

Γιώργος Κουφάκης

ΦΥΣΙΚΗ

κατεύθυνσης

ΛΥΚΕΙΟΥ

- Κριτήρια Αξιολόγησης
- 3^ο και 4^ο θέμα

Περιέχει:

- Κριτήρια Αξιολόγησης με Αναλυτικές Απαντήσεις
- Λυμένα Προβλήματα
- Θέματα Πανελλαδικών Εξετάσεων

Στοιχεία από τη θεωρία της Σχετικότητας

Το βιβλίο αυτό αποτελεί ένα συμπληρωματικό βοήθημα για τη βαθύτερη κατανόηση και εμπέδωση της ύλης της Φυσικής που διδάσκεται στη θετική και την τεχνολογική κατεύθυνση της Γ' τάξης του Λυκείου. Το περιεχόμενό του το διαφοροποιεί από το βιβλίο μου «η ΝΕΑ ΦΥΣΙΚΗ του υποψηφίου», που ήδη έχει εκδοθεί, και το καθιστά αυτοτελές και ανεξάρτητο βοήθημα· ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιείται και ως μέσο ελέγχου του βαθμού κατανόησης της ύλης που περιέχεται στο παραπάνω βιβλίο, που δεν είναι άλλη από την εξεταστέα ύλη των Πανελλαδικών εξετάσεων για την εισαγωγή στα Α.Ε.Ι.

Στο βιβλίο αυτό περιέχονται κριτήρια αξιολόγησης καθώς επίσης και λυμένα προβλήματα. Τα κριτήρια αξιολόγησης, με βάση το εύρος της ύλης που καλύπτουν, μπορούν να χωριστούν σε εκείνα που αναφέρονται στο περιεχόμενο ενός κεφαλαίου, σε εκείνα που αναφέρονται στο περιεχόμενο δύο κεφαλαίων και σε εκείνα που αναφέρονται στο σύνολο της ύλης. Η μεθόδευση αυτή αποσκοπεί στο σταδιακό έλεγχο του βαθμού αφομοίωσης τόσο της περιεχόμενης σε κάθε κεφάλαιο ύλης όσο και της αντίστοιχης όλων των κεφαλαίων. Στο τέλος του βιβλίου ακολουθούν με τρόπο αναλυτικό οι ορθές απαντήσεις σε όλα τα θέματα των κριτηρίων· έτσι ο μαθητής έχει τη δυνατότητα χωρίς καμία άλλη εξωτερική βοήθεια να προβαίνει σε αυτοαξιολόγηση που θα του επιτρέπει να καθορίζει κάθε φορά τα επόμενα βήματα της μελέτης του.

Όσον αφορά τα προβλήματα, τα περισσότερα από αυτά ανήκουν στην κατηγορία εκείνη στην οποία ανήκουν το 3ο και το 4ο θέμα των Πανελλαδικών εξετάσεων. Τα προβλήματα αυτά περιλαμβάνονται και στη «ΝΕΑ ΦΥΣΙΚΗ του υποψηφίου» χωρίς τη λύση τους· ορισμένα μάλιστα από αυτά προέρχονται από εκείνα που τέθηκαν ήδη στις Πανελλαδικές εξετάσεις των προηγούμενων ετών καθώς επίσης και από εκείνα που προτάθηκαν από το Κ.Ε.Ε. του Υπουργείου Παιδείας. Τα προβλήματα, που επιλέχθηκαν ή δημιουργήθηκαν με κριτήριο τις εξετάσεις, είναι ταξινομημένα σε τρεις ομάδες, ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας τους. Ωστόσο, τα προβλήματα της Γ' ομάδας προσφέρονται περισσότερο ως άσκηση για έναν απαιτητικότερο μελετητή.

Στο τέλος του βιβλίου παρατίθενται στοιχεία από την Ειδική και τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, τα οποία δεν περιέχονται, ακόμη, στη διδασκόμενη στα Λύκεια ύλη. Αυτό το τμήμα του βιβλίου προορίζεται μόνο για εκείνους τους μαθητές που θέλουν να γνωρίσουν τις έννοιες της Σχετικότητας και να μνηθούν στο διαφορετικό τρόπο σκέψης που επιβάλλει αυτή η Θεωρία των Θεωριών.

