

ΦΥΣΙΚΗ

Μηχανική, Κυματική, Θερμοδυναμική, Ηλεκτρομαγνητισμός, Οπτική

Συγγραφείς: Halliday David, Resnick Robert, Walker Jearl

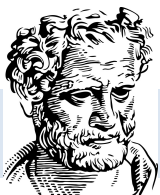
American Physical Society:

«το πιο ξεχωριστό εισαγωγικό βιβλίο Φυσικής του 20^{ου} αι.» για προπτυχιακούς φοιτητές

Παραστατικότητα, λακωνικότητα

Φυσική: από τις βασικές έννοιες, με λογικό τρόπο, μπορούμε να περάσουμε σε έγκυρα συμπεράσματα σχετικά με τον πραγματικό κόσμο και σε αυτή την κατανόηση βρίσκεται η διασκέδαση!

→ Οι προβληματισμοί, από κάθε κεφάλαιο Φυσικής, συσχετίζονται με αντικείμενα του Μηχανικού (υδραυλική, εφαρμοσμένη μηχανική, εδαφομηχανική, στατική, αντισεισμικά, διάβρωση)



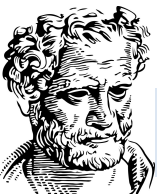
Τι Είναι η Φυσική;

Η Φυσική ασχολείται με την ανακάλυψη των σχέσεων που συνδέουν τα διάφορα συμβάντα που λαμβάνουν χώρα στο φυσικό περιβάλλον (τεκμηρίωση μέσα από πειράματα).

Ποιος Είναι ο Ρόλος της Φυσικής στην Ανώτατη Εκπαίδευση;

Η Φυσική αποτελεί τη βάση όλων των Τεχνολογικών Μαθημάτων όλων των Ειδικοτήτων.

Η Φυσική, μαζί με τα Μαθηματικά, δίνουν το στίγμα της Ανώτατης Εκπαίδευσης και διακρίνουν ένα Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα ως Ακαδημαϊκό και όχι ως Τεχνική Σχολή.

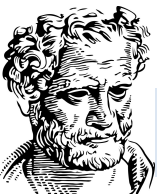


ΦΥΣΙΚΗ

Μηχανική, Κυματική, Θερμοδυναμική, Ηλεκτρομαγνητισμός, Οπτική

Πως θα γίνεται το μάθημα:

- **Δύο 75λεπτά με ένα διάλειμμα 15 λεπτών**
- **Ανά μία ή δύο εβδομάδες θα δίδεται εργασία για το σπίτι (εξάσκηση). Επιτρέπεται η συνεργασία (όχι όμως η αντιγραφή). Οι εργασίες θα λαμβάνουν bonus στην τελική βαθμολόγηση.**

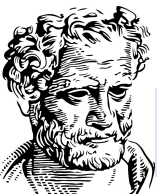


ΦΥΣΙΚΗ

Μηχανική, Κυματική, Θερμοδυναμική, Ηλεκτρομαγνητισμός, Οπτική

Ύλη:

- Κινηματική (ταχύτητα, επιτάχυνση) σε μία ή περισσότερες διαστάσεις
- Κινητική → δύναμη, ορμή, κίνηση και ισορροπία
- Έργο δύναμης, Ενέργεια (Κινητική & Δυναμική)
- Διατήρηση της ενέργειας, ορμής, στροφορμής
- Ρευστά → Οι προβληματισμοί, από κάθε κεφάλαιο Φυσικής, συσχετίζονται με αντικείμενα του Μηχανικού (υδραυλική, εφαρμοσμένη μηχανική, εδαφομηχανική, στατική, αντισεισμικά, διάβρωση)
- ταλαντώσεις

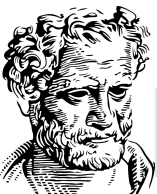


Διεθνές Σύστημα Μονάδων – S.I. (μετρικό)

Μέγεθος	Όνομα μονάδας
Μήκος	Μέτρο (m)
Χρόνος	Δευτερόλεπτο (s)
Μάζα	Χιλιόγραμμα (Kg)

Για πολύ μεγάλες ή πολύ μικρές μετρήσεις → προθέματα:

Παράγοντας	Όνομα μονάδας
10^9	Giga (G)
10^6	Mega (M)
10^3	Kilo (k)
10^{-3}	milli (m)
10^{-6}	micro (μ)
10^{-9}	Nano (n)



Βαθμωτά μεγέθη (scalar) → δεν εξαρτώνται από σύστημα αναφοράς

Πυκνότητα ρ = μάζα υλικού/ όγκος του υλικού

(αμετάβλητη για υγρά, εξαρτημένη από θερμοκρασία και πίεση για τα αέρια)

