ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Ασκήσεις Α΄ Κατηγορίας

8.1. Να υπολογισθεί η παράμετρος της σεισμικής ακτίνας της οποίας το κατώτερο σημείο βρίσκεται σε βάθος 1000 km, όπου η ταχύτητα των επιμήκων κυμάτων είναι 11.5 km/sec. Ποιά είναι η γωνία πρόσπτωσης, i, στην επιφάνεια της Γης αυτής της σεισμικής ακτίνας, αν η ταχύτητα του κύματος κοντά στην επιφάνεια αυτή είναι 6.0 km/sec;

8.2. Τα P κύματα ενός επιφανειακού σεισμού (εστιακό βάθος 20 km) αναγράφηκαν σε τρεις διαδοχικούς σεισμολογικούς σταθμούς, Α, Β και Γ, στις 13:00:00, 13:00:13 και 13:00:28. Οι σταθμοί αυτοί απέχουν επικεντρική απόσταση 10°, 11° και 12° από την εστία του σεισμού, αντίστοιχα. Να υπολογισθούν:

α) Η παράμετρος της σεισμικής ακτίνας, p, που φτάνει στο σταθμό Β.

β) Η γωνία αναχώρησης της σεισμικής ακτίνας στην εστία του σεισμού και η γωνία πρόσπτωσης στο σταθμό Β, αν ταχύτητα των P κυμάτων μεταβάλλεται με το βάθος με τη σχέση $V_P = 6.0 + 0.05h$, όπου h το βάθος μέσα στο φλοιό, στον οποίο έγινε ο σεισμός.

8.3. Όπως είναι γνωστό, κατά την πρόσπτωση P ή SV κυμάτων σε μία ασυνέχεια παράγονται P ή SV κύματα ενώ κατά την πρόσπτωση SH κυμάτων παράγονται μόνο SH κύματα. Με βάση την αρχή αυτή εξηγήστε γιατί οι σεισμικές φάσεις SKS και SKKS στο σχήμα (8.12) αναγνωρίζονται ως γραμμικά πολωμένα κύματα μόνο στην ακτινική συνιστώσα.

8.4. Σεισμικά κύματα PcP και ScS από ένα σεισμό βάθους (h = 600 km) ανακλώνται στην ασυνέχεια μανδύα-πυρήνα και καταγράφονται από σεισμογράφο που βρίσκεται στο επίκεντρο μετά από 7 λεπτά και 40 δευτερόλεπτα και 13 λεπτά και 52 δευτερόλεπτα, αντίστοιχα. Να βρεθεί η μέση ταχύτητα των P και S κυμάτων του μανδύα, αν αγνοηθεί η ύπαρξη του φλοιού και θεωρώντας το πάχος του μανδύα από το σχήμα (2.3), και να συγκριθεί το αποτέλεσμα με το σχήμα (2.2). Με βάση το αποτέλεσμα, να βρεθεί το βάθος σεισμού ενδιαμέσου βάθους στην Κω, για τον οποίο ο χρόνος διαδρομής των PcP και ScS κυμάτων σε σεισμογράφο στην Κω είναι 8 λεπτά και 19 δευτερόλεπτα και 15 λεπτά και 2 δευτερόλεπτα, αντί-

στοιχα.

8.5. Να υπολογισθούν οι χρόνοι διαδρομής των απευθείας, των ανακλώμενων και των διαθλώμενων (μετωπικών) κυμάτων, τα οποία αναχωρούν από εστία σεισμού η οποία βρίσκεται σε βάθος 10 km, για φλοιό ενός στρώματος και πάχους 35 km, αν η μέση ταχύτητα του φλοιού είναι 6.4 km/sec και η ταχύτητα αμέσως κάτω από το φλοιό είναι 8.1 km/sec, για τιμές της επικεντρικής απόστασης Δ = 30 km, Δ = 120 km, Δ = 300 km. Σε ποια επικεντρική απόσταση φτάνουν ταυτόχρονα:

α) τα ανακλώμενα και τα διαθλώμενα κύματα και,

β) τα απ' ευθείας και τα διαθλώμενα κύματα;