Θέλω να ευχαριστήσω και πάλι τις εκδόσεις ΖΗΤΗ για την άρτια εμφάνιση και αυτού του βιβλίου. Ο Άρης Σύρμος με τους συνεργάτες του Κική Στρούλη, Τάσο Παπατόλη και Κώστα Μπαρμπαδήμο έβαλαν και πάλι την προσωπική σφραγίδα.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον καθηγητή της Αστρονομίας κ. Νικόλαο Σπύρου για τις ενδιαφέρουσες και χρήσιμες συζητήσεις που είχα μαζί του σε θέματα Σχετικότητας και Αστροφυσικής.

Πανόραμα, Οκτώβριος 2008

A Κριτήρια Αξιολόγησης

1 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 1ο Κεφ.	11
2 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 1ο Κεφ.	16
3 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 2ο Κεφ.	21
4 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 2ο Κεφ.	26
5 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 1ο και 2ο Κεφ.	30
6 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 4ο Κεφ.	35
7 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 4ο Κεφ.	41
8 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 5ο Κεφ.	46
9 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 5ο Κεφ.	51
10 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – 4ο και 5ο Κεφ.	56
11 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – όλη η ύλη	61
12 ^ο Κριτήριο αξιολόγησης – όλη η ύλη	66

B Λυμένα Προβλήματα - 3ο και 4ο Θέμα

1. Ταλαντώσεις

A. Μηχανικές Ταλαντώσεις	75
B. Ηλεκτρικές Ταλαντώσεις	124
Προβλήματα Γ' ομάδας	135

2. Κύματα

A. Μηχανικά Κύματα	155
B. Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα	188
Προβλήματα Γ' ομάδας	201

4. Μηχανική του στερεού σώματος

A. Κινηματική του στερεού σώματος	217
B. Ισοροπία του στερεού σώματος	244
Γ. Ο Θεμελιώδης Νόμος	236
Δ. Στροφορμή και Κινητική Ενέργεια	255
Προβλήματα Γ' ομάδας	298

5. Κρούσεις και Σχετικές κινήσεις

A. Κρούσεις	317
B. Φαινόμενο Doppler	357
Προβλήματα Γ' ομάδας	370

Γ

Στοιχεία από τη Θεωρία της Σχετικότητας

6.1. Τι είναι η Θεωρία της Σχετικότητας	385
6.2. Τα αξιώματα της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας	386
6.3. Ένα νοητικό πείραμα	387
6.4. Η σχετικότητα και η διαστολή του χρόνου	388
6.5. Η σχετικότητα και η συστολή του μήκους	390
6.6. «Παράδοξα» της Σχετικότητας	392
6.7. Η μεταβολή της μάζας σε συνάρτηση με την ταχύτητα	394
6.8. Ισοδυναμία μάζας και ενέργειας	395
6.9. Γενική Θεωρία της Σχετικότητας	396
6.10. Η καμπύλωση του φωτός από τη βαρύτητα	397
6.11. Η βαρύτητα και η διαστολή του χρόνου	397
6.12. Η βαρυτική ερυθρή μετατόπιση	398
6.13. Η μεταπτωτική κίνηση της τροχιάς του Ερμή	399
6.14. Η καθυστέρηση των σημάτων radar	400
6.15. Οι μαύρες τρύπες	400
6.16. Τα κύματα βαρύτητας	402
Βιβλιογραφία Σχετικότητας	403
Απαντήσεις στα Κριτήρια Αξιολόγησης	405



A

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα 1^ο

A. Στις ερωτήσεις **1** έως **8**, που ακολουθούν, να γράψετε στις απαντήσεις σας τον αριθμό της κάθε ερώτησης και δίπλα στον αριθμό το γράμμα **Σ** (Σωστό) για τη σωστή πρόταση ή το γράμμα **Λ** (Λάθος) για τη λανθασμένη:

1. Η ολική ενέργεια του απλού αρμονικού ταλαντωτή είναι πάντοτε μεγαλύτερη από τη δυναμική ενέργειά του.
2. Η συχνότητα του διακροτήματος εκφράζει το πλήθος των μηδενισμών του πλάτους σε μία περίοδο της ταλάντωσης.
3. Η ιδιοσυχνότητα ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά του.
4. Στην εξαναγκασμένη ταλάντωση η ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή είναι ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη.
5. Στις ηλεκτρικές ταλαντώσεις κυκλώματος LC σε κάθε τιμή του ηλεκτρικού φορτίου q με $|q| < Q$, αντιστοιχούν δύο τιμές της έντασης του ρεύματος.
6. Στις ηλεκτρικές ταλαντώσεις κυκλώματος LC η ένταση του ρεύματος μηδενίζεται δύο φορές ανά περίοδο.
7. Στις ηλεκτρικές ταλαντώσεις κυκλώματος LC η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου γίνεται μέγιστη δύο φορές ανά περίοδο.
8. Στην εξαναγκασμένη ηλεκτρική ταλάντωση, όταν αυξάνουμε τη συχνότητα του διεγέρτη αρχίζοντας από μικρές τιμές, το πλάτος της έντασης του ρεύματος αρχικά αυξάνεται και μετά ελαττώνεται.

..... Μονάδες 8

B. Στις ερωτήσεις **9** έως **12**, που ακολουθούν, να γράψετε στις απαντήσεις σας τον αριθμό της κάθε ερώτησης και δίπλα στον αριθμό το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή πρόταση:

9. Η κινητική ενέργεια του απλού αρμονικού ταλαντωτή:
 - α. είναι ίση με την ολική ενέργειά του στη θέση $x=0$,
 - β. είναι πάντοτε μεγαλύτερη από τη δυναμική ενέργειά του,
 - γ. εξαρτάται από τη φορά της ταχύτητάς του,
 - δ. μηδενίζεται μια φορά ανά περίοδο.

..... Μονάδες 3

10. Η περίοδος μιας φθίνουσας ταλάντωσης, για ορισμένη τιμή της σταθεράς b :
- δεν είναι σταθερή,
 - είναι ίση με την περίοδο της αντίστοιχης αμείωτης ταλάντωσης,
 - διατηρείται σταθερή και ανεξάρτητη από το πλάτος της ταλάντωσης,
 - δεν εξαρτάται από τη σταθερά b .
- Μονάδες 3

11. Στην εξαναγκασμένη ταλάντωση:
- ο ταλαντωτής πάλλεται πάντοτε με την ιδιοσυχνότητά του,
 - το πλάτος του ταλαντωτή εξαρτάται και από τη συχνότητα του διεγέρτη,
 - δεν υπάρχει δύναμη αντίστασης στην ταλάντωση,
 - το πλάτος είναι σταθερό και καθορίζεται μόνο από την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή.
- Μονάδες 3

12. Στις ηλεκτρικές ταλαντώσεις κυκλώματος LC, όταν η ένταση του ρεύματος είναι $i = I$, το φορτίο q του πυκνωτή είναι ίσο με:
- $-Q$,
 - $+Q$,
 - 0 ,
 - $-\frac{Q}{2}$.
- Μονάδες 3

Γ. Να αντιστοιχίσετε τις εξισώσεις των ηλεκτρικών ταλαντώσεων της αριστερής στήλης προς τις εξισώσεις των μηχανικών ταλαντώσεων της δεξιάς στήλης:

A.	$q = Q \sin \omega t$	1.	$v = \omega A \sin \omega t$
B.	$i = -I \eta \mu \omega t$	2.	$U = \frac{1}{2} D x^2$
Γ.	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	3.	$E = \frac{1}{2} D A^2$
Δ.	$U_E = \frac{q^2}{2C}$	4.	$x = A \eta \mu \omega t$
E.	$E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$	5.	$A = A_0 e^{-\Delta t}$
		6.	$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$

