

**Εργαστήριο Τεχνολογίας Ναυπηγικών Υλικών**  
**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ για εξάσκηση**

Η πυκνότητα του ναυπηγικού χάλυβα είναι  $8000 \text{ Kg/m}^3$ .

α) Εκφράστε τη μάζα, σε Kg, ελάσματος ναυπηγικού χάλυβα διαστάσεων  $a \times b$  ( $a, b$ : m) ανά mm πάχους.

β) Υπολογίστε τη μάζα, σε Kg, των παρακάτω ελασμάτων ναυπηγικού χάλυβα:

Έλασμα Α πάχους 4 mm: 1.0 m x 2.5 m

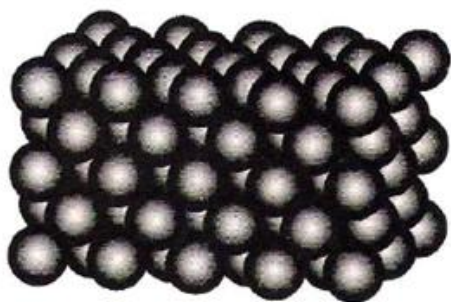
Έλασμα Β πάχους 6 mm: 0.5 m x 1.0 m

Έλασμα C πάχους 10 mm: 0.75 m x 1.5 m

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα, υπολογίστε τον όγκο  $V_{\text{cell}}$  της μοναδιαίας κυψελίδας των μετάλλων. Εκφράστε το αποτέλεσμα σε  $\text{cm}^3$  και σε  $\mu\text{m}^3$ .

Δίνεται ο αριθμός Avogadro:  $N = 6.022 \cdot 10^{23}$  άτομα/mol.

| Μέταλλο       | Πυκνότητα<br>( $\text{Kg/m}^3$ ) | Κρυσταλλική<br>δομή | Ατομικό<br>βάρος<br>(g/mol) | Σημείο<br>τήξης<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | Ατομικός<br>όγκος<br>( $\text{cm}^3/\text{mol}$ ) |
|---------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|---|---|
| Αλουμίνιο(Al) | 2700                             | fcc                 | 26.98                       | 660                                       | 10.0  |
| Σίδηρος (Fe)  | 7860                             | bcc                 | 55.85                       | 1538                                      | 7.1   |
| Χαλκός (Cu)   | 8940                             | fcc                 | 63.55                       | 1084                                      | 7.1   |



Το παραπάνω σχήμα παριστάνει διάταξη του κρυσταλλικού πλέγματος:

α. bcc    **β.** fcc    γ. hpc    δ. ccp

Χαρακτηρίστε καθένα από τα παρακάτω ως **Σωστό** ή **Λανθασμένο**.

Το χωρόπλεγμα είναι μια διάταξη σημείων στο χώρο.

Η κρυσταλλική δομή είναι μια διάταξη ατόμων ή μορίων στον κρύσταλλο του υλικού.

Κάθε κυψελίδα του χωροπλέγματος έχει το ίδιο σχήμα, μέγεθος και προσανατολισμό.

Ποια είναι η σωστή σειρά των εργασιών Α,Β,Γ,Δ,Ε,Ζ,Η για τη μεταλλογραφική εξέταση ενός μεταλλικού δοκιμίου;

Α. Παρατήρηση στο μεταλλογραφικό μικροσκόπιο.

Β. Στίλβωση του δοκιμίου.

Γ. Κοπή μεταλλικού δοκιμίου.

Δ. Χημική προσβολή.

Ε. Έκπλυση και στέγνωμα του δοκιμίου.

Ζ. Εγκιβωτισμός του δοκιμίου.

Η. Λείανση του δοκιμίου.

**Γ-Ζ-Η-Β-Δ-Ε-Α**

---

Κατά τη μελέτη της κρυσταλλικής δομής δοκιμίου Cu χρησιμοποιήθηκε φακός Μ10 (μεγέθυνση 100 φορές). Ο αριθμός των κόκκων που μετρήθηκαν εντός του πλαισίου ήταν 30. Δίνονται οι διαστάσεις του ορθογωνίου πλαισίου:  $a \times (\frac{2}{3}) a$ . Να υπολογιστεί η μέση διάμετρος των κόκκων του δοκιμίου.

$$E = (\frac{2}{3}) a^2 = N \cdot \pi \cdot r^2, \quad d = 168 \mu\text{m}.$$

---

Χαρακτηρίστε καθένα από τα παρακάτω ως **Σωστό** ή **Λανθασμένο**.

