πεδία και ηλεκτρικά πεδία μέχρι δύο ηλεκτρικών φορτίων. 	
	<p>1.6 Αναπαραστάσεις ηλεκτρικού πεδίου</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εξοικειώνονται με γραμμές πολύπλοκων ηλεκτρικών πεδίων που παράγονται από ψηφιακά μέσα με τη βοήθεια ειδικών εφαρμογών λογισμικού και τις ερμηνεύουν ποιοτικά. • Ερμηνεύουν ποιοτικά 3D αναπαραστάσεις δυναμικού ηλεκτρικών πεδίων που δημιουργούνται από σημειακά ηλεκτρικά φορτία.
	<p>1.7 Ηλεκτρικό ρεύμα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρικό ρεύμα - ηλεκτρικό κύκλωμα 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Πληροφορούνται για την ηλεκτροπληξία.

ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ		<ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • Αμπερόμετρο • Βολτόμετρο • Πολύμετρο • Ηλεκτρική αντίσταση • Νόμος του Ohm 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 αιτίου – 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρησιμοποιούν το πολύμετρο με τον ενδεδειγμένο τρόπο ακολουθώντας οδηγίες χρήσης. • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές με θέμα τη διερεύνηση της εξάρτησης της αντίστασης από το μήκος και από τη διατομή χρησιμοποιώντας πλαστελίνη. • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές για τη διερεύνηση της ελευθερίας των φορέων σε έναν μεταλλικό αγωγό και σε μια δίοδο πυριτίου. • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές για τη διερεύνηση των χαρακτηριστικών $I=f(V)$, για κωνοσταντάνη (ωμικός αγωγός), λαμπτήρα πυράκτωσης (μεταλλικός αγωγός) και γραφίτη (αμέταλλο).
	1.9 Απλά ηλεκτρικά κυκλώματα <ul style="list-style-type: none"> • 1ος κανόνας του Kirchhoff 	<ul style="list-style-type: none"> • Να αντιλαμβάνονται τον ρόλο των κόμβων σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. • Να συνδέουν τον 1ο κανόνα του Kirchhoff με την 	<ul style="list-style-type: none"> • Αναπαριστούν ποιοτικά το δυναμικό διαγράφοντας την κλειστή διαδρομή του κυκλώματος. • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές για τη

<p>ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2ος κανόνας του Kirchhoff • Συνδεσμολογία αντιστάσεων • Νόμος του Ohm σε κύκλωμα • Πολική τάση 	<p>αρχή διατήρησης του φορτίου και να τον αξιοποιούν για τον υπολογισμό έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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. 	<p>διερεύνηση της συνδεσμολογίας αντιστάσεων σε σφραγισμένο κουτί με τέσσερις ακροδέκτες.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σχεδιάζουν τη χαρακτηριστική μιας πηγής στηριζόμενοι/-ες σε πειραματικά δεδομένα και βρίσκουν την ΗΕΔ και την εσωτερική αντίσταση της πηγής.
	<p>1.10 Ηλεκτρική ενέργεια και Ισχύς</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρική ενέργεια στα στοιχεία του κυκλώματος • Ηλεκτρική ισχύς στα στοιχεία του κυκλώματος 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Πειραματίζονται σε κύκλωμα με μπαταρία ή τροφοδοτικό και αντιστάσεις (είτε σε σειρά είτε μόνο για δύο παράλληλα) και εφαρμόζουν τη διατήρηση της ενέργειας, για να δείξουν την εγκυρότητα του 2ου κανόνα του Kirchhoff.

ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ		<ul style="list-style-type: none"> • 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.. 	
	2. ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ 2.1 Το μαγνητικό πεδίο ΜΠ <ul style="list-style-type: none"> • Ένταση μαγνητικού πεδίου • Γραμμές μαγνητικού πεδίου • Το μαγνητικό πεδίο της Γης 	<ul style="list-style-type: none"> • Να ανακαλούν τα χαρακτηριστικά και τη δράση των μαγνητών (μαγνητισμού) στην καθημερινότητα. • Να δίνουν παραδείγματα δημιουργίας μαγνητικού πεδίου σε χώρο που υπάρχει/οὐν μαγνήτες. • Να συνδέουν το ΜΠ 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκπονούν εργασίες στην ιστορική αναδρομή για τους μαγνήτες και τη μαγνητική πυξίδα. • Πλοηγούνται με πυξίδα. • Αξιοποιούν την εφαρμογή πυξίδα στα κινητά τηλέφωνα. • Αισθητοποιούν το μαγνητικό πεδίο της Γης με βίντεο και προσομοιώσεις.
	2.2 Σύγκριση βαρυστικού ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκρίνουν τη βαρυτική δύναμη μεταξύ δύο ηλεκτρονίων/πρωτονίων με τη δύναμη Coulomb μεταξύ τους. • Ελέγχουν την εγκυρότητα των Marvel Comics για τους σούπερ ήρωες που ελέγχουν τα βαρυτικά/ηλεκτρικά/μαγνητικά πεδία.
	2.3 Η ενοποίηση σε τρεις σταθμούς: Η ανακάλυψη του Oersted – Δύναμη Laplace – Το φαινόμενο της επαγωγής	<ul style="list-style-type: none"> • Να διαπιστώνουν πειραματικά την ύπαρξη μαγνητικού πεδίου γύρω από ρευματοφόρο αγωγό. • Να αναφέρουν την πηγή δημιουργίας του ΜΠ. • Να σχεδιάζουν το διάγραμμα του ΜΠ σε ευθύγραμμο 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν το πείραμα του Oersted (ή/και παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοίωση του πειράματος). • Εκτελούν πείραμα ή/και παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοίωση

<p>ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>και κυκλικό αγωγό, καθώς και σε σωληνοειδές και να υπολογίζουν την τιμή του.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<p>στη δύναμη Laplace σε ρευματοφόρο αγωγό.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν πείραμα του Faraday (ή/και παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοίωση του πειράματος). • Συζητούν για τις μαγνητικές κάρτες και τους ανιχνευτές μετάλλων στα αεροδρόμια.
	<p>2.4 Εφαρμογές ηλεκτρομαγνητισμού - Εναλλασσόμενο ρεύμα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μαγνητικές ιδιότητες της ύλης • Λειτουργία ηλεκτρικού κινητήρα • Παραγωγή εναλλασσόμενου ρεύματος (ποιοτική εξήγηση) • Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Εισάγονται στις θεματικές με βίντεο σχετικά με τις μαγνητικές καταιγίδες και το πολικό σέλας. • Εκτελούν πειράματα ή/και προσομοιώσεις με μαγνήτες και ηλεκτρομαγνήτες αξιοποιώντας τις μαγνητικές ιδιότητες διαφόρων υλικών. • Ερευνούν πηγές σχετικές με την παραγωγή και τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας (δυναμό-ανεμογεννήτριες – υδροηλεκτρικά εργοστάσια - πυρηνικά εργοστάσια) και αναπτύσσουν στάσεις και αξίες. • Εμπλέκονται σε δραστηριότητες με χρήση παλμογράφου.

<p>ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Πλεονεκτήματα εναλλασσόμενου ρεύματος (Ο ρόλος του μετασχηματιστή) 	<p>τάσης μεταβλητής τιμής στα άκρα περιστρεφόμενης σπείρας μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Πληροφορούνται για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. • Αναζητούν πληροφορίες για την προσωπικότητα του Tesla και τις εφευρέσεις του. • Επιχειρηματολογούν για τον ιστορικό «πόλεμο» AC – DC. • Αναγνωρίζουν τον χρωματικό κώδικα των καλωδίων (φάση, ουδέτερος, γείωση). • Σχεδιάζουν ένα οικιακό κύκλωμα και πληροφορούνται για τους κανόνες ασφάλειας και τους κυριότερους κινδύνους.
<p>ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>	<p>3. ΦΩΣ</p> <p>3.1 Η προσέγγιση της γεωμετρικής οπτικής</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός • Ανάκλαση/Νόμοι της ανάκλασης • Επίπεδα κάτοπτρα • Σχηματισμός ειδώλου <p>3.2 Διάθλαση και φακοί</p> <ul style="list-style-type: none"> • Φαινόμενο και νόμοι της διάθλασης • Δείκτης διάθλασης υλικού • Ολική ανάκλαση • Οπτικές ίνες • Λεπτοί φακοί 	<ul style="list-style-type: none"> • Να σχεδιάζουν την πορεία φωτεινών ακτίνων σε ένα ομογενές μέσο. • Να σχεδιάζουν το είδωλο αντικειμένου σε επίπεδα κάτοπτρα. <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν πειράματα ή/και προσομοιώσεις και εμπλέκονται σε ολοκληρωμένα σενάρια με αξιοποίηση αντίστοιχων λογισμικών με το περιεχόμενο της ενότητας. • Ασχολούνται με εφαρμογές των επίπεδων κατόπτρων στην καθημερινή ζωή αλλά και στην τέχνη. <ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν πειράματα ή/και προσομοιώσεις, και εμπλέκονται σε ολοκληρωμένα σενάρια με αξιοποίηση αντίστοιχων λογισμικών με το περιεχόμενο της ενότητας. • Ασχολούνται με εφαρμογές κατόπτρων στην καθημερινή ζωή αλλά και στην τέχνη.

ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακοί • Σχηματισμός ειδώλων 	<ul style="list-style-type: none"> • Να αιτιολογούν το φαινόμενο της διάθλασης. • Να κατασκευάζουν γεωμετρικά το είδωλο αντικειμένου στους φακούς (γεωμετρικός σχεδιασμός). 	
	3.3 Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας <ul style="list-style-type: none"> • Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα • Ένταση ηλεκτρομαγνητικού κύματος • Η ορατή ακτινοβολία (φως) • Υπεριώδης, υπέρυθη ακτινοβολία 	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναλύουν τι είναι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα και να ορίζουν την έντασή του. • Να διακρίνουν τα είδη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ανάλογα της συχνότητάς 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές για τη διερεύνηση της εξάρτησης της έντασης του φωτός με την απόσταση (νόμος αντιστρόφου τετραγώνου). • Ασχολούνται με τον πλέον πρόσφορο τρόπο: <ul style="list-style-type: none"> α) με τα χρώματα των άστρων β) με λαμπτήρες πυράκτωσης και λαμπτήρες φθορισμού γ) με τον φωσφορισμό δ) με θερμικές κάμερες και ανιχνευτές ε) με τα φάσματα ως βασική πηγή πληροφοριών στην αστρονομία στ) με την τρύπα του όζοντος ζ) με τον χρωματικό κώδικα RGB (οθόνες TFT/CRT) η) με τα προβλήματα υγείας από την έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία.
	3.4 Εικόνες συμβολής & περίθλασης – Επικοινωνίες <ul style="list-style-type: none"> • Αρχή Huygens • Πείραμα Young • Εικόνες συμβολής • Περίθλαση φωτός • Εικόνες περίθλασης 	<ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράψουν 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 $S = \frac{\lambda D}{d}$. • Να αναγνωρίζουν τη σημασία των φαινομένων συμβολής, περίθλασης, ανάκλασης και διάθλασης στη διάδοση 	<ul style="list-style-type: none"> • Διατυπώνουν υποθέσεις για τις εικονικές αναπαραστάσεις των φαινομένων της συμβολής και της περίθλασης. • Πληροφορούνται για ολογράμματα, κυματοδηγούς και οπτικές ίνες. • Εκτελούν ομαδικές δραστηριότητες αξιοποιώντας πειράματα ή/και προσομοιώσεις, και εμπλέκονται σε ομάδες σε ολοκληρωμένα σενάρια με αξιοποίηση αντίστοιχων λογισμικών.

ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ		των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην ατμόσφαιρα. <ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράψουν τον τρόπο μετάδοσης των Η/Μ κυμάτων στην ατμόσφαιρα. • Να αναγνωρίζουν τη σημασία των κυματικών φαινομένων για τις επικοινωνίες. 	
	3.5 Τηλεσκόπια-Μικροσκόπια <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή και αρχή λειτουργίας του τηλεσκοπίου • Περιγραφή και αρχή λειτουργίας του μικροσκοπίου 	<ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράψουν ένα τηλεσκόπιο και να αναλύουν τη λειτουργία του. • Να ταξινομούν τα είδη τηλεσκοπίων. • Να περιγράψουν 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Αντλούν εναύσματα από εικόνες τηλεσκοπίων από το διάστημα, καθώς και από μεγεθυντικές εικόνες μικροσκοπίων. • Παρατηρούν μέσα από σχολικό τηλεσκόπιο. • Παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοίωση με τη χρήση τηλεσκοπίων/μικροσκοπίων.
	3.6 Σωματιδιακό και Κυματικό πρότυπο του φωτός <ul style="list-style-type: none"> • Το φως από την αρχαία ελληνική φιλοσοφία στους Planck και Einstein 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Διερευνούν με προσομοιώσεις ή/και παρακολουθούν βίντεο σχετικά με πειράματα που επικυρώνουν ή απορρίπτουν τα πρότυπα του φωτός. • Ασχολούνται με το φως στην τέχνη (το φως στο έργο του Rembrandt, το φως στο έργο του Vermeer).
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	4. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ 4.1 Η συμπεριφορά του ηλεκτρονίου <ul style="list-style-type: none"> • Το ηλεκτρόνιο (η ανακάλυψη: από τον William Crookes στον Joseph John Thomson) • Οι κινήσεις του ηλεκτρονίου (Τα ατομικά μοντέλα) 	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου ως στοιχειώδη ποσότητα φορτίου. • 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 Η/Μ κύμα, επιπτώσεις για την υγεία). 	<ul style="list-style-type: none"> • Εξηγούν ποιοτικά την εκπομπή φωτός από αναμμένο κερί. • Παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοιώσεις για: <ul style="list-style-type: none"> α) τη δομή του ατόμου β) τα τηλεσκόπια των ακτίνων Χ γ) τις ακτινογραφίες και γενικότερα τις ιατρικές απεικονίσεις. • Πληροφορούνται για θέματα ασφάλειας σχετικά με: <ul style="list-style-type: none"> α) τις ακτίνες Χ β) το solarium

ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ- ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	<p>4.2 Ο πυρήνας</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 στο περιβάλλον. • Να συσχετίσουν τις ιονίζουσες ακτινοβολίες των ραδιενεργών διασπάσεων με την πυρηνική ιατρική (ακτινοδιαγνωστική, ακτινοθεραπεία, ακτινοπροστασία πληθυσμού). • Να αναγνωρίζουν τις βασικές πυρηνικές αντιδράσεις (σχάση και σύντηξη). 	<ul style="list-style-type: none"> • Παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοιώσεις για: <ul style="list-style-type: none"> α) την πυρηνική σύντηξη και σχάση β) τον μετρητή Geiger–Müller γ) την εκθετική μείωση του αριθμού των ραδιενεργών πυρήνων. • Διερευνούν: <ul style="list-style-type: none"> α) τις επιπτώσεις ακτινοβολιών στο ανθρωπογενές περιβάλλον β) τους τρόπους προφύλαξης από τις ακτινοβολίες γ) τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας και τα πυρηνικά ατυχήματα • Επιχειρηματολογούν, παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοιώσεις για: <ul style="list-style-type: none"> α) τη ραδιοχρονολόγηση β) τις χρήσεις των ακτινοβολιών στην ιατρική, την πυρηνική ιατρική, τη Φυσική γ) τους τρόπους ακτινοθεραπείας / ακτινοπροστασίας δ) το ταξίδι στα αστέρια με την πυρηνική ενέργεια ε) την PET tomography στ) τα πειράματα στο CERN (LHC / Alice) ζ) τον Ψυχρό Πόλεμο και την απειλή ενός πυρηνικού ολέθρου. η) Το φυσικό ραδιενεργό υπόβαθρο. θ) Ανίχνευση της ραδιενεργού επίπτωσης ι) Το χρονικό του Τσερνομπίλ • Μελετούν τις βιογραφίες εμβληματικών επιστημόνων της Φυσικής, σύγχρονων φυσικών, καθώς και τις απονομές των βραβείων Νόμπελ.
	<p>4.3 Το καθιερωμένο πρότυπο</p> <ul style="list-style-type: none"> • Τα quarks, σύγχρονες απόψεις για τη δομή της ύλης • Η 1η γενιά σωματιδίων 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοίωση, συζητούν και επιχειρηματολογούν για το έργο του ερευνητικού κέντρου CERN.

	<ul style="list-style-type: none">• Το καθιερωμένο πρότυπο	<p>των οποίων πραγματοποιούνται.</p> <ul style="list-style-type: none">• 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	Ενδεικτικές Δραστηριότητες
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση:	Οι μαθητές/-τριες:
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ <ul style="list-style-type: none"> • Διαστάσεις μεγεθών • Σημαντικά ψηφία • Είδη Σφαλμάτων • Στρογγυλοποίηση - Διάδοση σφάλματος • Περιγραφή της δομής της εργαστηριακής αναφοράς 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Μελετούν το παράρτημα με τις κοινές επιστημονικές πρακτικές και την επιστημονική εκπαιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση. • Εκτελούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες στις οποίες διερευνούν από τι εξαρτάται η περίοδος του απλού εκκρεμούς (διαστατική ανάλυση και πειραματισμός).

ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙ- ΔΕΥΣΗ – ΜΕ- ΘΟΔΟΛΟΓΙΑ		<p>συσκευές και τις εργαστηριακές διατάξεις.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 τη 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	<p>1. ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ</p> <p>1.1 Οριζόντια βολή, Μεταβαλλόμενη κυκλική κίνηση υλικού σωματιδίου</p> <ul style="list-style-type: none"> • Οριζόντια βολή • Γωνιακή επιτάχυνση, επιτρόχια επιτάχυνση, γωνιακή μετατόπιση, Εξισώσεις κίνησης • Αντιστοιχία μεγεθών ευθύγραμμης και κυκλικής κίνησης 	<ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> – 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μετρήσουν πειραματικά την επιτάχυνση της βαρύτητας στο σχολικό εργαστήριο μέσω της οριζόντιας βολής (χρήση μετροταινίας, βερνιέρου, σφαιριδίου, φωτοπύλης). • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μελετήσουν εργαστηριακά τις βολές με τη μέθοδο της «ανάλυσης βίντεο». • Εκτελούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν προσομοιώσεις από το διαδίκτυο, οι οποίες δείχνουν με διανυσματική μορφή τα φυσικά μεγέθη που συνδέονται με την κυκλική κίνηση. • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές με θέμα τον πειραματισμό στην οριζόντια βολή με χρήση ελεύθερου λογισμικού, π.χ. tracker, που χρησιμοποιεί τη μέθοδο της ανάλυσης βίντεο.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>		<ul style="list-style-type: none"> – Να ορίζουν τη γωνιακή ταχύτητα, τη γωνιακή επιτάχυνση και την επιτρόχια 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). 	
	<p>1.2. Ορμή –Στροφορμή</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ορμή υλικού σωματιδίου • Στροφορμή υλικού σωματιδίου 	<ul style="list-style-type: none"> • Να διατυπώνουν τον ορισμό της ορμής υλικού σωματιδίου. • Να διατυπώνουν πλήρως τον ορισμό της στροφορμής υλικού σωματιδίου. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες με χρήση λογισμικών για εξάσκηση στις πράξεις μεταξύ διανυσμάτων. • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν το μέγεθος της στροφορμής σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> – Η κίνηση ηλεκτρονίου γύρω από τον πυρήνα. – Το σπιν ηλεκτρονίων. – Η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο. – Η προσρόφηση από μία μαύρη τρύπα της ύλης ενός συνοδού άστρου (τότε σχηματίζεται γύρω από τη μαύρη τρύπα ένας δίσκος συσσώρευσης, όπου η ύλη στροβιλίζεται με μεγάλη ταχύτητα πριν απορροφηθεί τελικά από τη μαύρη τρύπα) (μηχανική-αστροφυσική). – Ο σχηματισμός πιδάκων κατά τη γένεση άστρων
	<p>1.3 Γενική έκφραση του 2ου νόμου του Newton - Ωθηση</p> <ul style="list-style-type: none"> • Γενική έκφραση του 2ου νόμου του Newton • Ωθηση δύναμης και μεταβολή της ορμής – Ροπή και μεταβολή στροφορμής • Σύστημα υλικών σωματιδίων 	<ul style="list-style-type: none"> • Να θεωρούν συστήματα υλικών σωματιδίων και να αναγνωρίζουν τις εσωτερικές και τις εξωτερικές δυνάμεις του συστήματος. • Να αναγνωρίζουν πότε ένα σύστημα υλικών σωματιδίων είναι μονωμένο και πότε όχι. • Να διακρίνουν τις εσωτερικές από τις εξωτερικές δυνάμεις σε παραδείγματα συστημάτων υλικών σωματιδίων. • Να εφαρμόζουν τη γενική έκφραση του 2ου νόμου του 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να πειραματιστούν (εικονικά) με χρήση των λογισμικών, καθώς και διαδικτυακών προσομοιώσεων • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν τον 2ο νόμο του Newton σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> – Η χρησιμοποίηση προστατευτικού δικτυού από τους ακροβάτες στο τσίρκο και στρώματος από αφρολέξ από τους/τις

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Εσωτερικές-εξωτερικές δυνάμεις σε σύστημα • Μονωμένα συστήματα 	<p>Newton σε ένα υλικό σωματίδιο και σε σύστημα υλικών σωματιδίων.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να εξηγούν γιατί η γενική έκφραση του νόμου του Newton έχει ευρύτερη εφαρμογή. • 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: $\sum \vec{F} \cdot \Delta t$ • 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 ομόροπο της $\sum \vec{F}$. • Να συσχετίζουν τις σχέσεις για τη συνισταμένη δύναμη και τη συνισταμένη ροπή που περιγράφουν την κινηματική των σωμάτων. 	<p>αθλητές/-τριες του άλματος επί κοντώ για προστασία κατά την πτώση τους.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ο τραυματισμός ανθρώπου από σφαίρα και όχι από μπάλα ποδοσφαίρου ίσης ορμής (ακινητοποίηση στο ίδιο μικρό χρονικό διάστημα). – Η ύπαρξη πίεσης της ακτινοβολίας (solarsail). – Η χρησιμοποίηση υλικών από τους μηχανικούς αυτοκινήτων προκειμένου να αποφεύγονται τα μοιραία ατυχήματα (π.χ. ζώνες συρρίκνωσης στα αυτοκίνητα). – Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να πειραματιστούν με τη μηχανή Atwood.
	<p>1.4 Διατήρηση της ορμής</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διατήρηση της στροφορμής 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, για να πειραματιστούν με προσομοιώσεις για τη «Διατήρηση της Ορμής» και το «Εκκρεμές του Newton». • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να πειραματιστούν με καρτσάκια και να επαληθεύσουν την αρχή διατήρησης της ορμής σε μία έκρηξη. • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν τη διατήρηση της ορμής σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> - Η προώθηση πυραύλων. - Η ανάκρουση όπλου.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>			<ul style="list-style-type: none"> - Ο βομβαρδισμός πυρήνων με πρωτόνια ή νετρόνια. - Η κίνηση των αστροναυτών στο διάστημα. • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν τη διατήρηση της στροφορμής σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> - Η περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο. - Η ταχύτητα των πλανητών στο περιήλιο και αφήλιο (2ος Ν. Κέπλερ). • Εκτελούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες με τη χρήση προσομοιώσεων.
	<p>1.5 -Θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> - Μηδέν σε κλειστή διαδρομή. - Ανεξάρτητο από τη διαδρομή που ακολουθεί το σώμα ή το σύστημα για να 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, για να πειραματιστούν με τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας στην περίπτωση του απλού εκκρεμούς χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό του σχολικού εργαστηρίου (διάταξη απλού εκκρεμούς, φωτοπύλες, βερνιέρος, μετροταινία). • Εκτελούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες με προσομοιώσεις (InteractivePhysics) • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν την ενέργεια σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> - ενέργεια και η κόπωση αθλητών. - Η διατροφή και η χημική ενέργεια. - Η διατήρηση της υλοενέργειας. - Η θεωρητική ανακάλυψη του νετρίνο. - Η ερμηνεία της σταθερότητας του μέτρου της ταχύτητας στην κυκλική ομαλή κίνηση με τη βοήθεια του θεωρήματος έργου-κινητικής ενέργειας. - Η θερμοπυρηνική ενέργεια, η ενέργεια που τροφοδοτεί τον Ήλιο και όλους τους αστέρες στο σύμπαν.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>		<p>μεταβεί από την αρχική στην τελική θέση ή από την αρχική στην τελική του κατάσταση.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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 	
----------------------------	--	---	--

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>	<p>1.6. Κρούσεις</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>του συστήματος, π.χ. κίνηση σε τραχιά επιφάνεια.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες με τη χρήση προσομοιώσεων. • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μελετήσουν πειραματικά την ελαστική κρούση χρησιμοποιώντας τα βαγονάκια από τον εξοπλισμό του σχολικού εργαστηρίου και τις φωτοπύλες ή/και μπάλες του μπυλιάρδου. • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να διερευνήσουν πειραματικά πώς σχετίζονται η δύναμη και η ώθηση με την ορμή και τη διατήρησή της σε μια κρούση δύο αμαξιδίων ή δύο ιππέων σε αεροτράπεζα με φωτοπύλες ή βιντεοανάλυση. • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν τη διατήρηση της ορμής σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> - Η επιβράδυνση των νετρονίων από το νερό που περιβάλλει την καρδιά του πυρηνικού αντιδραστήρα. - Οι συγκρούσεις σωματιδίων στα πειράματα του CERN. - Οι κρούσεις σε πυρηνικές αντιδράσεις. - Το χτύπημα καράτε. - Οι αποτελεσματικές συγκρούσεις στην πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης. • Χρησιμοποιούν ελεύθερα λογισμικά προσομοιώσεων και ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, για να σχεδιάσουν πειράματα για την επιβεβαίωση της ισχύος των αρχών διατήρησης πριν, μετά ή/και κατά την κρούση που θα επιλέξουν να μελετήσουν.
-----------------------------------	--	---	---

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>	<p>1.7 Απλή αρμονική ταλάντωση</p> <ul style="list-style-type: none"> • Περιοδικές κινήσεις • Σύνδεση απλής αρμονικής ταλάντωσης και ομαλής κυκλικής κίνησης • Ενεργειακή μελέτη απλής αρμονικής ταλάντωσης 	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναφέρουν παραδείγματα περιοδικών κινήσεων. • Να διατυπώνουν τον ορισμό της περιοδικής κίνησης και των χαρακτηριστικών μεγεθών της (Περίοδος, Συχνότητα, Κυκλική συχνότητα). • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μελετήσουν πειραματικά την α.α.τ. • Ιχνηλατούν την κίνηση ενός αρμονικού ταλαντωτή με βίντεοανάλυση και βρίσκουν τα χαρακτηριστικά της. • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν τις ταλαντώσεις σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> - Η κίνηση των αμορτισέρ του αυτοκινήτου (πραγματική ταλάντωση με μεγάλη απόσβεση). - Η κίνηση του εκκρεμούς του ρολογιού (πραγματική ταλάντωση με μικρή απόσβεση). - Οι ταλαντώσεις των πρωτεϊνών. - Οι ταλαντώσεις υψηλών κτιρίων κατά τη διάρκεια σεισμού. • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές με θέμα τον πειραματικό υπολογισμό της επιτάχυνσης της βαρύτητας μέσω της μελέτης του απλού εκκρεμούς.
-----------------------------------	---	---	--

ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ		υλικού που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.	
	<p>1.8 Εφαρμογές</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2ος νόμος Newton και Τεχνολογία • Ταλαντώσεις με απόσβεση -Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις και καθημερινά φαινόμενα, το φαινόμενο του συντονισμού 	<ul style="list-style-type: none"> • Να ερμηνεύουν εφαρμογές του δεύτερου νόμου του Newton στην καθημερινή ζωή και στην σύγχρονη τεχνολογία. • 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: $F = -bv$. • 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 πότε 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 σαρμάκια, ο καφές που χύνεται καθώς περπατάμε κ.ά.). • Να εξηγούν γιατί οι εξαναγκασμένες ταλαντώσεις έχουν συμβάλει στην εξέλιξη της τεχνολογίας (υλικά με κατάλληλες αποσβέσεις). 	<ul style="list-style-type: none"> • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν τις εφαρμογές του δεύτερου νόμου του Newton στον αθλητισμό, τη διαστημική (MarsPathfinder) • κ.ά. • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μελετήσουν πειραματικά τις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις και τον συντονισμό με τη βοήθεια προσομοιώσεων. • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν τις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις και τον συντονισμό σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> - Η ταλάντωση στα πιστόνια των μηχανών και η κίνηση του αυτοκινήτου. - Η κίνηση μιας κρεμαστής γέφυρας (π.χ. της γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου) εξαιτίας ανέμων, οι οποίοι πνέουν στην περιοχή. - Οι παλλόμενοι μεταβλητοί αστέρες και πώς από τη σχέση περιόδου-λαμπρότητας υπολογίζουμε τις αποστάσεις τους στην αστροφυσική. - Οι ηλιακές ταλαντώσεις και η ηλιοσεισμολογία, οι αστρικές ταλαντώσεις και η αστεροσεισμολογία (πώς χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της εσωτερικής δομής του Ήλιου και των αστέρων).
	<p>2. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ</p> <p>2.1 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να ανάγουν την ταχύτητα και την επιτάχυνση του κέντρου μάζας άκαμπτου σώματος σε αυτές του υλικού σημείου. 	<ul style="list-style-type: none"> • Υπολογίζουν τα κινηματικά μεγέθη σε σώματα που περιστρέφονται, όπως: <ul style="list-style-type: none"> - Η Γη γύρω από τον άξονά της.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>	<p>- Κινηματικά μεγέθη</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κινηματικά μεγέθη στη μεταφορική κίνηση άκαμπτου σώματος • Κινηματικά μεγέθη στη στροφική κίνηση άκαμπτου σώματος • Σύνθετη κίνηση 	<ul style="list-style-type: none"> • 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-$\alpha_{γων}$ 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. 	<ul style="list-style-type: none"> – Η Γη γύρω από τον Ήλιο. – Ο τροχός του αυτοκινήτου. – Ο ψηφιακός δίσκος (cd).
	<p>2.2 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος – Από τη ροπή στην κίνηση</p> <ul style="list-style-type: none"> • Θεμελιώδης νόμος της στροφικής κίνησης • Στροφορμή άκαμπτου σώματος και συστήματος σωμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • 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' 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μετρήσουν πειραματικά τη ροπή αδράνειας διαφόρων κυλίνδρων που κυλίνουν σε κεκλιμένο επίπεδο με τη χρήση φωτοπυλών ή και ιχνηλάτησης της κίνησης. • Πειραματίζονται προκειμένου να διαπιστώσουν τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης με ρόδα ποδηλάτου.

<p>ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Μεταβολή στροφορμής άκαμπτου σώματος • Η γενικευμένη μορφή του θεμελιώδους νόμου της στροφορμής • Διατήρηση της στροφορμής άκαμπτου σώματος και εφαρμογές της 	<p>αναλογία με τη μάζα στη μεταφορική κίνηση.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να διατυπώνουν τον θεμελιώδη νόμο της στροφορμής • Να εφαρμόζουν τον θεμελιώδη νόμο της στροφορμής 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 στροφορμής 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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Πειραματίζονται προκειμένου να διαπιστώσουν τη διατήρηση της στροφορμής με περιστρεφόμενη καρέκλα. • Εκτελούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες, όπως: <ul style="list-style-type: none"> – Συσχετίζουν την περίοδο με τη ροπή αδράνειας σε ένα φυσικό εκκρεμές. – Μελετούν την επίδραση που θα είχε στην περίοδο περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της το λιώσιμο των πολικών πάγων. – Μελετούν την ευκολία ή δυσκολία περιστροφής ενός σώματος ανάλογα με τη θέση του άξονα περιστροφής. – Μελετούν την περιστροφή δίσκου και τροχού, όταν τα σώματα έχουν ίσες μάζες και ίσες ακτίνες. – Συγκρίνουν την περιστροφή σφαίρας συμπαγούς και κοίλης γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο της. • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές με θέμα τον πειραματικό υπολογισμό ροπής αδράνειας άκαμπτου σώματος.
	<p>2.3 Το πρότυπο του άκαμπτου σώματος – Από τη ροπή στην Ενέργεια</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κινητική ενέργεια άκαμπτου σώματος στη σύνθετη κίνηση • Έργο και ισχύς • Θεώρημα μεταβολής κινητικής ενέργειας έργου για τη στροφορμική κίνηση 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες με προσομοιώσεις από το διαδίκτυο με θέμα κύλιση και ενέργεια. • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μελετήσουν πειραματικά την κίνηση μιας κοίλης και μιας συμπαγούς σφαίρας που αφήνονται να κυλήσουν χωρίς ολίσθηση από το ίδιο ύψος κεκλιμένου επιπέδου.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ		<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	
ΔΥΝΑΜΕΙΣ – ΚΙΝΗΣΕΙΣ	<p>2.4 Μηχανική ρευστών</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ρευστά σε κίνηση – Η εξίσωση συνέχειας και εφαρμογές της • Η διατήρηση της ενέργειας και η εξίσωση Bernoulli 	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν τις ιδιότητες του ρευστού. • Να αναγνωρίζουν τις δυνάμεις τριβής μεταξύ των μορίων ενός ρευστού σε κίνηση και τις δυνάμεις σνάφειας 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 εξάγουν την εξίσωση Bernoulli, ως συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας $\Delta K + \Delta U_{BAP} = W_{εξωτ}$ <p>(μόνο σε οριζόντιους σωλήνες-δοχεία). Να εξηγούν πώς εφαρμόζονται τα παραπάνω στην καθημερινή ζωή (σωλήνας</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μελετήσουν πειραματικά την εξίσωση Bernoulli, μέσω της εκροής υγρού από οπή σε ένα δοχείο. Συσχετίζεται η απόσταση οπής από την ελεύθερη επιφάνεια με την ταχύτητα εξόδου του υγρού από την οπή. Η ταχύτητα αυτή μπορεί να μετρηθεί από τα χαρακτηριστικά της τροχιάς του υγρού μετά από την έξοδο από την οπή (βεληνεκές ή ιχνηλάτηση της τροχιάς). • Παρουσιάζουν εργασίες που αναδεικνύουν την κίνηση των ρευστών σε φαινόμενα όπως: <ul style="list-style-type: none"> – Η ροή του αίματος στις φλέβες και τις αρτηρίες, οι στενώσεις των αρτηριών κ.λπ. (αιμοδυναμική των αγγειακών παθήσεων, μηχανική των ρευστών και ιατρική). – Η ταχύτητα εκροής υγρού από ανοικτό δοχείο. – Η λειτουργία του μανομέτρου Ventouri. • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να μελετήσουν πειραματικά τον νόμο Poiseuille και τον νόμο Stokes.

		Ventouri, άντωση, ροή αίματος στα αγγεία).	
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ – ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ	3. ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ 3.1 Ιδανικά αέρια, Μακροσκοπική περιγραφή <ul style="list-style-type: none"> Από τους πειραματικούς νόμους στην καταστατική εξίσωση 	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να πραγματοποιήσουν πειραματική δραστηριότητα με θέμα «Θέρμανση αερίου υπό σταθερό όγκο - Αερικό θερμόμετρο». Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να επιβεβαιώσουν πειραματικά τους νόμους των αερίων υποθέτοντας ότι ο αέρας στο πείραμα προσεγγίζει ένα ιδανικό αέριο. Γράφουν εκθέσεις ή/και εργαστηριακές αναφορές στις παραπάνω πειραματικές διαδικασίες.
	3.2 Κινητική θεωρία των ιδανικών αερίων <ul style="list-style-type: none"> Βασικές αρχές της κινητικής θεωρίας του προτύπου «ιδανικό αέριο» - Σύνδεση μακροσκοπικών και μικροσκοπικών μεγεθών Θεώρημα ισοκατανομής της ενέργειας 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> Χρησιμοποιούν ελεύθερα λογισμικά προσομοιώσεων και ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να σχεδιάσουν πειράματα και να προσδιορίσουν είτε τη σχέση μεταξύ της πίεσης και της θερμοκρασίας του αερίου είτε τη σχέση μεταξύ πίεσης, όγκου, θερμοκρασίας και αριθμού μορίων του αερίου.