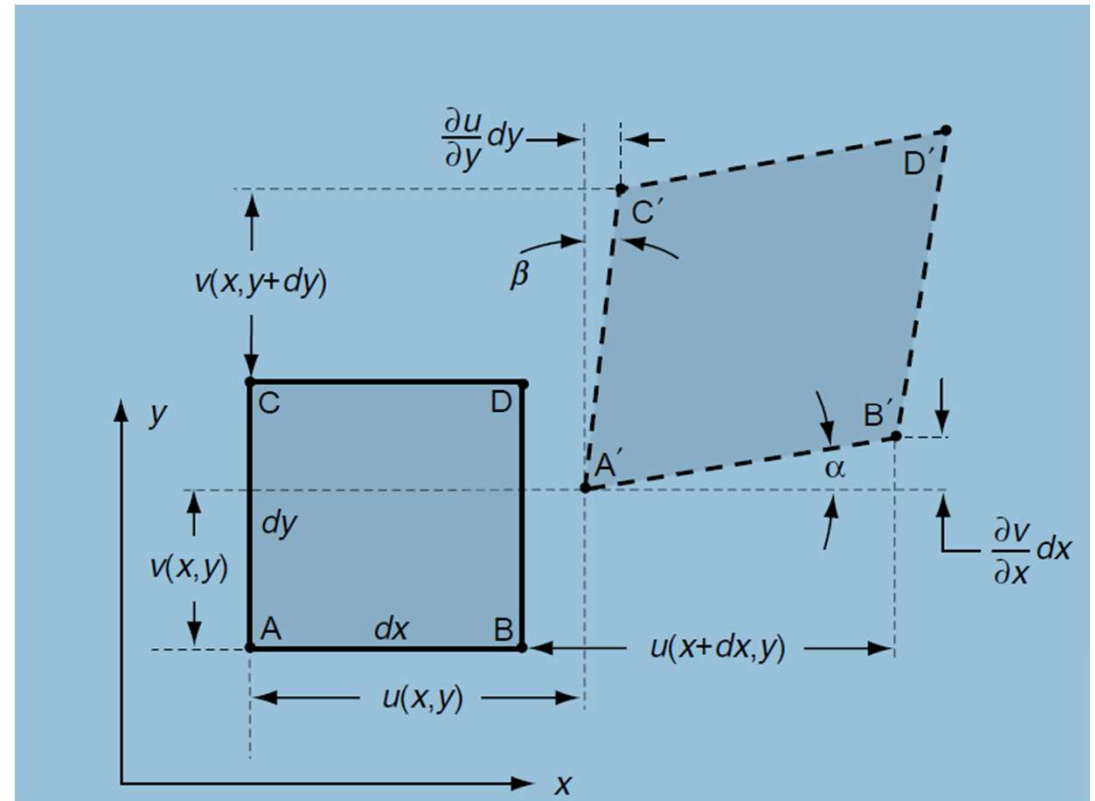
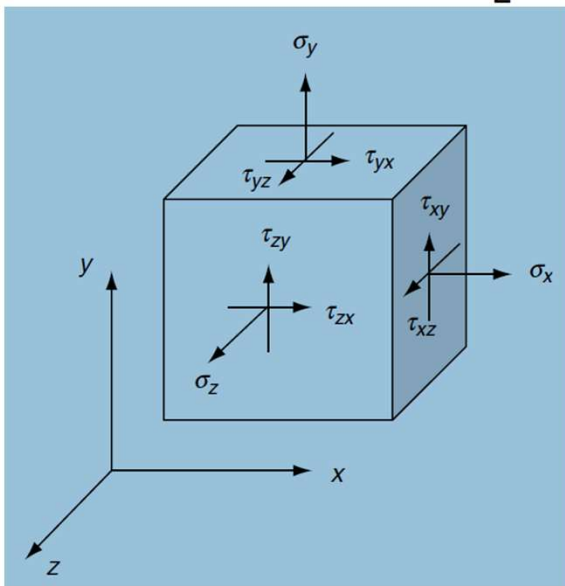
Φαινόμενη πυκνότητα: Μάζα υλικού /προς τον όγκο που καταλαμβάνει (μαζί με τα κενά)

Διανυσματικά μεγέθη (vector, π.χ. δύναμη , επιτάχυνση, μετατοπίσεις) → [x, y, z]

Τανυστικά μεγέθη

(matrix, π.χ. Τάσεις, παραμορφώσεις)

$$\text{stress matrix} = [\boldsymbol{\sigma}] = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix}$$



Βαθμωτά μεγέθη (scalar) →

Πυκνότητα $\rho = \text{μάζα υλικού} / \text{όγκος του υλικού}$ (ειδικό βάρος $\gamma = \rho \cdot g$)
(αμετάβλητη για υγρά, εξαρτημένη από θερμοκρασία και πίεση για τα αέρια)

Φαινόμενη πυκνότητα:

Μάζα υλικού / προς τον όγκο που καταλαμβάνει (μαζί με τα κενά)

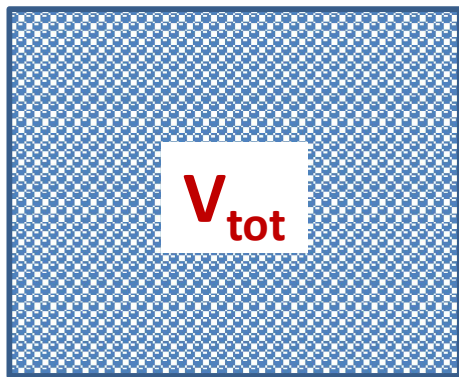
Παράδειγμα (ως προς τα γεωτεχνικά έργα):

Λαμβάνω ένα δείγμα άμμου μάζας $m_{\text{άμμος}}$. Η πυκνότητα του υλικού (πυριτική άμμος, SiO_2) είναι

$$\rho_{\text{SiO}_2} = m_{\text{άμμος}} / V_{\text{κόκκοι}} \quad (\text{π.χ. } 2600 \text{Kg/m}^3)$$

Ο όγκος της άμμου αποτελείται από τον όγκο των κόκκων $V_{\text{κόκκοι}}$ και τον όγκο των κενών $V_{\text{κενά}}$
(δεν μπορεί να επιτευχθεί στην πράξη 100% συμπύκνωση):

$$V_{\text{tot}} = V_{\text{κόκκοι}} + V_{\text{κενά}}$$



Η άμμος ρευστοποιείται (οι κόκκοι γλιστρούν μεταξύ τους) σε περίπτωση ενός σεισμού όταν υπερβληθεί ένα όριο

$$\varepsilon = V_{\text{κενά}} / V_{\text{κόκκοι}} \quad (\text{π.χ. } \varepsilon = 0.8)$$

$$\rho_{\text{άμμου}} = m_{\text{άμμου}} / V_{\text{tot}}$$

$$= m_{\text{άμμου}} / (V_{\text{κόκκοι}} + V_{\text{κενά}})$$

$$= \rho_{\text{SiO}_2} \times V_{\text{κόκκοι}} / (V_{\text{κόκκοι}} + \varepsilon \cdot V_{\text{κόκκοι}})$$

$$= \rho_{\text{SiO}_2} / (1 + \varepsilon) = 2600 \text{Kg/m}^3 \times 1 / (1 + 0.8) \rightarrow \rho_{\text{άμμου}} \approx 1450 \text{Kg/m}^3$$

Άρα όταν η φαινόμενη πυκνότητα της άμμου γίνει μικρότερη από 1450Kg/m^3 επίκειται ρευστοποίηση.

Προβλήματα

εκτίμησης τάξης μεγέθους



Ακτίνα
κουβαριού
($R=1.5m$)

Όγκος σφαίρας: $4/3\pi R^3$

Διατομή νήματος: κυκλική με ακτίνα $r=1.5mm$

Πόσο μήκος L έχει το νήμα χονδρικά;

Θεωρήσεις:

Όγκος νήματος = διατομή x μήκος = $V=\pi r^2 L$
(υπόθεση για σταθερή διατομή)

Όγκος νήματος = όγκος σφαίρας
(υπόθεση ότι δεν υπάρχουν κενά)

$$\pi r^2 L = 4/3\pi R^3 \rightarrow L = 4/3 R^3 / r^2$$

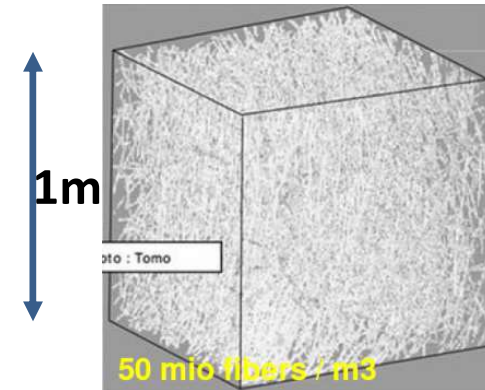
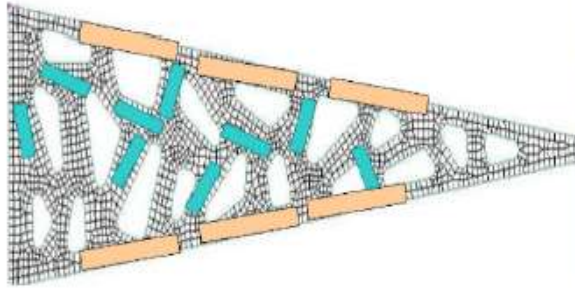
$$L = 4/3 * (1,5m)^3 / (1.5mm)^2 = \underline{2000km} \text{ (ή } 2 * 10^3 \text{ km)}$$