Οι διεπιφάνειες μεταξύ των κόκκων ονομάζονται όρια κόκκων.

Στα όρια των κόκκων η διάταξη των ατόμων δεν ακολουθεί το κρυσταλλικό πλέγμα.

Τα όρια των κόκκων περιέχουν σε μεγάλο βαθμό προσμίξεις.

Όταν η ταχύτητα ψύξης είναι μεγάλη, σχηματίζεται μικροκρυσταλλικό υλικό.

Οι κόκκοι των μετάλλων έχουν σφαιρικό σχήμα.

Μέταλλο με μικρού μεγέθους κόκκους εμφανίζει αυξημένη αντοχή και σκληρότητα.

---

Λεπτόκοκκο υλικό έχει μέση διάμετρο κόκκων 25  $\mu\text{m}$ . Εκτιμείστε πόσοι κόκκοι φαίνονται σε μια τομή δοκιμίου του υλικού επιφάνειας 1 τετραγωνικού χιλιοστού.

500    1000    **2000**    5000

---

Αντιστοίχιση

HRA            πολύ σκληρά υλικά

HRB            μαλακά κράματα

HRC            σκληροί χάλυβες

HRF

---

Φορτία στη μέθοδο Rockwell

|     |        |
|-----|--------|
| HRA | 60 Kg  |
| HRB | 100 Kg |
| HRC | 150 Kg |
| HRF | 60 Kg  |

---

Για την επιλογή της σωστής κλίμακας κατά Rockwell πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

Τύπος του υλικού

Πάχος του δοκιμίου

Περιορισμοί της κλίμακας

Θέση που πραγματοποιείται η μέτρηση

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά αποτυπώματος

Χρόνος επιβολής του φορτίου

Βαθμός λείανσης της επιφάνειας του δοκιμίου

---

Χαρακτηρίστε καθένα από τα παρακάτω ως **Σωστό** ή **Λανθασμένο**.

Η σκληρομέτρηση κατά Rockwell εκφράζει το βάθος διείσδυσης στο υλικό, ως πολλαπλάσιο των 0.002 mm.

Με τη μέθοδο HRF δε μπορούμε να σκληρομετρήσουμε σκληρά κράματα του σιδήρου.

Η μέθοδος HRA χρησιμοποιείται για τη σκληρομέτρηση χάλυβα μεγάλης σκληρότητας.

Η μέθοδος HRB χρησιμοποιείται για τη σκληρομέτρηση μαλακών υλικών, ενώ η HRC για σκληρά υλικά.

---

Ποιες από τις παρακάτω μεθόδους είναι κατάλληλες για τη σκληρομέτρηση δοκιμίου αλουμινίου (μαλακό κράμα ψυχρηλασίας);

HRA      **HRB**      HRC      **HRF**

---

Η τιμή της σκληρότητας Rockwell υπολογίζεται από τη σχέση  $HR = E - e$ , όπου η σταθερά  $E$  εξαρτάται από τη μορφή του διεισδυτή και το μέγεθος  $e$  εκφράζει το επιπλέον βάθος διείσδυσης.

---

Ο ελάχιστος χρόνος απορρόφησης του φορτίου στη σκληρομέτρηση κατά Brinell είναι:

5 sec   **15 sec**   5 min   15 min

---

Χαρακτηρίστε καθένα από τα παρακάτω ως **Σωστό** ή **Λανθασμένο**.

Το πάχος του σκληρομετρούμενου δοκιμίου πρέπει να υπερβαίνει το βάθος του αποτυπώματος τουλάχιστον κατά 10 φορές.

Στις στατικές μεθόδους σκληρομέτρησης το φορτίο επιβάλλεται κάθετα προς τη σκληρομετρούμενη επιφάνεια με αργό ρυθμό.

Η σκληρότητα Brinell είναι ανάλογη της τάσης θραύσης του υλικού.

---

Φορτίο 62,5 Kg και διάμετρος διεισδυτή 2.5 mm εκφράζουν τη σκληρότητα κατά Brinell:

HB5 **HB10** HB15 HB30

Χρησιμοποιώντας τη παραπάνω μέθοδο για τη σκληρομέτρηση ενός μετάλλου, βρέθηκε διάμετρος αποτυπώματος  $d = 1.10$  mm. Η σκληρότητα του μετάλλου είναι **62.4** Kg/mm<sup>2</sup>.

