

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Μετρολογία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.4

ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΗΚΩΝ

Παχύμετρο



ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Τα παχύμετρα είναι εξαιρετικώς εύχρηστα όργανα ακριβείας. Η ακρίβεια τους βασίζεται στη βοηθητική τους κλίμακα, το βερνιέρο. Ονομάζονται και παχύμετρα βερνιέρου, από το όνομα του Γάλλου Pierre Vernier, που επινόησε τη χρήση των δύο εφαπτόμενων κλιμάκων.

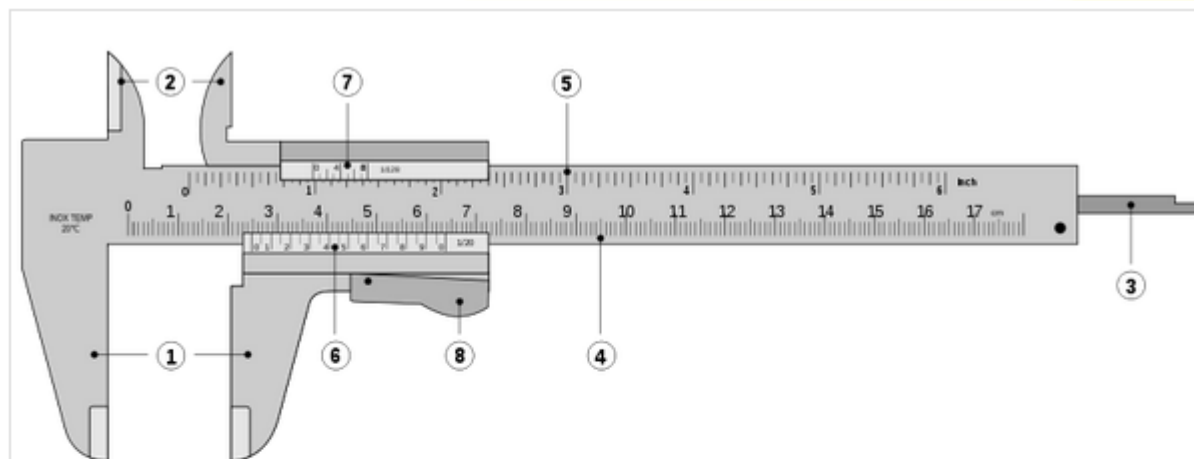
ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Το παχύμετρο αποτελείται από ένα σταθερό και ένα κινητό μέρος. Το σταθερό είναι ένας μεταλλικός κανόνας, που το εμπρόσθιο άκρο του διαμορφώνεται σε δύο 'ράμφη' διαφορετικού μεγέθους και με αντίθετο προσανατολισμό. Ο κανόνας αυτός φέρει συνήθως χαραγμένη διπλή κλίμακα: υποδιαιρέσεις της ίντσας στο πάνω μέρος του και του μέτρου στο κάτω.

ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ



ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ



1. **Εξωτερικές σιαγώνες ή κύριες σιαγόνες:** χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση εξωτερικών διαστάσεων ή διαμέτρων αντικειμένων
2. **Εσωτερικές σιαγόνες:** χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση εσωτερικών διαστάσεων ενός αντικειμένου
3. **Βυθόμετρο:** χρησιμοποιείται για την μέτρηση του βάθους ενός αντικείμενου ή μιας τρύπας
4. **Κύρια Κλίμακα:** η κλίμακα είναι χαραγμένη κάθε ένα mm
5. **Κύρια Κλίμακα:** η κυρίως κλίμακα χαραγμένη σε ίντσες
6. **Κλίμακα Βερνιέρου:** μας δίνει ακρίβεια στον υπολογισμό της παρεμβολής με ακρίβεια 0,1 mm ή καλύτερα
7. **Κλίμακα Βερνιέρου:** μας δίνει ακρίβεια στην μέτρηση σε κλάσματα της ίντσας
8. **Σταθεροποιητής:** Χρησιμοποιείται για να μπλοκάρει το κινούμενο μέρος και να εμποδίζει τυχαίες κινήσεις κατά τη μεταφορά της μέτρησης

ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Το κινητό μέρος φέρει και αυτό στο ένα άκρο του δύο 'ράμφη' αντίστοιχα του σταθερού και έχει χαραγμένη την κλίμακα του βερνιέρου σε υποδιαιρέσεις του χιλιοστομέτρου (0.90 ή 0.45 mm) και της ίντσας (1/128", 0.024"). Επί πλέον, είναι πιθανό να υπάρχει προσαρμοσμένο ένα στέλεχος που χρησιμεύει για μετρήσεις βάθους.

ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Τα παχύμετρα κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα καλής ποιότητας ή από ανοξείδωτο χάλυβα. Τα πρώτα είναι πιο φθηνά, οξειδώνονται εύκολα και απαιτούν συνεχή συντήρηση. Μπορούν όμως να υποστούν κατεργασία βαφής και επαναφοράς, ώστε να αποκτήσουν αρκετή σκληρότητα και να αντέχουν στη σκληρή χρήση. Τα παχύμετρα από ανοξείδωτο χάλυβα είναι ακριβότερα και, επειδή δεν οξειδώνονται, διατηρούν τις υποδιαίρέσεις τους ευανάγνωστες χωρίς να απαιτούν ιδιαίτερη συντήρηση.

ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Τα παχύμετρα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση εσωτερικών ή εξωτερικών διαστάσεων ή για βαθυμετρήσεις. Το ακραίο τμήμα στα ράμφη είναι πιο λεπτό για να είναι δυνατή η μέτρηση του πυρήνα των κοχλιών.

- Μέτρηση με παχύμετρο ακρίβειας 0,1 (1/10)mm

- Μέτρηση με παχύμετρο ακρίβειας 0,05(1/20)mm.

Η μέγιστη ακρίβεια μέτρησης τους είναι 0.1 mm, 0.05 mm και 0.02 mm στο μετρικό και 1/128" και 0.001" στο αγγλοσαξονικό σύστημα.

ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Για μια σωστή μέτρηση πρέπει:

- Το αντικείμενο να έρχεται σε επαφή με τις επιφάνειες των ραμφών και όχι με τις ακμές τους.
- Το προς μέτρηση αντικείμενο να μην τοποθετείται στην άκρη των ραμφών, αλλά στο εσωτερικό του μεταξύ τους διακένου.
- Τα ράμφη να μην πιέζονται έντονα πάνω στο αντικείμενο.
- Η ανάγνωση της ένδειξης να γίνεται με τα μάτια να κοιτάζουν το όργανο κάθετα και όχι πλάγια.

ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Τα παχύμετρα, όπως άλλωστε όλα τα όργανα μέτρησης, απαιτούν σωστή και προσεκτική χρήση, καλή συντήρηση και προστασία από χτυπήματα, οξέα ή εστίες θερμότητας. Όταν δεν τα χρησιμοποιούμε, τα φυλάμε στη θήκη τους. Όσον αφορά στη συντήρηση και στην αποθήκευσή τους, ισχύουν όσα ειπώθηκαν για τους κανόνες. Επί πλέον όμως στα παχύμετρα πρέπει να ελέγχεται τακτικά η κατάσταση στην οποία βρίσκεται η συναρμογή σταθερού-κινητού μέρους, αλλά και η κατάσταση των ραμφών τους, από την άποψη της φθοράς ή στρέβλωσης.

ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Για να ελέγξουμε την παραλληλότητα των ραμφών, τα φέρνουμε σε επαφή, τα τοποθετούμε μπροστά σε φωτεινή πηγή και παρατηρούμε το πάχος του αρμού διαφυγής του φωτός.

Ο έλεγχος, τέλος, της ακριβείας του παχυμέτρου γίνεται με συγκριτική μέτρηση (μετράμε με αυτό ένα πρότυπο μήκος, το οποίο έχει προηγουμένως μετρηθεί με μικρόμετρο).

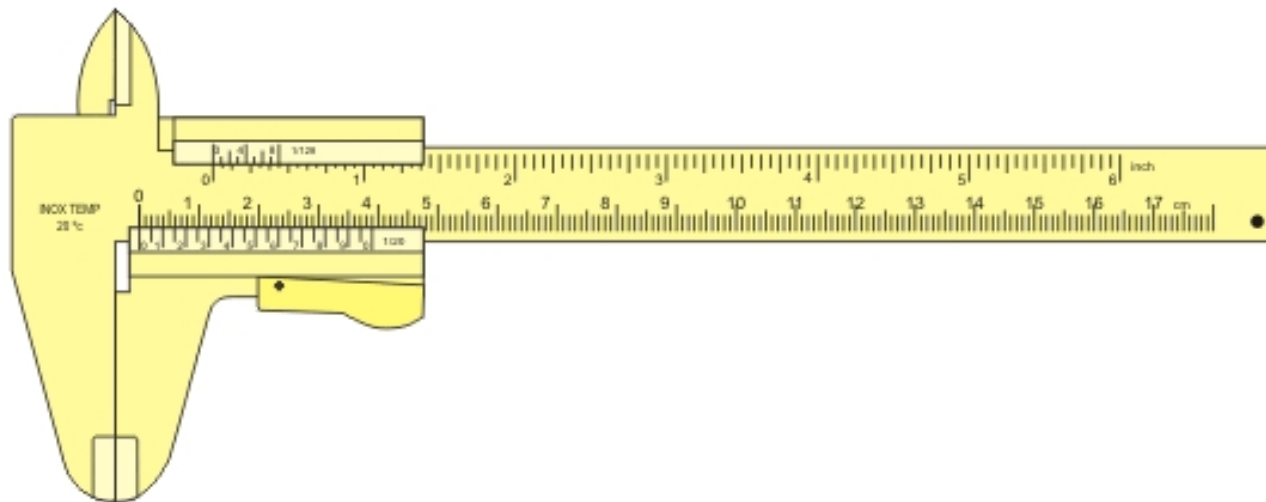
ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ άμεσης ανάγνωσης

Στα παχύμετρα αυτά το αποτέλεσμα της μέτρησης αναγράφεται αυτόματα σε μετρητή / αριθμητήρα, ο οποίος είναι ενσωματωμένος στο όργανο. Η ακρίβεια αναγραφής είναι η ακρίβεια του παχυμέτρου (συνήθως 0.01 mm) και με τη χρήση τους αποφεύγεται το σφάλμα ανάγνωσης.



ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Πώς μετράμε με το παχύμετρο;



Τα παχύμετρα συνήθως δίνουν τις πιο κάτω ακρίβειες μετρήσεων:

α) Αν στο Βερνιέρο έχουμε 10 υποδιαιρέσεις που αντιστοιχούν σε 9mm του κανόνα του σταθερού σκέλους, τότε το παχύμετρο μετρά με ακρίβεια $1/10$ (0,1) mm.

β) Αν στο Βερνιέρο έχουμε 20 υποδιαιρέσεις που αντιστοιχούν με 19 mm του κανόνα του σταθερού σκέλους, τότε το παχύμετρο μετρά με ακρίβεια $1/20$ (0,05) mm.

γ) Αν στο Βερνιέρο έχουμε 8 υποδιαιρέσεις που αντιστοιχούν σε $7/16''$ του κανόνα, τότε το παχύμετρο μετρά με ακρίβεια $1/128''$.

δ) Αν στο Βερνιέρο έχουμε 25 υποδιαιρέσεις που αντιστοιχούν σε $24/40''$ του κανόνα, τότε το παχύμετρο μετρά με ακρίβεια $0,001''$.

Πορεία.

α) Μέτρηση με ακρίβεια $1/10$ mm

Όταν τα ράμφη του παχύμετρου είναι κλειστά, το μηδέν του Βερνιέρου συμπίπτει με το μηδέν του κανόνα.

Επίσης και η τελευταία γραμμή, η 10^η του Βερνιέρου, συμπίπτει με μια άλλη γραμμή, την 9^η υποδιαίρεση (9 mm) του κανόνα.

α) Μέτρηση με ακρίβεια $1/20$ mm

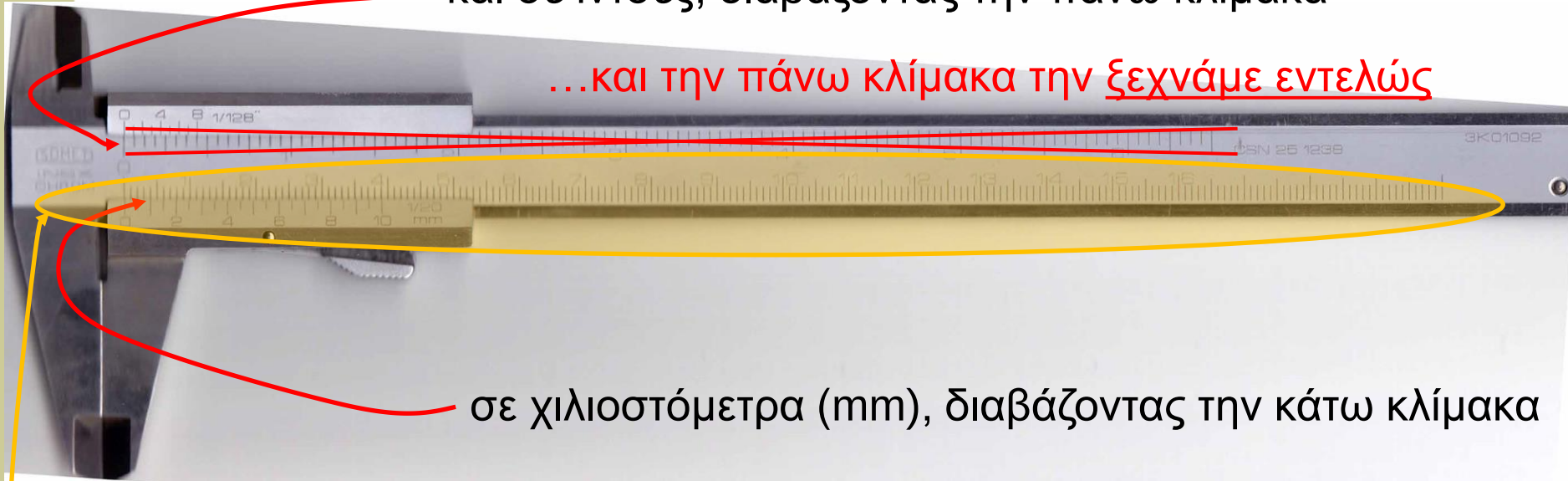
Όταν τα ράμφη του παχύμετρου είναι κλειστά, το μηδέν του Βερνιέρου συμπίπτει με το μηδέν του κανόνα.

Η τελευταία γραμμή, η 20^η του Βερνιέρου, συμπίπτει με την 19^η υποδιαίρεση (19 mm) του κανόνα.