8.6. Από τις καμπύλες χρόνων διαδρομής των P_g, P_b και P_n κυμάτων στο Αιγαίο προκύπτει ότι οι ταχύτητες των κυμάτων αυτών είναι 6.1 km/sec, 6.6 km/sec και 7.9 km/sec ενώ οι αντίστοιχοι χρόνοι όπου οι καμπύλες αυτές τέμνουν τον άξονα των χρόνων διαδρομής (για Δ=0) είναι 1.6 sec, 1.9 sec, 5.1 sec, αντίστοιχα, για το μέσο εστιακό βάθος, h, των επιφανειακών σεισμών στο χώρο αυτό. Να υπολογισθεί αυτό το μέσο εστιακό βάθος και τα πάχη του «γρανιτικού» στρώματος, d_0, και του «βασαλτικού» στρώματος, d_1. Με βάση το πάχος του φλοιού που υπολογίστηκε, τι τύπος φλοιού είναι ο φλοιός του Αιγαίου;

Ασκήσεις Β΄ Κατηγορίας

8.7. Με βάση το σχήμα (8.3), να αποδειχθεί ο νόμος του Snell για τα διαθλώμενα κύματα (σχέση 8.4).

8.8. Να αποδειχθεί η σχέση (8.9).

8.9. Θεωρείστε μια απλή δομή για τη Γη, όπως περιγράφεται στο σχήμα (8.5α), με ομογενή μανδύα και πυρήνα και με ακτίνα της Γης R = 6371 km.

α) Αν η ζώνη σκιάς ξεκινάει στις 105°, από τη γεωμετρία της ευθείας σεισμικής ακτίνας 12 στο σχήμα (8.5α), η οποία εφάπτεται στον πυρήνα, υπολογίστε την ακτίνα του πυρήνα και το πάχος του μανδύα. Γιατί η εκτίμησή σας διαφέρει από αυτή του Gutenberg;

β) Αν P σεισμικά κύματα της ίδιας σεισμικής ακτίνας, που αναχωρούν από επιφανειακό σεισμό φτάνουν σε 14 λεπτά και 55 δευτερόλεπτα στο σταθμό αναγραφής, ποια η μέση ταχύτητα στον μανδύα;

γ) Τα ίδια P κύματα, ακολουθώντας την σεισμική ακτίνα 12, διαθλώνται εφαπτομενικά (ορικά) στον πυρήνα και φτάνουν σε απόσταση 165°.

Με βάση το αποτέλεσμα αυτό, βρείτε την ταχύτητα των P κυμάτων μέσα στον πυρήνα. Αξιολογήστε το αποτέλεσμα, αν η αναγραφή των P κυμάτων του ίδιου σεισμού στο αντιποδικό σημείο (180°) γίνεται μετά από 20 λεπτά και 45 δευτερόλεπτα.

9.8 Καθορισμός της Δομής της Γης με τη Μέθοδο της Σκέδασης των Κυμάτων{ XE "επιφανειακά κύματα σκέδαση" } Rayleigh

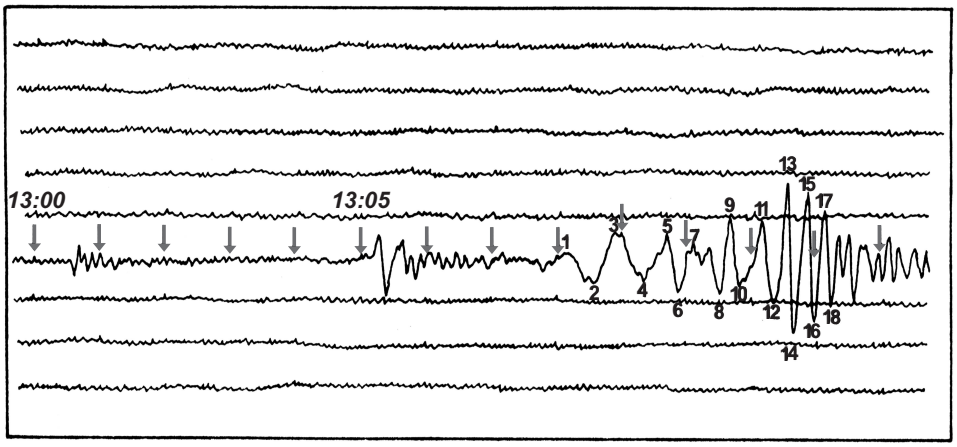
Εκφώνηση:

Το σχήμα (9.15) παρουσιάζεται ένα σεισμόγραμμα, στο οποίο η σκέδαση των κυμάτων Rayleigh είναι εμφανής. Έχουν γραφεί διαδοχικοί ακέραιοι αριθμοί στα σημεία στροφής του σεισμογράμματος, τα οποία αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες κυρίαρχες περιόδους των κυμάτων Rayleigh, οι οποίες φτάνουν στο σταθμό αναγραφής.

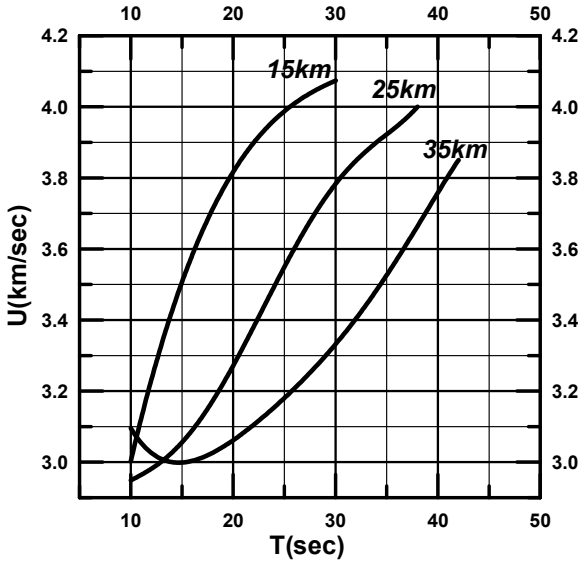
α) Να μετρηθούν πάνω στο σεισμόγραμμα οι χρόνοι άφιξης που αντιστοιχούν στα σημεία αυτά.

β) Από το χρόνο γένεσης του σεισμού (12:54:56) και από τους χρόνους άφιξης να υπολογισθούν οι χρόνοι διαδρομής, t, που αντιστοιχούν στα σημεία στροφής ($t = \tau - H$), δηλαδή σε κάθε κυρίαρχη περίοδο. Να υπολογισθούν οι αντίστοιχες ταχύτητες ομάδας, U, με διαίρεση της επικεντρικής απόστασης ($\Delta = 3100$ km) με τους αντίστοιχους χρόνους διαδρομής.

γ) Να υπολογισθούν οι κυρίαρχες περίοδοι, T, κάθε σημείου στροφής του κύματος Rayleigh.



Σχήμα 9.15. *Σεισμόγραμμα, όπου φαίνεται η σκέδαση των κυμάτων Rayleigh, με τις μεγαλύτερες περιόδους να φτάνουν πιο γρήγορα στο σταθμό αναγραφής από της μικρότερες περιόδους (κανονική σκέδαση). Οι αριθμοί αντιστοιχούν στα σημεία στροφής και τα γκρίζα βέλη σε ακέραια λεπτά.*



Σχήμα 9.16. *Πρότυπες καμπύλες ταχύτητας ομάδας κυμάτων Rayleigh, για διάφορα πάχη φλοιού.*

δ) Το σχήμα (9.16) παριστάνει οικογένεια καμπύλων των θεωρητικών ταχυτήτων ομάδας, που αντιστοιχούν σε τρία πάχη τυπικού ηπειρωτικού φλοιού. Στο ίδιο σχήμα να χαρτογραφηθούν οι τιμές των ταχυτήτων ομάδας που μετρήθηκαν. Από τη σύγκριση των πειραματικών με τις θεωρητικές τιμές να καθοριστεί το μέσο πάχος του φλοιού μεταξύ της εστίας του σεισμού και του σταθμού αναγραφής.