..... Μονάδες 5



Θέμα 2^ο

- 1.** Ένας απλός αρμονικός ταλαντωτής ελατηρίου εκτελεί ταλάντωση με πλάτος A . Αν διπλασιάσουμε το πλάτος της ταλάντωσης:
- α. η περίοδος της ταλάντωσης διπλασιάζεται,
 - β. το μέτρο της μέγιστης δύναμης επαναφοράς διπλασιάζεται,
 - γ. η ολική ενέργεια του συστήματος τετραπλασιάζεται,
 - δ. το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας υποδιπλασιάζεται.
- A.** Να επιλέξετε τις σωστές προτάσεις, που είναι δύο. Μονάδες 2
- B.** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Μονάδες 4
- 2.** Δύο απλοί αρμονικοί ταλαντωτές ελατηρίου με μάζες m και $2m$ και σταθερές ελατηρίου k και $2k$, αντίστοιχα, έχουν ίσες ολικές ενέργειες και, συνεπώς:
- α. έχουν το ίδιο πλάτος,
 - β. έχουν την ίδια συχνότητα,
 - γ. το μέτρο της μέγιστης δύναμης επαναφοράς του πρώτου ταλαντωτή είναι $\sqrt{2}$ φορές μεγαλύτερο από το μέτρο της μέγιστης δύναμης επαναφοράς του δεύτερου ταλαντωτή,
 - δ. Η μέγιστη ταχύτητα του πρώτου ταλαντωτή είναι $\sqrt{2}$ φορές μεγαλύτερη από τη μέγιστη ταχύτητα του δεύτερου ταλαντωτή.
- A.** Να επιλέξετε τις σωστές προτάσεις, που είναι δύο. Μονάδες 2
- B.** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Μονάδες 4
- 3.** Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων με την ίδια αρχή, την ίδια διεύθυνση, την ίδια συχνότητα f , ίσα πλάτη A , $\varphi_{0,1} = 0$ και διαφορά φάσης $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{2}$ rad:
- α. το πλάτος της συνισταμένης ταλάντωσης είναι $A' = \sqrt{2} A$,
 - β. η συχνότητα της συνισταμένης ταλάντωσης είναι ίση με $2f$,
 - γ. η αρχική φάση της συνισταμένης ταλάντωσης είναι ίση με $\frac{\pi}{4}$ rad,
 - δ. το σώμα εκτελεί κυκλική ομαλή κίνηση.
- A.** Να επιλέξετε τις σωστές προτάσεις, που είναι δύο. Μονάδες 2
- B.** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Μονάδες 4

4. Όταν σε ένα κύκλωμα ηλεκτρικών ταλαντώσεων LC είναι $q = -\frac{Q}{2}$:

α. η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου είναι ίση με τα 75% της ολικής ενέργειας του κυκλώματος,

β. η ένταση του ρεύματος είναι $i = -\frac{I}{2}$,

γ. η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου είναι ίση με την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου,

δ. η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου είναι τόση όση είναι και στην περίπτωση που είναι $q = +\frac{Q}{2}$.

A. Να επιλέξετε τις σωστές προτάσεις, που είναι δύο.

..... Μονάδες 3

B. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

..... Μονάδες 4



Θέμα 3^ο

Ένας ταλαντωτής ελατηρίου εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε λείο οριζόντιο επίπεδο με πλάτος $A_1 = 0,1\text{m}$. Η μάζα του σώματος είναι $m_1 = 0,64\text{kg}$ και η σταθερά του ελατηρίου $k = 100\text{N/m}$. Κάποια χρονική στιγμή κατά την οποία το σώμα διέρχεται από τη θέση $x_1 = 0,06\text{m}$, κινούμενο κατά τη θετική φορά, συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ένα άλλο σώμα το οποίο έχει μάζα $m_2 = 0,36\text{kg}$ και αρχικά είναι ακίνητο. Να βρείτε:

α. την περίοδο της ταλάντωσης που εκτελεί το πρώτο σώμα,

..... Μονάδες 5

β. την ταχύτητα του πρώτου σώματος ακριβώς πριν γίνει η κρούση και την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση,


..... Μονάδες 7

γ. την περίοδο της ταλάντωσης του συσσωματώματος και

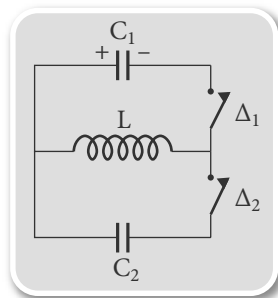
..... Μονάδες 5

δ. το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος. ($\sqrt{76,96} = 8,77$)

..... Μονάδες 8

 **Θέμα 4^ο**

Στο κύκλωμα του σχήματος είναι $L=20\text{ mH}$ και $C_1=C_2=2\mu\text{F}$. Κατά τη χρονική στιγμή $t_0=0$ η τάση του πυκνωτή C_1 είναι $V_1=300\text{ V}$, ο πυκνωτής C_2 είναι αφόρτιστος και οι δύο διακόπτες Δ_1 και Δ_2 είναι ανοικτοί. Τη στιγμή αυτή ($t_0=0$) κλείνουμε το διακόπτη Δ_1 . Να βρείτε:



α. το μέγιστο φορτίο του πυκνωτή C_1 και τη μέγιστη τιμή της έντασης του ρεύματος στο πηνίο,

..... Μονάδες 5

β. το φορτίο του πυκνωτή C_1 και τη χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία υποετραπλασιάζεται η ενέργειά του για πρώτη φορά,

..... Μονάδες 6

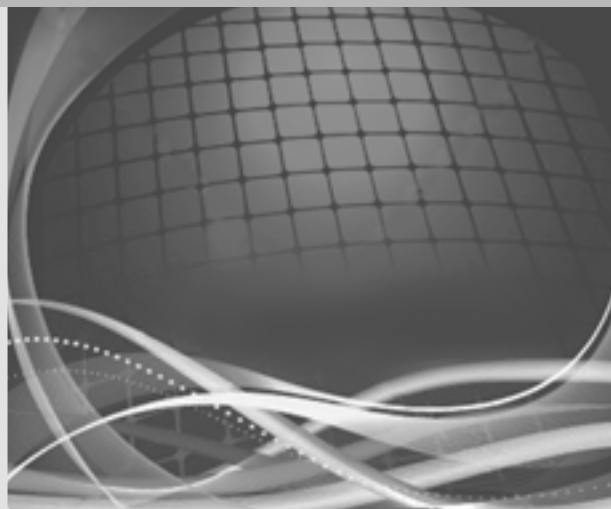
γ. την ένταση του ρεύματος και την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου κατά την παραπάνω χρονική στιγμή t_1 και

..... Μονάδες 7

δ. το μέγιστο φορτίο του πυκνωτή C_2 , αν κατά τη χρονική στιγμή t_1 ανοίξουμε το διακόπτη Δ_1 και συγχρόνως κλείσουμε το διακόπτη Δ_2 .

..... Μονάδες 7





2

KYMATA

A

Μηχανικά κύματα

A

Ομάδα

2.1

Να βρείτε το πλάτος, την περίοδο, το μήκος κύματος και την ταχύτητα ενός κύματος το οποίο διαδίδεται κατά μήκος ενός ημιάξονα Ox σύμφωνα με την εξίσωση (cm, s):

α. $y = -\eta\mu(2\pi x - \pi t)$, **β.** $y = -\eta\mu(\pi t - 2\pi x + \pi)$,
γ. $y = \sigma\upsilon\nu\left(\pi t - 2\pi x - \frac{\pi}{2}\right)$, **δ.** $y = -\sigma\upsilon\nu\left(\pi t - 2\pi x + \frac{\pi}{2}\right)$.