<p>ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ – ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ</p>	<p>3.3 Ιδανικά αέρια: Μοριακό μοντέλο</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (U_{rms}) και η μέση ταχύτητα • Πειραματική επαλήθευση της κατανομής Maxwell-Boltzmann, Πείραμα Zartman 	<p>(όχι ταλάντωση) είτε αλλάζει η μεταξύ τους απόσταση (ταλάντωση).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράφουν την κατανομή των μοριακών ταχυτήτων αερίου κατά Maxwell – Boltzmann (M-B). • Να εξηγούν πώς και γιατί αλλάζει η καμπύλη: <ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Πραγματοποιούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες με θέμα τη συσχέτιση της κατανομής M-B με τις χημικές αντιδράσεις ή/και το φαινόμενο της εξάτμισης και του βρασμού. • Χρησιμοποιούν ελεύθερα λογισμικά προσομοιώσεων και ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να πραγματοποιήσουν εικονικά πειράματα που συσχετίζουν την κατανομή M-B με την πραγματοποίηση ή όχι χημικών αντιδράσεων.
	<p>3.4 1ος Θερμοδυναμικός Νόμος και εφαρμογές του</p> <ul style="list-style-type: none"> • Έργο κατά την εκτόνωση ή συμπίεση αερίου, Θερμότητα, Ειδικές Θερμότητες, Εσωτερική Ενέργεια • 1ος Θερμοδυναμικός Νόμος • Αδιαβατική μεταβολή • Εφαρμογές του 1ου Θερμοδυναμικού Νόμου 	<ul style="list-style-type: none"> • Να διατυπώνουν τους ορισμούς: <ul style="list-style-type: none"> 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 τότε το έργο αυτό θεωρείται θετικό και τότε αρνητικό. • Να εξηγούν πώς υπολογίζεται το έργο αερίου από το 	<ul style="list-style-type: none"> • Πραγματοποιούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες με τη χρήση των εικονικών εργαστηρίων θερμότητας και θερμοδυναμικής ή/και παρουσιάζουν το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας μέσω του πειράματος του Joule και επισημαίνουν σε αυτό τα βήματα της επιστημονικής εκπαιδευτικής μεθόδου. • Ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να πραγματοποιήσουν δραστηριότητα με θέμα «πειραματικός προσδιορισμός του λόγου C_p/C_v». • Γράφουν εκθέσεις ή/και εργαστηριακές αναφορές στην παραπάνω πειραματική διαδικασία.

<p>ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟ- ΚΡΑΣΙΑ – ΘΕΡΜΟΔΥ- ΝΑΜΙΚΗ</p>		<p>διάγραμμα $P-V$ για μια αντι-στρεπτή μεταβολή.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 γραμμωμοριακών θερμοτήτων υπό σταθερή πίεση και υπό σταθερό όγκο και επιπρόσθετα: <ul style="list-style-type: none"> – 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. 	
	<p>3.5 2ος Θερμοδυναμικός Νόμος και εφαρμογές του</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2ος Θερμοδυναμικός Νόμος - Εφαρμογές του 2ου Θερμοδυναμικού Νόμου. • Θερμικές μηχανές 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 συγκρίνουν τον 1ο με τον 2ο θερμοδυναμικό νόμο ως προς τους περιορισμούς 	<ul style="list-style-type: none"> • Παρουσιάζουν εργασίες με θέμα «Διάσημες» θερμικές μηχανές (π.χ. κύκλοι Diesel, Otto, Stirling, Joule).

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ – ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ		<p>που θέτουν στις μετατροπές ενέργειας.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 μηχανής. 	
	3.6 Εντροπία <ul style="list-style-type: none"> • Ορισμός της εντροπίας • Εντροπία και υποβάθμιση της ενέργειας • Υπολογισμός της μεταβολής της εντροπίας για μερικές γνωστές μεταβολές 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 πότε η εντροπία σε μια αντιστρεπτή μεταβολή αυξάνεται και πότε 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: <ul style="list-style-type: none"> α. Αντιστρεπτή αδιαβατική, β. Αντιστρεπτή ισόθερμη, γ. Κυκλική, δ. Ελεύθερη εκτόνωση. 	<ul style="list-style-type: none"> • Παρουσιάζουν εργασίες με ενδεικτικά θέματα: <ul style="list-style-type: none"> – Εντροπία και πληροφορία, το πρότυπο των ζαριών. – Ενεργειακό πρόβλημα στον πλανήτη (εντροπία και υποβάθμιση της ενέργειας). • Χρησιμοποιούν ελεύθερα λογισμικά προσομοιώσεων και ακολουθούν την επιστημονική εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση για να συσχετίσουν την έννοια της εντροπίας με την έννοια της πιθανότητας.
	3.7 Κύκλος Carnot <ul style="list-style-type: none"> • Η μηχανή Carnot και η απόδοσή της 	<ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράφουν τη λειτουργία της θεωρητικής μηχανής Carnot, με τη βοήθεια των αντιστρεπτών μεταβολών στις οποίες υποβάλλεται το ιδανικό αέριο της. 	<ul style="list-style-type: none"> • Πραγματοποιούν ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες με τη χρήση των εικονικών εργαστηρίων θερμότητας και θερμοδυναμικής.

<p>ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟ- ΚΡΑΣΙΑ – ΘΕΡΜΟΔΥ- ΝΑΜΙΚΗ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Μηχανή Carnot και πραγματικές θερμικές μηχανές 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Ενδεικτικές Δραστηριότητες
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση:	Οι μαθητές/-τριες:
ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ	1. ΠΕΔΙΑ ΔΥΝΑΜΕΩΝ 1.1 Βαρυτικό Πεδίο <ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> Να περιγράψουν 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: $U_{BAP} = mgh.$ 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 περιγράψουν τη διαδικασία δημιουργίας τεχνητής βαρύτητας σε έναν διαστημικό σταθμό. 	<ul style="list-style-type: none"> Υπολογίζουν το βάρος ενός ανθρώπου στην επιφάνεια μικρών πλανητών (Ερμής, Αφροδίτη, Άρης, Πλούτωνας). Μελετούν το βίντεο της προσγείωσης της διαστημοσκαφής Philae στον κομήτη 67P-Churyumov Gerasimenko και διερευνούν τις τεχνολογικές λύσεις της διαστημοσκαφής σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του κομήτη. Ερμηνεύουν με τη βοήθεια προσομοιώσεων θέματα όπως: «Βαρύτητα και τροχιές (βλημάτων-δορυφόρων)».

ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ	1.2 Ηλεκτρικό πεδίο <ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρική ροή • Νόμος του Gauss για το ηλεκτρικό πεδίο • Ενέργεια φορτισμένου πυκνωτή 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Αξιοποιούν τη θεωρία στη μελέτη των εφαρμογών του νόμου του Gauss στον προσδιορισμό της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου από: <ul style="list-style-type: none"> • α) ομοιόμορφα φορτισμένη σφαίρα • β) ομοιόμορφα φορτισμένη ράβδο άπειρου μήκους • γ) ομοιόμορφα φορτισμένο φύλλο άπειρων διαστάσεων. • Διερευνούν με τη βοήθεια προσομοιώσεων τις γραμμές έντασης και τα διαγράμματα δυναμικού σύνθετων ηλεκτρικών πεδίων. • Παρακολουθούν βίντεο σχετικά με εφαρμογές της έντασης και του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου στην ιατρική και τη βιολογία. • Διαπιστώνουν πειραματικά την επίδραση της εισαγωγής διηλεκτρικού, μεταξύ των οπλισμών επίπεδου πυκνωτή στη χωρητικότητά του και πληροφορούνται για τη διηλεκτρική σταθερά.
	1.3 Μαγνητικό πεδίο <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Αξιοποιούν απλές πειραματικές δραστηριότητες, για να διαπιστώνουν ότι το ηλεκτρικό πεδίο ασκεί δυνάμεις σε ακίνητα και σε κινούμενα φορτισμένα σωματίδια, ενώ το μαγνητικό πεδίο ασκεί μόνο σε κινούμενα. • Παρακολουθούν και ερμηνεύουν βίντεο ή/και προσομοιώσεις για τις δυνάμεις Lorentz και Laplace.