Για διεισδυτή διαμέτρου 2.5 mm και διάμετρο αποτυπώματος  $d = 1.35$  mm η σκληρότητα ενός δοκιμίου κατά Brinell είναι HB10 = **40.2** Kg/mm<sup>2</sup>.

Για τα ίδια χαρακτηριστικά σκληρομέτρησης είναι HB30 = **121** Kg/mm<sup>2</sup>.

---

Χαρακτηρίστε καθένα από τα παρακάτω ως **Σωστό** ή **Λανθασμένο**.

Για φορτίο  $F = 62.5$  Kg στη μέθοδο HB10 χρησιμοποιείται διεισδυτής διαμέτρου  $D = 2.5$  mm.

Για φορτίο  $F = 125$  Kg στη μέθοδο HB20 χρησιμοποιείται διεισδυτής διαμέτρου  $D = 2.5$  mm.

---

Η πλαστική παραμόρφωση ενός μετάλλου προκαλεί

α. Αύξηση της σκληρότητας, της αντοχής του σε εφελκυσμό και της δυσθραυστότητας.

β. Αύξηση της σκληρότητας και ελάττωση της αντοχής του σε εφελκυσμό.

γ. Αύξηση της δυσθραυστότητας και της πλαστικότητας.

**δ.** Αύξηση της σκληρότητας και της αντοχής του σε εφελκυσμό, αλλά ελάττωση της δυσθραυστότητας.

---

Η παραμόρφωση ( $\epsilon$ ) ενός υλικού που υποβάλλεται σε έλαση ορίζεται από τη σχέση:

$$\epsilon = (d_0 - d) / d_0$$

όπου  $d_0$  είναι το αρχικό πάχος του δοκιμίου και  $d$  το τελικό πάχος του δοκιμίου

Η παραμόρφωση ( $\epsilon$ ) ενός υλικού που υποβάλλεται σε μονοαξονικό εφελκυσμό ορίζεται από τη σχέση:

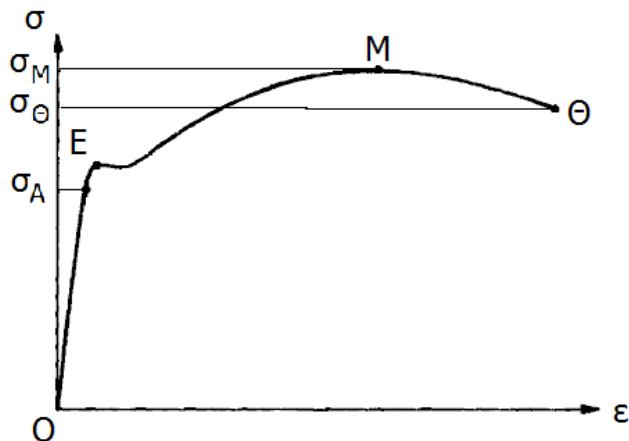
$$\epsilon = (l - l_0) / l_0 = \Delta l / l_0$$

όπου  $l_0$  είναι το αρχικό μήκος του δοκιμίου,  $l$  το τελικό μήκος του δοκιμίου και  $\Delta l$  είναι η αύξηση του μήκους του δοκιμίου στην κατεύθυνση του εφελκυσμού.

---

Τι παριστάνουν στο σχήμα τάσης-παραμόρφωσης, που ακολουθεί :

α) η περιοχή ΟΕ β) η περιοχή ΕΘ γ) το σημείο Μ δ) το  $\sigma_{\theta}$



Το μέγεθος που εκφράζει την ακαμψία ενός υλικού, δηλαδή την αντίσταση σε ελαστική παραμόρφωση ονομάζεται **μέτρο ελαστικότητας** ή **μέτρο του Young**.

Σύμφωνα με το νόμο του Hook, μέχρι το όριο αναλογίας, ισχύει η σχέση  $\sigma = E \cdot \epsilon$  που δείχνει ότι η **παραμόρφωση** είναι **ανάλογη** της εφαρμοζόμενης **τάσης**.

Η τιμή της τάσης για την οποία ένα υλικό εισέρχεται στην περιοχή πλαστικών παραμορφώσεων ονομάζεται **όριο διαρροής** του υλικού.

Αντοχή στον εφελκυσμό είναι η **μέγιστη τάση** που μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα υλικό πριν τη **θραύση** του.