Με το παχύμετρο μετράμε μήκος

και σε ίντσες, διαβάζοντας την πάνω κλίμακα

...και την πάνω κλίμακα την ξεχνάμε εντελώς



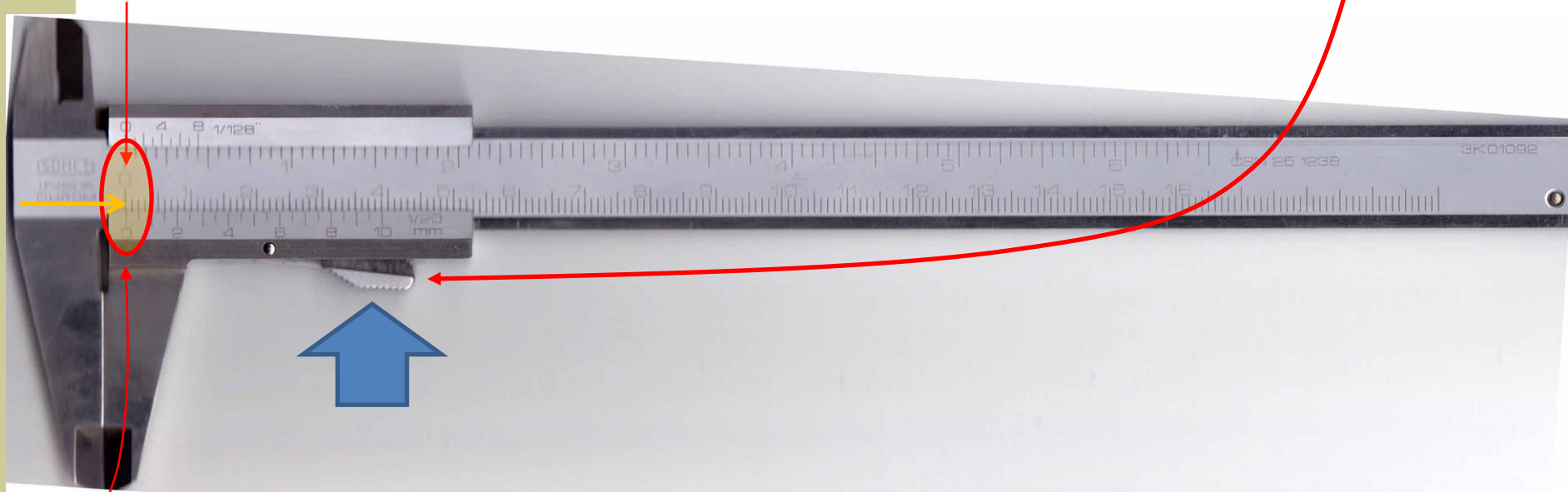
σε χιλιοστόμετρα (mm), διαβάζοντας την κάτω κλίμακα

Υπενθυμίζουμε ότι $1 \text{ mm} = 0.001 \text{ m} = 10^{-3} \text{ m}$

Εμείς εδώ θα μάθουμε να μετράμε χιλιοστά

Άρα βλέπουμε μόνο την κάτω κλίμακα

Για ανοίξουμε ή να κλείσουμε το παχύμετρο, πατάμε το «φρένο»