<p>ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Πηγές μαγνητικού πεδίου –Νόμος του Ampere • Μαγνητική ροή • Ο Νόμος του Gauss για το μαγνητικό πεδίο 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 διαπιστώσουν ότι η μαγνητική ροή του μαγνητικού πεδίου ενός ραβδόμορφου μαγνήτη είναι μηδέν. • Να διαπιστώσουν 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Μελετούν το βίντεο που αναπαριστά το ιστορικό πείραμα του Rowland με τον στρεφόμενο φορτισμένο δίσκο και περιγράφουν αλλά και ερμηνεύουν τη σημασία του για τον πειραματικό έλεγχο των σταδίων της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας. • Εξηγούν τη σημασία των ζωνών VanAllen, παρακολουθώντας αντίστοιχες προσομοιώσεις του μαγνητικού πεδίου της Γης. • Μελετούν τις βιογραφίες εμβληματικών επιστημόνων της Φυσικής που συνέβαλαν στην ενοποίηση ή την πειραματική επιβεβαίωση του ηλεκτρισμού με τον μαγνητισμό.
	<p>1.4 Κινήσεις φορτισμένου σωματιδίου σε ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ηλεκτρικό πεδίο • Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο • Εφαρμογές κίνησης φορτισμένου σωματιδίου σε συνδυασμό ομογενούς ηλεκτρικού και ομογενούς μαγνητικού πεδίου 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 κίνησης σε αναλογία με την κίνηση 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιγράφουν αξιοποιώντας κατάλληλες εικόνες ή/και προγράμματα προσομοίωσης την παγίδευση φορτισμένων σωματιδίων σε μαγνητική φιάλη. • Πραγματοποιούν την εργαστηριακή άσκηση στην αξιοποίηση του παλμογράφου με χρήση γεννητριών συχνοτήτων και γράφουν αντίστοιχη εργαστηριακή αναφορά σχετικά με τη λειτουργία του. • Πληροφορούνται, επιχειρηματολογούν, παρακολουθούν και ερμηνεύουν από πολλαπλές πηγές τις αρχές λειτουργίας και τις εφαρμογές του κύκλου, του φασματογράφου

<p>ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>		<p>νηση ενός δορυφόρου σε κυκλική τροχιά στο ακτινικό βαρυτικό πεδίο της Γης.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 κύκλωτρου 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. 	<p>μάζας και του επιλογέα/συλλογέα σωματιδίων.</p>
<p>ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>	<p>2. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ</p> <p>2.1 Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ο νόμος της Ηλεκτρομαγνητικής Επαγωγής. • Το φαινόμενο της Ηλεκτρομαγνητικής Επαγωγής σε κινούμενο αγωγό (Από τη δύναμη Lorentz στον Νόμο του Faraday) • Ο κανόνας του Lenz • Επαγόμενα ηλεκτρικά πεδία (από 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Lenz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές με θέμα «πειράματα του Faraday». • Αξιοποιούν κατάλληλες προσομοιώσεις φαινομένων ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής ή απλές πειραματικές δραστηριότητες με τη χρήση μαγνητών, συρμάτων και μπαταριών, για να ερμηνεύουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. • Περιγράφουν το φαινόμενο της αυτεπαγωγής με παραδείγματα και διερευνούν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ηλεκτρεγερτική δύναμη από αυτεπαγωγή. • Γνωρίζουν εφαρμογές στην καθημερινή ζωή που βασίζονται

<p>ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>	<p>χρονικά μεταβαλλόμενα μαγνητικά)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αυτεπαγωγή 	<ul style="list-style-type: none"> • Να εφαρμόζουν τον κανόνα του Lenz για την ερμηνεία πειραμάτων της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και να προσλαμβάνουν ότι ο κανόνας του Lenz 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. 	<p>νται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, όπως για παράδειγμα ανεμογεννήτριες, ηλεκτρομαγνητικά φρένα, κινητήρες, ιατρικές εφαρμογές.</p>
	<p>2.2 Απόκριση κυκλωμάτων στο ηλεκτρικό πεδίο</p> <ul style="list-style-type: none"> • Παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης • Εναλλασσόμενο ρεύμα σε κύκλωμα RLC σε σειρά και ειδικές περιπτώσεις κυκλωμάτων (RL, RC, LC) • Ισχύς σε κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος 	<ul style="list-style-type: none"> • Να ερμηνεύουν την αρχή λειτουργίας της γεννήτριας εναλλασσόμενης τάσης και να καταλήγουν στην έκφραση της χρονικής της εξάρτησης. • Να γνωρίζουν ότι ο νόμος του Ohm για μία αντίσταση ισχύει ανεξάρτητα από τη μορφή της 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Κατασκευάζουν και μελετούν κυκλώματα AC με τη βοήθεια παλμογράφου. • Μελετούν κυκλώματα AC αξιοποιώντας εικονικά εργαστήρια.

<p>ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ</p>		<p>επαγωγικής (Z_L) ως γενίκευση του ορισμού της ωμικής αντίστασης.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να εφαρμόζουν την έκφραση για τη σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) του κύκλωματος χρησιμοποιώντας τη διανυσματική αναπαράσταση των μεγεθών της τάσης και της έντασης του ρεύματος και να εξηγούν την εξάρτηση της σύνθετης αντίστασης (εμπέδησης) 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. 	
	<p>2.3 Εξισώσεις του MAXWELL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Οι εξισώσεις του Maxwell 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εμπλέκονται με διερεύνηση ή/και διατύπωση υποθέσεων ώστε να γενικεύσουν τον νόμο του Faraday. • Εμπλέκονται με διερεύνηση ή/και διατύπωση υποθέσεων ώστε να οδηγηθούν στην εισαγωγή του ρεύματος μετατόπισης. • Πληροφορούνται και επιχειρηματολογούν, από πολλές πηγές, για τη συμμετρία μεταξύ ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου, όπως παρουσιάζεται στις εξισώσεις του Maxwell. • Αναγνωρίζουν την αρχή λειτουργίας πολλών ηλεκτρομαγνητικών εφαρμογών και τη

			συνδέουν με τις εξισώσεις του Maxwell.
ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ	3. ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ 3.1 Μηχανικά Κύματα <ul style="list-style-type: none"> Εξίσωση Μηχανικού κύματος, Κυματική εξίσωση Ταχύτητα και ενέργεια κύματος σε χορδή Φαινόμενο Doppler 	<ul style="list-style-type: none"> Να περιγράψουν με τη χρήση μαθηματικών ένα απλό αρμονικό κύμα. Να αναγνωρίζουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος σε χορδή. 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Μελετούν με τη βοήθεια προσομοιώσεων τα χαρακτηριστικά των κυμάτων, τον συσχετισμό μεταξύ των μεγεθών, τα στιγμιότυπα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, τις χρονικές και χωρικές διαφορές φάσης κ.λπ. Αναφέρουν εφαρμογές του φαινομένου Doppler στην ιατρική, στην αστροφυσική, στα RADAR. Γράφουν εκθέσεις ή εργαστηριακές αναφορές με θέμα: Μελέτη ηχητικών κυμάτων (π.χ. με τον σωλήνα του Kundt) -Προσδιορισμός της ταχύτητας του ήχου στον αέρα και η εξάρτησή της από τη θερμοκρασία.
	3.2 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ <ul style="list-style-type: none"> Από τις εξισώσεις του Maxwell στα ΗΜ κύματα Ημιτονοειδή ηλεκτρομαγνητικά κύματα Ενέργεια και Ένταση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων Παραγωγή ΗΜ κυμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> 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 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Αναγνωρίζουν εφαρμογές της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας του Maxwell που συναντάμε στην καθημερινή ζωή. Περιγράφουν την παραγωγή ηλεκτρομαγνητικού κύματος από μια απλή κεραία (ηλεκτρικό δίπολο) και αξιοποιώντας σχετικές γραφικές παραστάσεις περιγράφουν ποιοτικά τα χαρακτηριστικά του. Εφαρμόζουν διαστατική ανάλυση και αποδεικνύουν ότι οι διαστάσεις του ημιτικού $\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 - \mu_0}}$ είναι ίδιες με αυτές της ταχύτητας. Υπολογίζουν την τιμή του ημιτικού $\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 - \mu_0}}$ και τη συγκρίνουν με την ταχύτητα διάδοσης του φωτός.

<p>ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Να δίνουν λειτουργικό ορισμό για την ένταση αρμονικού Η/Μ κύματος. • Να αναφέρουν την πειραματική επιβεβαίωση των Η/Μ κυμάτων από τον Hertz. 	
	<p>3.3 Κυματικά φαινόμενα στα μηχανικά και ηλεκτρομαγνητικά κύματα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Συμβολή κυμάτων • Το πείραμα των δύο σχισμών • Στάσιμα μηχανικά κύματα • Στάσιμα ηλεκτρομαγνητικά κύματα • Περίθλαση • Περίθλαση από μια σχισμή • Πόλωση 	<ul style="list-style-type: none"> • Να ορίζουν και να εξηγούν τι σημαίνει σύμφωνες και ασύμφωνες πηγές κυμάτων για μηχανικά και Η/Μ κύματα. • Να αναγνωρίζουν ότι η συμβολή είναι κοινό φαινόμενο τόσο για τα μηχανικά όσο και για τα Η/Μ 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Μελετούν πειραματικά ή/και με τη βοήθεια προσομοιώσεων τα φαινόμενα συμβολής και περίθλασης. • Συνδέουν τις χρωματιστές ταινίες που σχηματίζονται σε σαπουνόφουσκες ή σε λεπτό στρώμα λαδιού που επιπλέει σε νερό με το φαινόμενο της συμβολής των ανακλώμενων ακτίνων φωτός από τις δύο επιφάνειες. • Γράφουν εργαστηριακή αναφορά με θέμα το πείραμα του Hertz, παρακολουθώντας σχετικά βίντεο και αναζητώντας τη σχετική βιβλιογραφία για τη δημιουργία ΗΜ κυμάτων και τη μέτρηση της ταχύτητας διάδοσής τους. • Πληροφορούνται για το συμβολόμετρο του Michelson και τη σχέση του με τη σχετικότητα. • Πειραματίζονται με φίλτρα πόλωσης.