Απάντηση:

- α.** Είναι $y = -\eta\mu(2\pi x - \pi t) = \eta\mu(\pi t - 2\pi x) = \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{2} - x\right)$,
οπότε $A = 1\text{ cm}$, $T = 2\text{ s}$, $\lambda = 1\text{ m}$ και $v = \frac{\lambda}{T} = 0,5\text{ m/s}$.
- β.** Είναι $y = -\eta\mu(\pi t - 2\pi x + \pi) = \eta\mu(\pi t - 2\pi x) = \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{2} - x\right)$,
οπότε $A = 1\text{ cm}$, $T = 2\text{ s}$, $\lambda = 1\text{ m}$ και $v = 0,5\text{ m/s}$.
- γ.** Είναι $y = \sigma\upsilon\nu\left(\pi t - 2\pi x - \frac{\pi}{2}\right) = \eta\mu(\pi t - 2\pi x) = \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{2} - x\right)$,
οπότε $A = 1\text{ cm}$, $T = 2\text{ s}$, $\lambda = 1\text{ m}$ και $v = 0,5\text{ m/s}$.
- δ.** Είναι $y = -\sigma\upsilon\nu\left(\pi t - 2\pi x + \frac{\pi}{2}\right) = \eta\mu(\pi t - 2\pi x) = \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{2} - x\right)$,
οπότε $A = 1\text{ cm}$, $T = 2\text{ s}$, $\lambda = 1\text{ m}$ και $v = 0,5\text{ m/s}$.

2.2

Μια πηγή κυμάτων βρίσκεται στην αρχή O ενός ημιάξονα Ox και αρχίζει να ταλαντώνεται, κατά τη χρονική στιγμή $t=0$, σύμφωνα με την εξίσωση $y=0,04\eta\mu 4\pi t$ (S.I.). Το κύμα που δημιουργείται διαδίδεται κατά μήκος του ημιάξονα Ox με ταχύτητα $v=5\text{ m/s}$. Να βρείτε:

- α. το πλάτος του κύματος, την περίοδο του κύματος και το μήκος κύματος,
- β. την εξίσωση του κύματος,
- γ. τη χρονική στιγμή κατά την οποία αρχίζει να ταλαντώνεται ένα σημείο M του μέσου που βρίσκεται στη θέση $x=5\text{ m}$ και
- δ. την απομάκρυνση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση του σημείου M κατά τη χρονική στιγμή $t=1,25\text{ s}$.

(Κ.Ε.Ε.)

Απάντηση:

- 1. α.** Από την εξίσωση της ταλάντωσης της πηγής προκύπτουν:

$$A=0,04\text{ m}, \quad \omega=4\pi\text{ rad/s} \quad \text{και} \quad T=\frac{2\pi}{\omega}=0,5\text{ s}.$$

Είναι $\lambda=vT$, όπου $v=5\text{ m/s}$ και, συνεπώς, $\lambda=2,5\text{ m}$.

- β. Είναι $y=A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)$ και μετά τις αριθμητικές αντικαταστάσεις $y=0,04\eta\mu 2\pi(2t-0,4x)$ (S.I.).

- γ. Για να φτάσει το κύμα από το σημείο O στο σημείο M απαιτείται χρόνος

$$\Delta t=\frac{x}{v}, \quad \text{όπου} \quad x=5\text{ m} \quad \text{και,} \quad \text{συνεπώς,} \quad \Delta t=1\text{ s},$$

δηλαδή το κύμα φτάνει στο σημείο M τη χρονική στιγμή $t=1\text{ s}$.