Τώρα, το παχύμετρο είναι κλειστό

Άρα μετράει 0 mm

Πράγματι, το πάνω 0 και το κάτω 0 συμπίπτουν

Το παχύμετρο μετράει

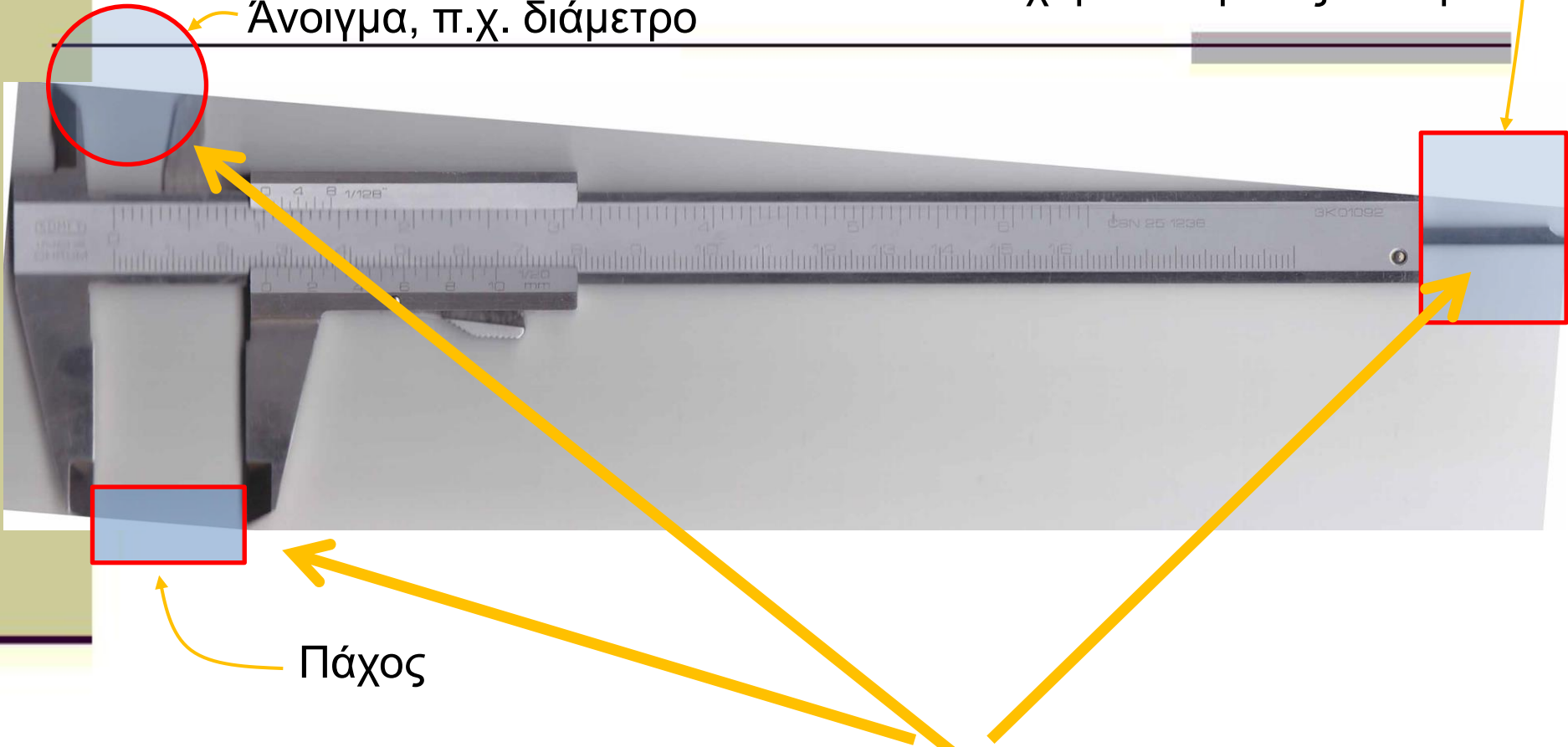
Βάθος ή ύψος
π.χ. μία οπή ενός σωλήνα

Άνοιγμα, π.χ. διάμετρο

Πάχος

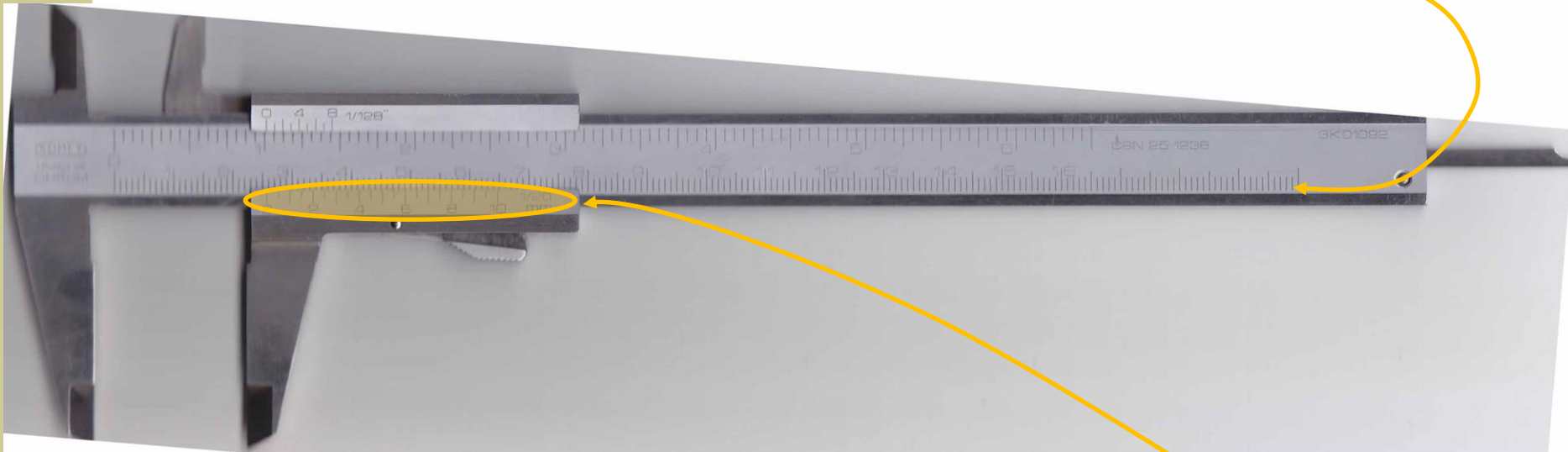
Δηλαδή, αυτήν τη στιγμή, και τα τρία αυτά ανοίγματα έχουν το ίδιο μήκος

Οπότε, ας μάθουμε τώρα να μετράμε αυτό το μήκος!



Κατ' αρχήν, πρέπει να ξέρουμε ότι, θα διαβάσουμε 4 σημαντικά ψηφία

Τα 2 πρώτα θα τα διαβάσουμε από την κλίμακα αυτή



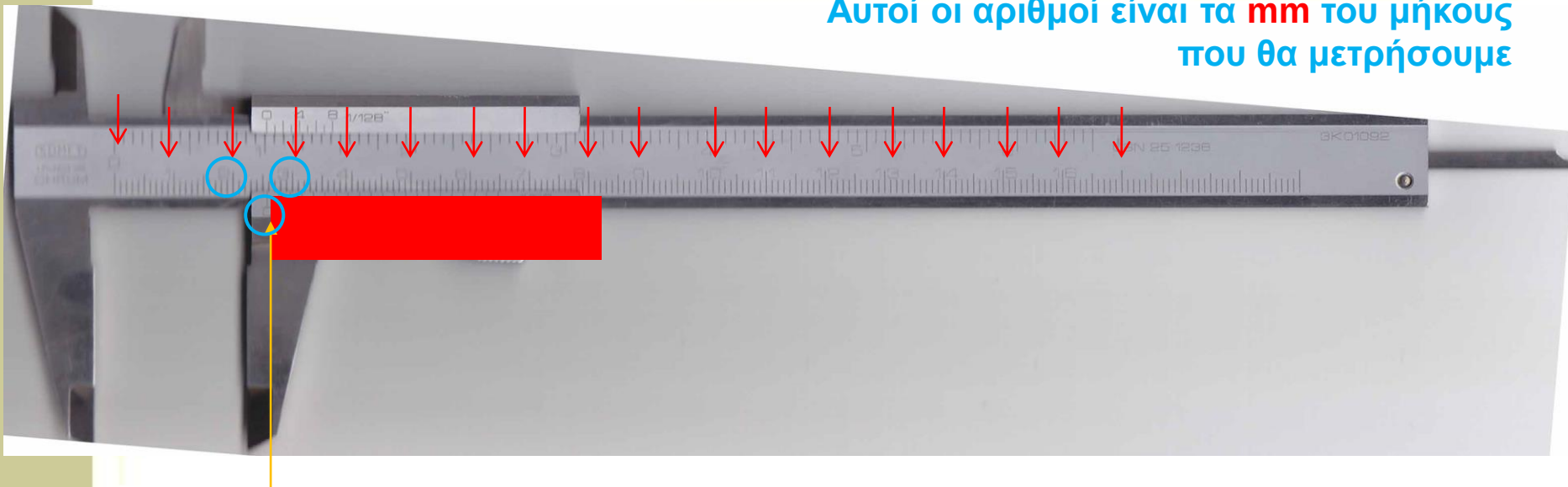
Το 3^ο και το 4^ο σημαντικό ψηφίο θα τα διαβάσουμε από την κλίμακα αυτή