Άνω όριο εκτίμησης



Προβλήματα

Σύνθετα τσιμεντοειδή ECC (engineered cementitious composites) «πλάστιμα σκυροδέματα»



Ερώτηση:

σε 1m^3 υλικού ECC πόσες ίνες είναι διάσπαρτες εάν καταλαμβάνουν 2% κ.ο. και τι μάζα έχουν;

Πλαστικές ίνες



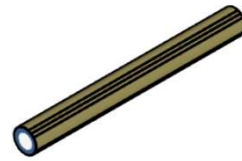
Διάμετρος $d_{\text{fiber}} = 25\mu\text{m} = 25\mu\text{m} \times (1 \cdot 10^{-6}\text{m}/\mu\text{m})$ ή $25\mu\text{m} \times (1 \cdot 10^{-3}\text{mm}/\mu\text{m}) = 0.025\text{mm}$
Μήκος $l_f = 12\text{mm}$
Πυκνότητα $\rho = \text{μάζα}/\text{όγκος} = 900\text{Kg}/\text{m}^3$

Χαλύβδινες ίνες



$d_f = 300\mu\text{m}$
 $l_f = 25\text{mm}$
Πυκνότητα $\rho = 7850\text{Kg}/\text{m}^3$

Προβλήματα για το σπίτι



Σύγκριση όγκου δύο τύπων ινών:

$$V_{\text{fiber, steel}} / V_{\text{fiber, plastic}} = (\pi \cdot d_{\text{st}}^2 / 4 \cdot l_{\text{st}}) / (\pi \cdot d_{\text{pl}}^2 / 4 \cdot l_{\text{pl}}) \approx 350$$

Πλαστικές ίνες

$$V_{\text{fiber}} = \pi \cdot d_f^2 / 4 \cdot l_f = 0,00589 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{tot}} = 2\% 1 \text{ m}^3 = 0,02 \text{ m}^3 = 0,02 (1000 \text{ mm/m})^3 \text{ m}^3 = 2 \cdot 10^7 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{tot}} = N(\text{number of fibers}) \cdot V_{\text{fiber}}$$

$$N_{\text{pl}} = 2 \cdot 10^7 \text{ mm}^3 / 0,00589 \text{ mm}^3 = 3.395.585.738 \text{ ή } 3,9 \cdot 10^9 \text{ ίνες!!!}$$

Χαλύβδινες ίνες

$$V_{\text{fiber}} = \pi \cdot d_f^2 / 4 \cdot l_f = 1,776 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{tot}} = 2\% 1 \text{ m}^3 = 0,02 \text{ m}^3 = 0,02 (1000 \text{ mm/m})^3 \text{ m}^3 = 2 \cdot 10^7 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{tot}} = N(\text{number of fibers}) \cdot V_{\text{fiber}}$$

$$N_{\text{st}} = 2 \cdot 10^7 \text{ mm}^3 / 1,776 \text{ mm}^3 = 11.261.261 \text{ ή } 1,1 \cdot 10^7 \text{ ίνες}$$

$$N_{\text{pl}} / N_{\text{st}} \approx 350$$

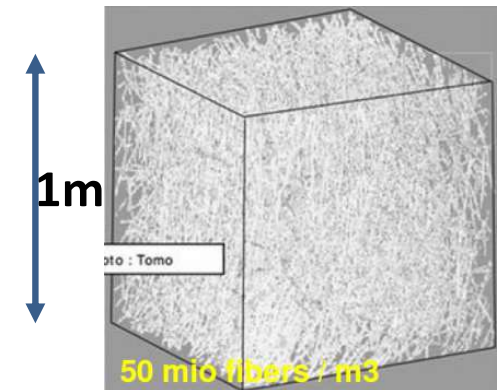
Πλαστικές ίνες



Χαλύβδινες ίνες



σε 1m³ υλικού ECC πόσες ίνες είναι διάσπαρτες εάν καταλαμβάνουν 2% κ.ο. και τι μάζα έχουν;



Διάμετρος $d_{\text{fiber}} = 25 \mu\text{m} = 25 \mu\text{m} \times (1 \cdot 10^{-6} \text{ m}/\mu\text{m})$ ή

$25 \mu\text{m} \times (1 \cdot 10^{-3} \text{ mm}/\mu\text{m}) = 0.025 \text{ mm}$

Μήκος $l_f = 12 \text{ mm}$

Πυκνότητα $\rho = \text{μάζα}/\text{όγκος} = 900 \text{ Kg/m}^3$

$$W_{\text{plastic}} = 900 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0,02 \text{ m}^3 = 18 \text{ Kgr}$$

$$W_{\text{steel}} = 7850 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0,02 \text{ m}^3 = 157 \text{ Kgr}$$

$d_f = 300 \mu\text{m}$

$l_f = 25 \text{ mm}$

Πυκνότητα

$\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$