<p>ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Να επιχειρηματολογούν ότι στάσιμο κύμα δε μεταφέρει ενέργεια. • Να μελετούν τη δημιουργία στάσιμων Η/Μ κυμάτων σε πλήρη αντιστοιχία με τα στάσιμα κύματα. • Να αναγνωρίζουν ότι η περίθλαση είναι κοινό χαρακτηριστικό όλων των ειδών των κυμάτων (μηχανικών-Η/Μ). • 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. 	
-------------------------	--	--	--

<p>ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 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 H/M κύμα. 	
<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>	<p>4. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p> <p>4.1 Σχετικότητα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αδρανειακά συστήματα και μετασχηματισμοί του Γαλιλαίου • Το πείραμα των Michelson-Morley • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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, το αναλλοίωτο 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Αξιοποιούν κατάλληλα προγράμματα προσομοίωσης για τη σχετικότητα αναφερόμενοι/-ες στα παρακάτω θέματα: <ul style="list-style-type: none"> - Η σχετικότητα στο GPS. - Μελανές οπές. - Χρόνος ζωής μιονίων από κοσμικές ακτίνες. - Η βαρύτητα και ο χωρόχρονος. - Ο Einstein είχε δίκιο.... Η βαρύτητα «καμπυλώνει» το φως. - Φαινόμενο Doppler και μετατόπιση προς το ερυθρό της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μεγάλα αστέρια. - Το σύμπαν του Einstein. • Εξηγούν ποιοτικά με βάση την αρχή της ισοδυναμίας την απόκλιση του φωτός από τον Ήλιο και τους βαρυτικούς φακούς. • Αξιοποιούν κατάλληλα προγράμματα προσομοίωσης ή/και βίντεο για τη διερεύνηση του κυκλικού επιταχυντή τύπου σύγχροτρου, καθώς και τη διαδικασία πραγματοποίησης πειραμάτων συγκρούσεων δεσμών • Αναφέρονται με συγκεκριμένα παραδείγματα στη συνεισφορά του Einstein στην πρόοδο της Φυσικής και στην παγκόσμια ειρήνη. • Γράφουν εργαστηριακή αναφορά με θέμα την εκτέλεση του πειράματος των Michelson – Morley.

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 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 περιγράψουν 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. 	
--	--	--	--

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
<p>4.2 Από την κλασική φυσική στην πρώιμη κβαντική θεωρία</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν ότι η θερμή ύλη στη συμπυκνωμένη 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτελούν πειράματα ή/και παρακολουθούν, ερμηνεύουν και διερευνούν βίντεο ή/και προσομοίωση για τη μελέτη των φασμάτων εκπομπής και απορρόφησης διάπυρων στερεών. • Ερμηνεύουν ότι το h έχει διαστάσεις στροφορμής και ότι είναι θεμελιώδης φυσική σταθερά, όπως π.χ. το G και το c. • Αναγνωρίζουν «διαστατικά» την ποσότητα hf και τη συγκρίνουν με την ποσότητα kT. • Εκτελούν πειράματα ή/και παρακολουθούν, ερμηνεύουν

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Γραμμικά φάσματα και Ατομικές ενεργειακές στάθμες • Το πρότυπο του Bohr • Παραγωγή και φάσματα ακτίνων Χ 	<ul style="list-style-type: none"> • 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: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta)$	<p>και διερευνούν βίντεο ή/και προσομοίωση για τη μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αξιοποιούν αριθμητικά δεδομένα από την εκτέλεση του πειράματος του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, για να υπολογίσουν τη σταθερά h. • Γράφουν εργαστηριακή αναφορά με θέμα τον πειραματισμό πάνω στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. • Πληροφορούνται για τις εφαρμογές του φαινομένου Compton στην αστροφυσική (διαστημικά τηλεσκόπια που ανιχνεύουν ακτίνες γ). • Διερευνούν τον ρόλο και τη φυσική σημασία των σταθερών R (Rydberg), r_B (ακτίνα του Bohr) και α (σταθερά της λεπτής υφής). • Παρακολουθούν, ερμηνεύουν και διερευνούν βίντεο ή/και προσομοίωση για τη μελέτη του γραμμικού φάσματος στο άτομο του υδρογόνου. • Επιχειρηματολογούν αξιοποιώντας το τυπολόγιο για την κβάντιση της ενέργειας των τροχιών και των ταχυτήτων του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου. • Χρησιμοποιούν κατάλληλα προγράμματα προσομοίωσης, για να περιγράφουν το πείραμα Franck-Hertz ως αντίστροφο του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και εξηγούν ότι υποδεικνύει την ύπαρξη διακριτών ενεργειακών σταθμών στα άτομα. • Μελετούν και ερμηνεύουν βίντεο με εφαρμογές των ακτίνων Χ σε διάφορα πεδία (ιατρική, βιομηχανία κ.ά.). • Αξιοποιούν τον εμπειρικό τύπο του Moseley στα φάσματα εκπομπής ακτίνων Χ διάφορων στοιχείων, ώστε να προσδιορισθούν ο ατομικός τους αριθμός Z και η σωστή θέση τους στον περιοδικό πίνακα.
--	--	--	--

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<p>και να αναγνωρίζουν τον σχετικιστικό της χαρακτήρα.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 κβάντιση 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 κβάντιση 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). 	
---	--	--	--

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράψουν το φάσμα των ακτίνων Χ 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 λ_{\min} του συνεχούς φάσματος των ακτίνων Χ. • Να αναγνωρίζουν εφαρμογές των ακτίνων Χ. 	
	<p>4.3 Εισαγωγή στην κβαντομηχανική</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ο κυματοσωματιδιακός дуΐσμός για το φως. Κύματα ύλης: • Ο κυματοσωματιδιακός дуΐσμός για το ηλεκτρόνιο • Η αρχή της Α-προσδιοριστίας και εφαρμογές της • Κυματοσυναρτήσεις για σωματίδιο σε κουτί • Εξίσωση του Schrödinger (περιγραφή και ερμηνεία των όρων στην χρονοανεξάρτητη εξίσωση σε μια διάσταση) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 ακτινοβολία) συμπεριφέρεται ως κύμα, καθώς και φαινόμενα στα οποία συμπεριφέρεται ως δέσμη σωματιδίων (με μηδενική μάζα ηρεμίας). • Συνδέουν την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας $I = \frac{\text{Μεταφερόμενη Ενέργεια}}{(\text{μονάδα χρόνου}) \cdot (\text{μονάδα επιφάνειας})}$ <p>(Κυματική Περιγραφή)</p> <p>με την ένταση</p> $I = \frac{(\text{Αριθμός φωτονίων}) \cdot E_{\phi}}{(\text{μονάδα χρόνου}) \cdot (\text{μονάδα επιφάνειας})}$ <p>(σωματιδιακή περιγραφή)</p> <p>όπου E_{ϕ} η ενέργεια φωτονίου.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 $\frac{\text{πιθανότητα εύρεσης ενός φωτονίου}}{(\text{μονάδα χρόνου}) \cdot (\text{μονάδα επιφάνειας})}$ (σωματιδιακή περιγραφή). • Να διατυπώνουν την υπόθεση De Broglie και να αξιοποιούν τις μαθηματικές σχέσεις για το μήκος κύματος και 	<ul style="list-style-type: none"> • Πραγματοποιούν δραστηριότητες καθοδηγούμενες με φύλλα εργασίας αξιοποιώντας προγράμματα προσομοίωσης νοητικών πειραμάτων του Young, ώστε να εξηγούν ποιοτικά τον σχηματισμό της εικόνας συμβολής όταν εκπέμπεται από την πηγή μικρός αριθμός φωτονίων (π.χ. ένα φωτόνιο ανά μονάδα χρόνου). • Αναγνωρίζουν ότι η εικόνα συμβολής καταστρέφεται αν στη διάταξη προσθέσουμε μια συσκευή που ανιχνεύει από ποια σχισμή διέρχεται κάθε φωτόνιο, και συμπεραίνουν ότι ο σωματιδιακός και ο κυματικός χαρακτήρας δεν μπορεί να γίνουν αντιληπτοί ταυτόχρονα, δηλαδή είναι συμπληρωματικοί. • Πραγματοποιούν δραστηριότητες καθοδηγούμενης διερεύνησης με φύλλα εργασίας αξιοποιώντας προγράμματα προσομοίωσης, ώστε να περιγράψουν τα πειράματα περίθλασης των ηλεκτρονίων από κρυστάλλους και συμβολής των ηλεκτρονίων σε δυο σχισμές, συγκρίνουν τις εικόνες που λαμβάνονται με τις αντίστοιχες των πειραμάτων για τις ακτίνες Χ και το ορατό φως, και αναγνωρίζουν την πλήρη αντιστοιχία. • Αναγνωρίζουν την αρχή λειτουργίας του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου - μικροσκοπίου σάρωσης και εξηγούν την υπεροχή του έναντι του οπτικού

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<p>τη συχνότητα των υλικών κυμάτων.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράψουν 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 σπές ή εμπόδια. • Να εξάγουν τη συνθήκη του Bohr για την κβάντιση 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 $(\Delta x \cdot \Delta v_x \geq \frac{h}{4\pi m})$ <p>καταργεί την έννοια της τροχιάς για την περιγραφή της κίνησης ενός σωματιδίου, η οποία είναι βασική έννοια για την κλασική μηχανική.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 ($\Delta x \ll \lambda$) και οι μάζες 	<p>σε σχέση με τα όρια διακριτότητας.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εμπλέκονται στην περιπέτεια του κβάντου μέσα από τα βραβεία Νόμπελ που συνδέονται με την εξέλιξη της κβαντικής θεωρίας. • Σχεδιάζουν ποιοτικά τη μορφή της κυματοσυνάρτησης για σωματίδιο που διαπερνά ένα φράγμα δυναμικού. • Προσεγγίζουν τη θεωρία του σχηματισμού χημικών δεσμών με πηγάδια δυναμικού αξιοποιώντας κατάλληλα προγράμματα προσομοίωσης, στα οποία σχεδιάζουν ποιοτικά τις ενεργειακές στάθμες για τις πρώτες τιμές του κβαντικού αριθμού της ενέργειας.
--	--	--	--