- δ. Από την εξίσωση (1) με $t=1,25\text{ s}$ και $x=5\text{ m}$, έχουμε

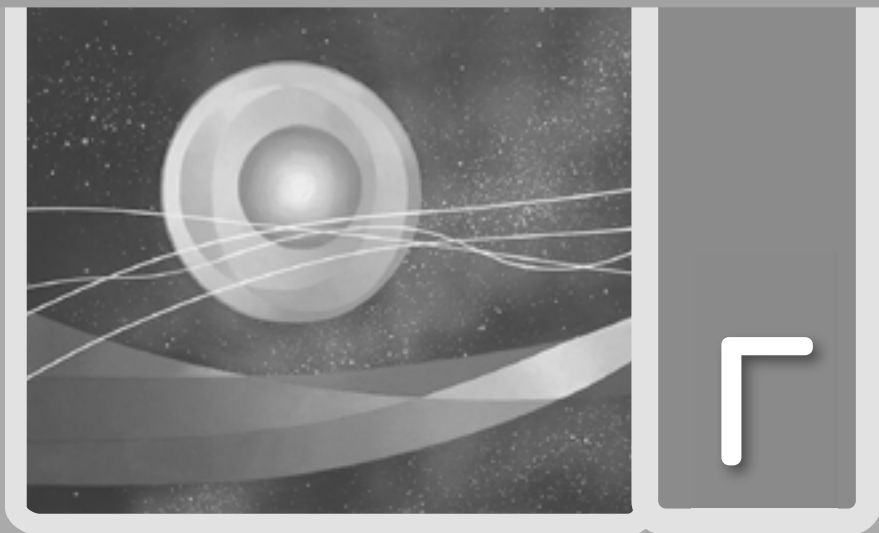
$$y=0,04\eta\mu\pi \quad \text{ή} \quad y=0.$$

Είναι $v_t=\omega A\sigma\upsilon\nu\pi$ και, συνεπώς, $v_t=-0,5\text{ m/s}$.

Είναι $a=-\omega^2\gamma$ και, συνεπώς, $a=0$.

2.3

Σε ένα σημείο O της ελεύθερης επιφάνειας του νερού μιας λεκάνης πέφτουν σταγόνες νερού με ρυθμό 120 σταγόνες/min. Η ταχύτητα των κυκλικών επιφανειακών κυμάτων που δημιουργούνται είναι $0,8\text{ m/s}$. Ένα σημείο B της ελεύ-



ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ
ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στοιχεία από τη Θεωρία της Σχετικότητας περιλαμβάνονται, εδώ και χρόνια, στα αναλυτικά προγράμματα διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής στα Λύκεια και, συνεπώς, στα αντίστοιχα σχολικά εγχειρίδια· ωστόσο, η ύλη αυτή δεν περιλαμβάνεται στη διδακτέα ύλη του μαθήματος, που ταυτίζεται με την εξεταστέα ύλη των Γενικών Εξετάσεων. Έτσι, οι μαθητές αποφοιτούν από τα Λύκεια χωρίς να έχουν διδαχτεί τίποτε σχετικό με αυτήν τη Θεωρία (εκτός ίσως από την ισοδυναμία μάζας και ενέργειας...).

Η επιλογή αυτή, που δύσκολα μπορεί να ερμηνευτεί, αποτελεί βεβαίως ευθύνη των εκάστοτε αρμοδίων για τον καθορισμό της διδακτέας ύλης. Πάντως, ανεξάρτητα από τους λόγους που την επιβάλλουν, μαρτυρεί πως τα μηνύματα των Μεγάλων Albert Einstein, Bertrand Russel και Carl Jung δε στάθηκαν ικανά να μας συγκινήσουν.

Η εργασία αυτή απευθύνεται στους μαθητές εκείνους που θα ήθελαν να γνωρίσουν τις έννοιες της Σχετικότητας και να μνηθούν στο διαφορετικό τρόπο σκέψης που επιβάλλει αυτή η Θεωρία των Θεωριών.

6.1 Τι είναι η Θεωρία της Σχετικότητας

Η θεωρία της σχετικότητας δημιουργήθηκε στις αρχές του περασμένου αιώνα και είναι έργο, κατά βάση, του **Einstein**. Με τη θεωρία αυτή εισήχθησαν αρχές που παραβιάζουν την κοινή λογική και μεταβάλλουν την εικόνα που έχουμε για τη φύση. Δημιουργήθηκε μια νέα αντίληψη για το χώρο και το χρόνο, τη μάζα και την ενέργεια, το σύμπαν.