Η ενέργεια που καταναλώνεται για τη θραύση ενός υλικού κατά την εφαρμογή κρουστικών τάσεων υπό καθορισμένες συνθήκες ονομάζεται **δυσθραυστότητα** του υλικού.

Ποιες από τις παρακάτω ιδιότητες αυξάνονται κατά την έλαση ενός μετάλλου;

- α. σκληρότητα β. μέγεθος κόκκων γ. αντοχή σε εφελκυσμό δ. δυσθραυστότητα  
ε. όριο θραύσης στ. πάχος

Ποιες από τις παρακάτω ιδιότητες μειώνονται κατά την έλαση ενός μετάλλου;

- α. σκληρότητα β. μέγεθος κόκκων γ. αντοχή σε εφελκυσμό δ. δυσθραυστότητα  
ε. όριο θραύσης στ. πλαστικότητα

Ποιες από τις παρακάτω ιδιότητες μειώνονται κατά την ανόπτηση ανακρυστάλλωσης ενός μετάλλου;

- α. μέγεθος κόκκων β. σκληρότητα γ. δυσθραυστότητα δ. αντοχή σε εφελκυσμό

Το μέγεθος των κόκκων ενός μετάλλου μετά την ανακρυστάλλωση εξαρτάται από το βαθμό ενδοτράχυνσης. Όσο **μεγαλύτερος** είναι ο βαθμός ενδοτράχυνσης τόσο **μικρότερο** είναι το μέγεθος των κόκκων. Μετά την ολοκλήρωση της ανακρυστάλλωσης, εάν το δοκίμιο παραμείνει σε υψηλή θερμοκρασία, το μέγεθος των κόκκων **αυξάνεται**. Το φαινόμενο ονομάζεται **ανάπτυξη των κόκκων**.

---

Μερικά από τα πλεονεκτήματα των πολυμερών υλικών είναι:

- α.** μικρή πυκνότητα
- β.** αντοχή στη διάβρωση
- γ.** μικρή φθορά στη τριβή
- δ.** μικρό μέτρο ελαστικότητας
- ε.** υψηλός συντελεστής θερμικής διαστολής
- στ.** δεν καταστρέφονται εύκολα.

Μερικά από τα μειονεκτήματα των πολυμερών υλικών είναι:

- α.** μικρή πυκνότητα
- β.** αντοχή στη διάβρωση
- γ.** μικρή φθορά στη τριβή
- δ.** μικρό μέτρο ελαστικότητας
- ε.** υψηλός συντελεστής θερμικής διαστολής
- στ.** δεν καταστρέφονται εύκολα.

Τα πολυμερή ως υλικά εμφανίζουν

- α.** Μεγάλη φθορά στη τριβή.
- β.** Υψηλές τιμές σκληρότητας και αντοχής.
- γ.** Αντοχή στη διάβρωση και ευκολία στη μορφοποίησή τους.
- δ.** Υψηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Ποια πολυμερή παράγονται με πρώτη ύλη το μονομερές που δίνεται παρακάτω:

Μονομερές:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  Πολυμερές: **πολυαιθυλένιο**

Μονομερές:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$  Πολυμερές: **πολυπροπυλένιο**

Μονομερές:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$  Πολυμερές: **PVC**

Μονομερές:  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$  Πολυμερές: **πολυστυρένιο**

Μονομερές:  $\text{CF}_2=\text{CF}_2$  Πολυμερές: **Teflon**

Χαρακτηρίστε καθένα από τα παρακάτω ως **Σωστό** ή **Λανθασμένο**.

Η σκληρότητα κατά Brinell είναι αδιάστατο μέγεθος (δεν έχει μονάδες μέτρησης).

**Η θερμή έλαση βελτιώνει τις μηχανικές ιδιότητες ενός μετάλλου επειδή κάνει την κρυσταλλική του δομή πιο ομοιογενή.**

Το αποτέλεσμα θερμικής κατεργασίας ενός μετάλλου εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το χρόνο παραμονής σ' αυτήν.

Η ανακρυστάλλωση ενός μεταλλικού υλικού που έχει υποστεί ενδοτράχυνση, αυξάνει τη σκληρότητα και την αντοχή του.

Η ανόπτηση ανακρυστάλλωσης ενός μετάλλου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους των κόκκων του υλικού.

Ένα μειονέκτημα των πολυμερών υλικών είναι η περιορισμένη θερμική σταθερότητά τους.