Κατ' αρχήν, θα διαβάσουμε τα 2 πρώτα ψηφία, ένα - ένα

Οπότε, πρώτα από όλα, **ξεχνάμε εντελώς την κάτω κλίμακα**

Στην κλίμακα αυτή, αναγράφονται οι αριθμοί 0, 1, 2, 3, 4, ...

Αυτοί οι αριθμοί είναι τα mm του μήκους που θα μετρήσουμε



Αφήνουμε μόνο να βλέπουμε το 0 της κάτω κλίμακας

Στη δική μας περίπτωση, το 0 της κάτω κλίμακας (δείτε το μπλε κύκλο στο mouse click) έχει περάσει το 2, δηλαδή τα 20 mm (δείτε το στον μπλε κύκλο) αλλά όχι το 3 (δηλαδή τα 30 mm) (δείτε το και αυτό στον τρίτο κύκλο).

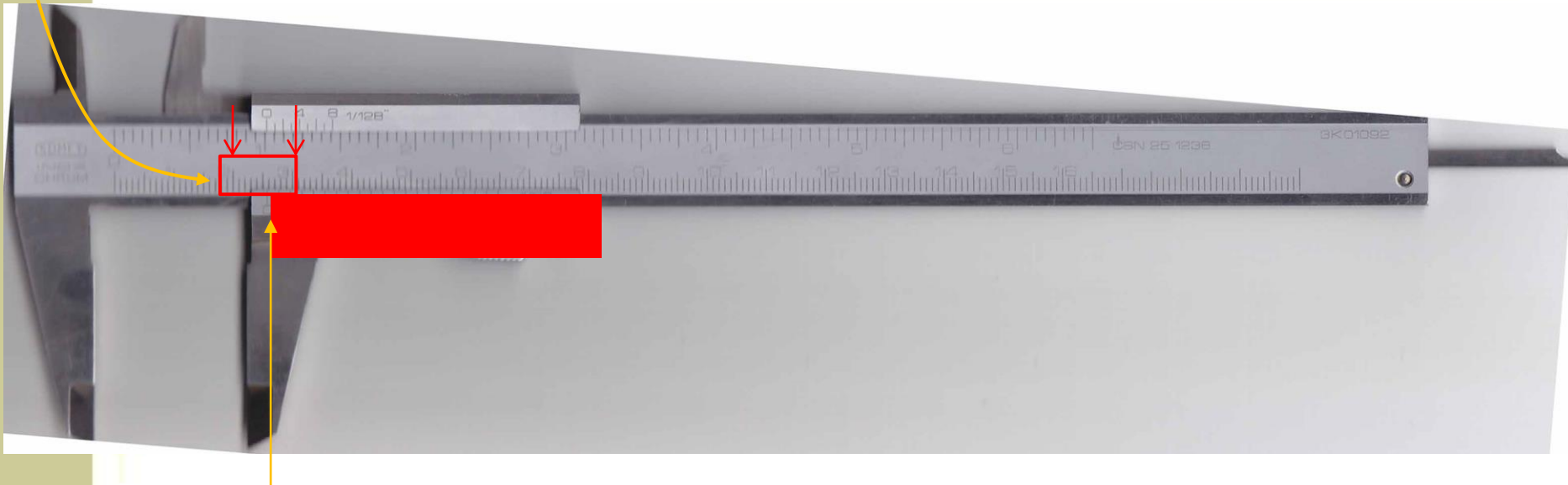
Άρα, το μήκος μας είναι 20,....mm

Ας βρούμε τώρα, το πρώτο ψηφίο μετά το 20 και την υποδιαστολή

Από προηγουμένως, έχουμε ήδη μετρήσει μήκος 20,... mm

Ανάμεσα στο 2 και στο 3, υπάρχουν 10 μικρότερες γραμμές

Η απόσταση ανάμεσά τους είναι 1 mm (δηλ. 10 γραμμούλες x 0.1 mm = 1 mm)



Στη περίπτωση μας, το 0 της κάτω κλίμακας (που δείχνει το πορτοκαλί βέλος)
έχει περάσει την 5^η γραμμούλα, δηλαδή τα 5 mm
αλλά όχι και την 6^η γραμμούλα (δηλαδή τα 6 mm).