Η κλασική φυσική περιγράφει ικανοποιητικά το μακρόκοσμο στις συνήθεις, μικρές ταχύτητες που συναντάμε. Σε φαινόμενα όμως όπου εμφανίζονται μεγάλες ταχύτητες, ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός, έχουμε σημαντικές έως τρομακτικές αποκλίσεις. Αν αυτό δεν γίνεται αντιληπτό στην καθημερινότητα, είναι γιατί ζούμε, όπως είπαμε, σε έναν κόσμο μικρών ταχυτήτων.

Η Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας περιγράφει τους μετασχηματισμούς των μετρήσεων μεταξύ **αδρανειακών συστημάτων αναφοράς** και επιβάλλει την καθολική ισχύ των φυσικών νόμων σε όλα τα **αδρανειακά συστήματα** (δηλ. συστήματα αναφοράς που κινούνται ευθύγραμμα και ομαλά, το ένα ως προς το άλλο).

Η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας γεννήθηκε από την πεποίθηση του Einstein ότι οι νόμοι της Φυσικής πρέπει να εκφράζονται με αναλλοίωτη συναρτησιακή μορφή σε όλα τα συστήματα αναφοράς και όχι μόνο στα αδρανειακά συστήματα. Και ενώ η Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας απαιτεί να εγκαταλείψουμε την ιδέα του απόλυτου (παγκόσμιου) χρόνου και να σχηματίσουμε μια νέα εικόνα του **τετραδιάστατου κόσμου του χωρόχρονου**, η Γενική Θε-

ωρία της Σχετικότητας εισάγει τον «**καμπύλο χωρόχρονο**» και αποτελεί μία «**γεωμετροποίηση**» της βαρύτητας.

6.2 Τα αξιώματα της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας

Η Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας βασίζεται σε δύο αξιώματα:

1ο Αξίωμα



Όλοι οι βασικοί νόμοι της Φυσικής είναι ίδιοι για όλα τα αδρανειακά συστήματα αναφοράς.

Το αξίωμα αυτό γενικεύει την Αρχή της Σχετικότητας του Γαλιλαίου σε όλη τη Φυσική και δίνει ένα τέλος στη μηχανιστική αντίληψη της φύσης. Θυμηθείτε την Αρχή της Σχετικότητας του Γαλιλαίου:

Οι βασικοί νόμοι της Μηχανικής για κλειστά συστήματα είναι ίδιοι για όλα τα αδρανειακά συστήματα αναφοράς.

2ο Αξίωμα



Η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι η μέγιστη δυνατή ταχύτητα στη φύση, σταθερή και απόλυτη, η ίδια για όλα τα αδρανειακά συστήματα αναφοράς.

(Στον όρο φως, περιλαμβάνονται όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα).

Η αρχή αυτή, σε μια πρόχειρη αντιμετώπιση, εμφανίζεται ίσως χωρίς ιδιαίτερη σημασία ή και αδύνατη. Είναι όμως αυτή που ανέτρεψε την κλασική αντίληψη για το χώρο και το χρόνο και οδήγησε σε εκπληκτικά συμπεράσματα που επαληθεύτηκαν και πειραματικά.

Κατά τη Νευτώνεια Μηχανική η ταχύτητα μετάδοσης των δυνάμεων είναι άπειρη. Η ταχύτητα ενός σώματος μπορεί να αυξάνεται απεριόριστα. Δεν υπάρχει ανώτερο όριο ταχύτητας στη φύση.

Για την αποδοχή της «αλήθειας» που εκφράζεται με το 2ο αξίωμα της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας, είμαστε αναγκασμένοι, όπως είπαμε, να αλλάξουμε την αντίληψή μας για το χώρο και το χρόνο.

Ο Einstein χρησιμοποίησε νοητικά πειράματα για να βρει την αλλαγή που έπρεπε να επιφέρει στις έννοιες του χώρου και του χρόνου, ώστε η ταχύτητα του φωτός να γίνει απόλυτη. Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων προκαλούν μεγάλη έκπληξη αλλά και γοητεία.