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<p>$(\Delta p \ll p)$ είναι πολύ μικρές, η αρχή της αβεβαιότητας /απροσδιοριστίας παίζει κυρίαρχο ρόλο και επομένως επικρατεί η κβαντική περιγραφή, ενώ στον μακρόκοσμο, όπου η οι διαστάσεις $(\frac{\Delta x}{x} \rightarrow 0)$ και οι μάζες $(\frac{\Delta p}{p} \rightarrow 0)$ είναι μεγάλες, η αρχή της αβεβαιότητας /απροσδιοριστίας δεν παίζει κανέναν ρόλο και επομένως επικρατεί η κλασική περιγραφή.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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: $\Psi(x) = A \eta \mu\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right),$ 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 	
---	--	--	--

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<p>του σωματιδίου σε ορισμένη περιοχή του χώρου.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$. 	
	<p>4.4 Ατομική φυσική</p> <ul style="list-style-type: none"> • Το άτομο του υδρογόνου: κβαντικοί αριθμοί • Πειραματική μελέτη της κβάντισης της στροφορμής • Το σπιν του ηλεκτρονίου • Μποζόνια, φερμιόνια και απαγορευτική αρχή • Λέιζερ 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 κβάντιση 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 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 κβάντιση 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Πραγματοποιούν μέσω προσομοίωσης το πείραμα Zeeman, το περιγράφουν και ερμηνεύουν τα αποτελέσματά του. • Πραγματοποιούν μέσω προσομοίωσης το πείραμα των Stern – Gerlach, το περιγράφουν και ερμηνεύουν τα αποτελέσματά του. • Μελετούν προσομοιώσεις στο άτομο του υδρογόνου από την κλασική μέχρι την κβαντική προσέγγιση και ερμηνεύουν τους 4 κβαντικούς αριθμούς. • Αξιοποιούν κατάλληλο πρόγραμμα προσομοίωσης της λύσης της εξίσωσης του Schrödinger για ηλεκτρόνιο σε δυναμικό Coulomb και επικεντρώνονται στην προβλεπτική δύναμη της εξίσωσης για να: <ul style="list-style-type: none"> α) Επιβεβαιώσουν ότι η ενέργεια του ηλεκτρονίου είναι κβαντισμένη με τιμές ίδιες με εκείνες που προβλέπονται από το μοντέλο του Bohr. β) Σχεδιάζουν τις γραφικές παραστάσεις της $\Psi(x) ^2$ γνωστής και ως ηλεκτρονικό νέφος στη βασική κατάσταση $n=1$, εξηγούν τη φυσική σημασία του και παρατηρούν σε ποια θέση παίρνει τη μέγιστη τιμή. • Περιγράφουν τη λειτουργία του λέιζερ He-Ne, με τη βοήθεια κατάλληλου σχήματος ή λογισμικού προσομοίωσης. • Διερευνούν την εξαναγκασμένη εκπομπή φωτός και την

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<p>που ονομάζεται σπιν, και να εξηγούν ότι το σπιν του ηλεκτρονίου δεν είναι αντίστοιχο μέγεθος της κλασικής ιδιοστροφομής, διότι το ηλεκτρόνιο είναι σημειακό.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν ότι η ιδιοστροφομή 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 σωματάρια έχουν σπιν. Τα σωματάρια 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 σωματάρια εξαρτάται από το σπιν τους και είναι διαφορετική από την κλασική κατανομή Maxwell-Boltzmann. • Να αναγνωρίζουν ότι τα σωματάρια με ακέραιο κβαντικό αριθμό σπιν ακολουθούν την κατανομή Bose-Einstein και ονομάζονται μποζόνια. • Να αναγνωρίζουν ότι τα σωματάρια με ημι-ακέραιο κβαντικό αριθμό σπιν ακολουθούν την κατανομή Fermi-Dirac και ονομάζονται φερμιόνια. 	<p>παραγωγή λέιζερ με τη βοήθεια πειράματος προσομοίωσης.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Πληροφορούνται ότι η αντιύλη έχει τεθεί στην υπηρεσία της ιατρικής και αξιοποιείται στην κατασκευή και λειτουργία του τομογράφου εκπομπής ποζιτρονίων (PET) για διαγνωστικούς σκοπούς.
--	--	---	--

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
	<p>4.5 Πυρηνική φυσική</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Να αναγνωρίζουν ότι το πηλίκιο $\frac{E_B}{A}$ είναι σχεδόν σταθερό στην περιοχή γύρω από τα $\frac{8 MeV}{\text{νουκλεόνιο}}$ 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 πηλίκιο $\frac{N}{Z}$ αυξάνεται όταν αυξάνεται ο μαζικός αριθμός. 	<ul style="list-style-type: none"> • Επεξεργάζονται κατάλληλα σχεδιασμένα φύλλα εργασίας σε συνδυασμό με προσομοιώσεις για τη σύνδεση της διάσπασης α με την ισχυρή πυρηνική δύναμη, της διάσπασης β με την ασθενή πυρηνική δύναμη καθώς και τη μελέτη της σχάσης • Μελετούν, ερμηνεύουν και διερευνούν βίντεο ή/και προσομοίωση με θέμα εφαρμογές των ραδιενεργών διασπάσεων όπως: <ul style="list-style-type: none"> - Χρήση των ραδιενεργών ακτινοβολιών στην ιατρική. - Ανάλυση με νετρονική ενεργοποίηση. - Πώς γίνεται η ραδιοχρονολόγηση; • Παρακολουθούν, ερμηνεύουν και διερευνούν βίντεο ή/και προσομοίωση με θέμα τη λειτουργία ενός πυρηνικού αντιδραστήρα σχάσης ή σύντηξης. • Παρακολουθούν, ερμηνεύουν και διερευνούν βίντεο ή/και προσομοίωση με θέμα τις βιολογικές επιπτώσεις της ακτινοβολίας, περιγράφουν τη δράση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας στην πρόκληση βλαβών στους έμβιους οργανισμούς και αξιοποιούν τις μονάδες δοσιμετρίας της ακτινοβολίας για ποσοτικούς υπολογισμούς. • Πραγματοποιούν δραστηριότητες με ζάρια, ντόμινο

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Να περιγράφουν την εκπομπή ενός σωματιδίου α από βαρείς πυρήνες και να αξιολογούν 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. 	<p>κ.λπ. για το νόμο των ραδιενεργών διασπάσεων.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Γράφουν εργασίες με θέματα όπως: -Πρόοδος αλλά και ηθικά διλήμματα που έφερε στον κόσμο η «κατάκτηση» του μικρόκοσμου.
--	---	---

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 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 υπερουρανίων 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. 	
--	--	---	--

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>	<p>4.6 Στοιχειώδη σωματίδια και κοσμολογία</p> <ul style="list-style-type: none"> • Στοιχειώδη σωματίδια • Κβαντική περιγραφή των αλληλεπιδράσεων • Θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις: Τα Μποζόνια • Η ενοποίηση των αλληλεπιδράσεων • Η εξέλιξη του σύμπαντος 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 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 ηλε- 	<ul style="list-style-type: none"> • Έρχονται σε επαφή με τεχνολογικά επιτεύγματα της επιστήμης που έχουν τεθεί στις υπηρεσίες της ανθρωπότητας όπως: <ul style="list-style-type: none"> - Τηλεσκόπιο Hubble. - Ο μεγαλύτερος επιταχυντής στοιχειωδών σωματιδίων που βρίσκεται στο CERN στη Γενεύη. • Πληροφορούνται για τις διαδικασίες μέσα από τις οποίες μεταφέρεται η τεχνογνωσία από τους επιστήμονες του CERN στην κατασκευή και χρήση προηγμένων ιατρικών συσκευών και στην επινόηση πρωτοποριακών μεθόδων θεραπείας. • Δημιουργούν την ιστοριογραμμή των συστατικών των ατόμων των υπολοίπων αδρονίων και λεπτονίων, τα οποία ανακαλύφθηκαν την περίοδο 1932-1954 στην κοσμική ακτινοβολία και στη συνέχεια στα πειράματα με επιταχυντές. • Διερευνούν και ανακαλύπτουν το χρονικό της ανακάλυψης των στοιχειωδών σωματιδίων και των αλληλεπιδράσεών τους μέσα από τα βραβεία Νόμπελ.
--	--	--	---

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<p>κτρικό φορτίο και είναι φορέας της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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 και να εξηγούν τα σύμβολα που εμφανίζονται σε αυτόν. • Να αναγνωρίζουν ότι ο νόμος του Hubble περιγράφει ένα διαστελλόμενο σύμπαν 	
--	--	---	--

<p>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p>		<p>και να εξηγούν ότι προέκυψε από παρατηρήσεις μετατόπισης προς το ερυθρό φασμάτων φωτός που προέρχονται από μακρινούς γαλαξίες.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
--	--	--	--