Άρα, το 2^ο σημαντικό ψηφίο θα είναι το **5**

και το μήκος μας είναι 25,... mm

Ας βρούμε τώρα, το 3^ο και το 4^ο σημαντικά ψηφία

Από προηγούμενως, έχουμε ήδη μετρήσει μήκος 25,... mm

Τώρα **ξεχνάμε** τους αριθμούς της πάνω κλίμακας
και βλέπουμε ΜΟΝΟ τις γραμμούλες της

Το 3^ο και το 4^ο σημαντικό ψηφίο, θα τα βρούμε από την κάτω κλίμακα



Πρώτα να δούμε τους αριθμούς που γράφει η κάτω κλίμακα

Αφού ψάχνουμε 2 ακόμα ψηφία, οι γραμμές στην κάτω κλίμακα:

ΔΕΝ αντιστοιχούν στα 0, 1, 2, 3, ... αλλά στα:

00, 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, και 95

Τώρα θα βρούμε ποια γραμμούλα από την κάτω κλίμακα συμπίπτει με κάποια γραμμούλα από την πάνω κλίμακα.

Οποσδήποτε, μία γραμμούλα θα συμπίπτει.

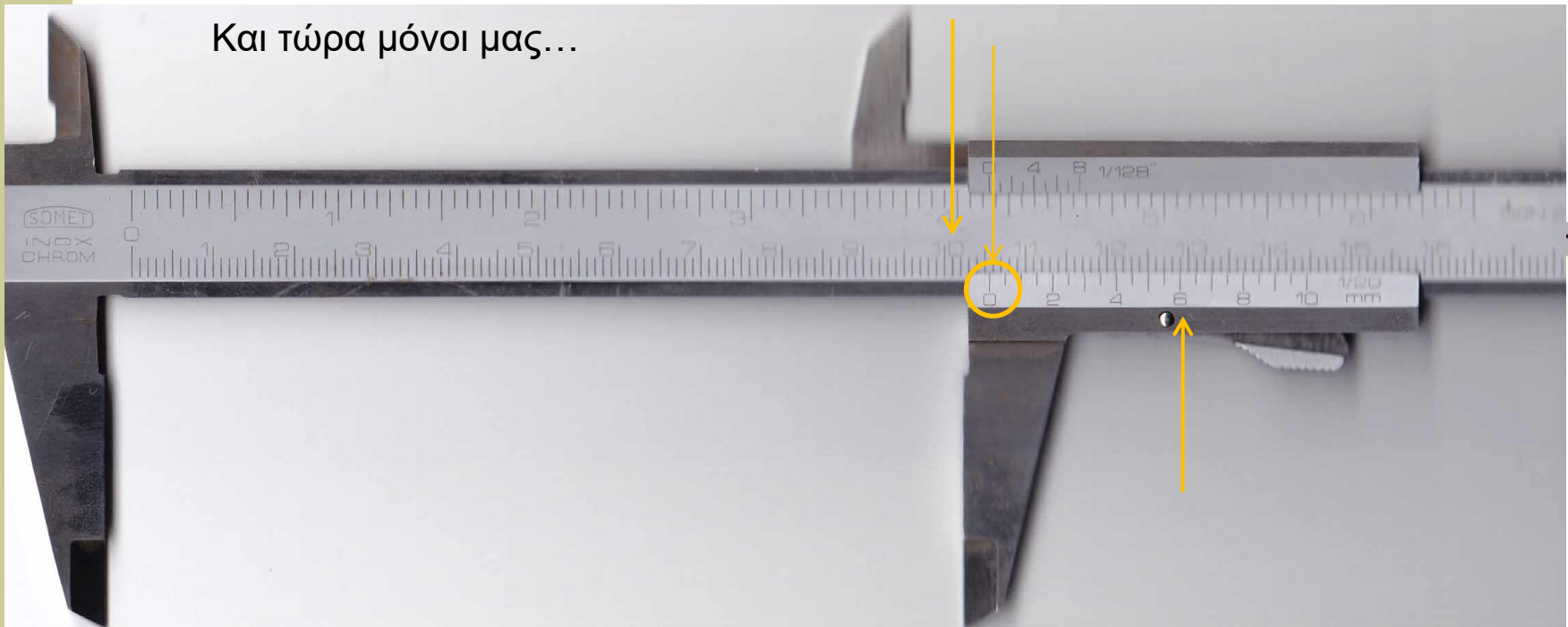
Εδώ, βλέπουμε ότι η γραμμούλα που συμπίπτει είναι αυτή στο **75**

Άρα τα 3^ο και 4^ο σημαντικά ψηφία είναι το **7** και το **5**, αντίστοιχα.

Άρα το μήκος μας είναι 25,75 mm

Προσέξτε ότι το τελευταίο σημαντικό ψηφίο είναι ή 0 ή 5.
Οπότε, το **0 ΠΟΤΕ δεν το ξεχνάμε** γιατί είναι η αβεβαιότητα στη μέτρησή μας.

Και τώρα μόνοι μας...