Τα θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή δεν τήκονται όταν θερμαίνονται αλλά διασπώνται σε υψηλές θερμοκρασίες.

---

Η μέθοδος που εφαρμόζεται στη μορφοποίηση ενός πολυμερούς υλικού εξαρτάται από:

- α. το είδος του πολυμερούς
- β. τις ροολογικές ιδιότητες του πολυμερούς
- γ. τη θερμοκρασία τήξης του πολυμερούς
- δ. τη χημική σταθερότητα του πολυμερούς σε υψηλές θερμοκρασίες
- ε. το μέγεθος και σχήμα του αντικειμένου

---

Τα πολυμερή υλικά χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- α. πλαστικά και β. ελαστομερή.

Από αυτά, τα πλαστικά διακρίνονται ανάλογα με τη συμπεριφορά τους κατά τη θέρμανση σε α. θερμοπλαστικά και β. θερμοσκληρυνόμενα

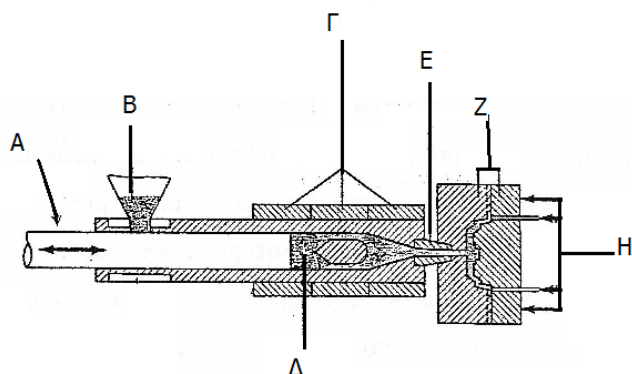
Τα πολυμερή που μπορούν μετά τη μορφοποίησή τους να μορφοποιηθούν ξανά ονομάζονται θερμοπλαστικά.

Τα πολυμερή που δεν μπορούν μετά τη μορφοποίησή τους να μορφοποιηθούν ξανά ονομάζονται θερμοσκληρυνόμενα .

---

Η χύτευση με έγχυση (injection moulding) εφαρμόζεται για τα θερμοπλαστικά και τα θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή. Η χύτευση με συμπίεση (compression moulding) εφαρμόζεται για τα θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή.

Στο ακόλουθο σχήμα δίνεται η διάταξη μορφοποίησης θερμοπλαστικών με έγχυση. Να σημειώσετε τι δείχνουν τα σημεία Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η του σχήματος.

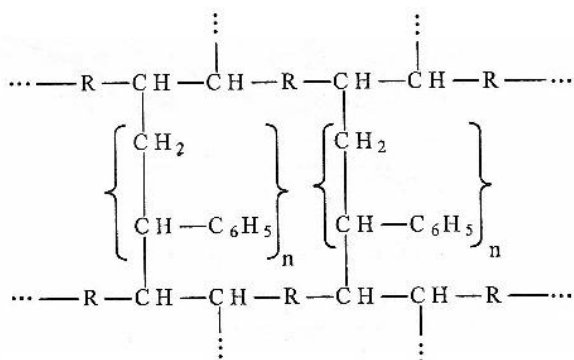


Οι χημικές ενώσεις φουμαρικό οξύ, φθαλικός ανυδρίτης, αιθυλενογλυκόλη χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για τη παρασκευή του πολυεστέρα.

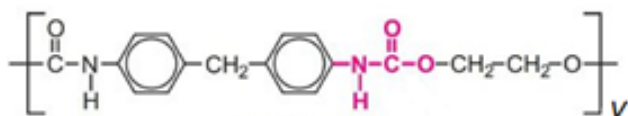
Η χημική ένωση υπεροξειδίο της μεθυλοαιθυλοκετόνης (ΜΕΚΡ) χρησιμοποιείται ως καταλύτης στον πολυμερισμό του ακόρεστου πολυεστέρα.

Οι δισσοκτανικές ενώσεις μαζί με πολυσθενείς αλκοόλες (πολυόλες) χρησιμοποιούνται για τη παρασκευή της πολυουρεθάνης. Για τη διόγκωση της πολυουρεθάνης χρησιμοποιούνται φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες με χαμηλό σημείο βρασμού.

Πως ονομάζονται τα πολυμερή των οποίων οι μοριακή δομή παριστάνεται στα παρακάτω σχήματα;



πολυεστέρας



πολυουρεθάνη