Πρώτο βήμα: Βρίσκουμε τα χιλιοστά. Εδώ περάσαμε τα 100 mm. Άρα έχουμε **100,... mm**

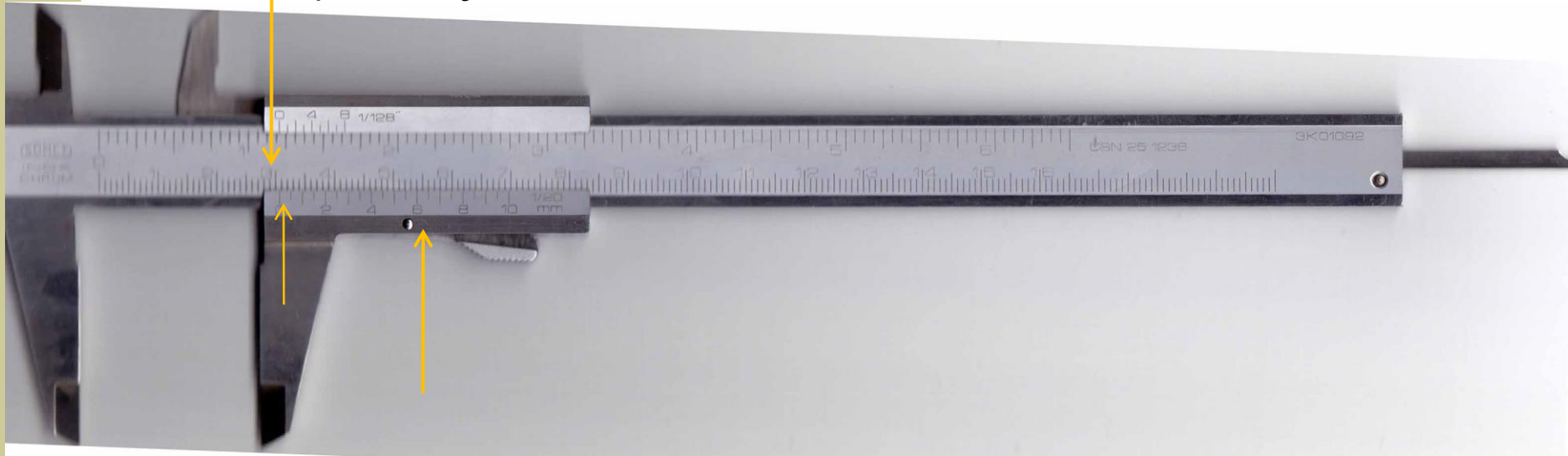
Δεύτερο βήμα: Βρίσκουμε τα χιλιοστά. Εδώ περάσαμε τα 5 mm (αλλά όχι τα 6 mm)
(δηλ. έχουμε περάσει την 5^η γραμμούλα μετά τη βασική γραμμή των 100 mm).

Άρα, έχουμε **105,.. mm**

Τρίτο βήμα: Βρίσκουμε τη σύμπτωση της γραμμούλας από την κάτω κλίματα.
Εδώ βλέπουμε σύμπτωση στη γραμμή του **60**

Άρα, έχουμε 105,60 mm

Και τώρα κάπως πιο δύσκολα...



Πρώτο βήμα: Βρίσκουμε τα χιλιοστά. Εδώ περάσαμε τα 30 mm. Άρα έχουμε **30,... mm**

Δεύτερο βήμα: Βρίσκουμε τα χιλιοστά. Εδώ **δεν** έχουμε περάσει την 1^η γραμμούλα των χιλιοστών μετά τη βασική γραμμή των 30 mm.

Άρα, το δεύτερο σημαντικό ψηφίο είναι **0** και άρα έχουμε **30,... mm**

Τρίτο βήμα: Βρίσκουμε τη σύμπτωση της γραμμούλας από την κάτω κλίμακα. Εδώ βλέπουμε σύμπτωση στη γραμμή του **60**

Άρα, έχουμε 30,60 mm

Και τώρα ακόμα πιο δύσκολα...



Πρώτο βήμα: Βρίσκουμε τα χιλιοστά. Εδώ περάσαμε τα 20 mm. Άρα έχουμε **20,... mm**

Δεύτερο βήμα: Βρίσκουμε τα χιλιοστά. Εδώ μόλις έχουμε περάσει τη 2^η γραμμούλα των χιλιοστών μετά τη βασική γραμμή των 20 mm.

Άρα, το δεύτερο σημαντικό ψηφίο είναι **2** και άρα έχουμε **22,.. mm**

Τρίτο βήμα: Βρίσκουμε τη σύμπτωση της γραμμούλας από την κάτω κλίμακα. Εδώ βλέπουμε σύμπτωση στη γραμμή του **05**

Άρα, έχουμε 22,05 mm

Και τώρα να μετρήσουμε ένα πολύ μικρό μήκος!



Πρώτο βήμα: Βρίσκουμε τα χιλιοστά. Εδώ **ΔΕΝ** περάσαμε το 1 mm. Άρα έχουμε **0,... mm**

Δεύτερο βήμα: Βρίσκουμε τα χιλιοστά. Εδώ **ΔΕΝ** έχουμε περάσει την 1^η γραμμούλα των χιλιοστών μετά τη βασική γραμμή των 0 cm.

Άρα, το δεύτερο σημαντικό ψηφίο είναι **0** και άρα έχουμε **00,... mm**

Τρίτο βήμα: Βρίσκουμε τη σύμπτωση της γραμμούλας από την κάτω κλίμακα. Εδώ βλέπουμε σύμπτωση στη γραμμή του **75**

Άρα, έχουμε **0,75 mm**

ή **750 μm** ή **0,0075 m**