ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΑΣ ΚΑΛΩΣΟΡΙΖΕΙ ΚΑΙ ΣΑΣ ΕΥΧΕΤΑΙ ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΣΤΙΣ ΣΠΟΥΔΕΣ ΣΑΣ

ΣΦΑΛΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΑΘΗΜΑ ΓΙΑ ΤΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Δρ Μ.ΠΗΛΑΚΟΥΤΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Ι (ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ)
2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Ι (ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ)
3. YOUNG ΦΥΣΙΚΗ ΤΟΜΟΣ Ι (ΕΚΔ.ΠΑΠΑΖΗΣΗ)

ΣΦΑΛΜΑΤΑ

- Σφάλμα =I μετρούμενη τιμή- πραγματική τιμή I

- ΤΥΧΑΙΑ
- ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ

- ΣΦΑΛΜΑ ΑΜΕΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
- ΣΦΑΛΜΑ ΕΜΜΕΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

ΣΦΑΛΜΑΤΑ
(γιατί μας χρειάζονται)

- Γενικά αν δεν ξέρουμε ποιο είναι το σφάλμα της μέτρησής μας, δεν μπορούμε να αποφασίσουμε αν υπάρχει διακριτή διαφορά μεταξύ διαδοχικών μετρήσεων που προκύπτουν αλλάζοντας μια μεταβλητή ή αν η μετρούμενη τιμή χαρακτηρίζει πχ το α ή β υλικό

ΣΦΑΛΜΑΤΑ (γιατί μας χρειάζονται)

- Έστω ότι υπολογίσαμε την πυκνότητα ενός υλικού και βρήκαμε 7.9 g/cm^3
- Η πυκνότητα Fe είναι 7.25 g/cm^3 και του χαλκού 8.22 g/cm^3

Αν δεν ξέρουμε το σφάλμα δεν μπορούμε να απαντήσουμε ποιο είναι το υλικό που μετρήσαμε. Αν ξέρουμε ότι το σφάλμα είναι 0.7 πάλι δεν μπορούμε να απαντήσουμε (πρέπει να βελτιώσουμε την ακρίβεια του πειράματός μας). Αν όμως το σφάλμα είναι 0.4 g/cm^3 τότε μπορούμε να πούμε ότι είναι ο χαλκός

ΣΦΑΛΜΑΤΑ

Έστω ότι θέλουμε να ελέγξουμε αν δυο τιμές είναι ίσες ή διαφορετικές. Για παράδειγμα οι τιμές a_1=5.62 και a_2=5.38 ή οι τιμές b_1=1.32 και b_2=1.38.

Τι νομίζετε; Μπορούμε να πούμε κάτι με σιγουριά:

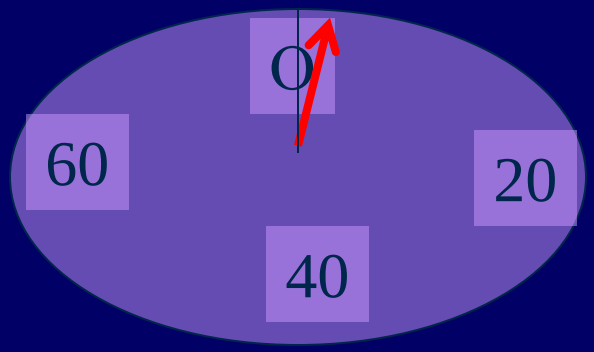
Γράφοντας τις πιο πάνω τιμές με τα σφάλματά τους:

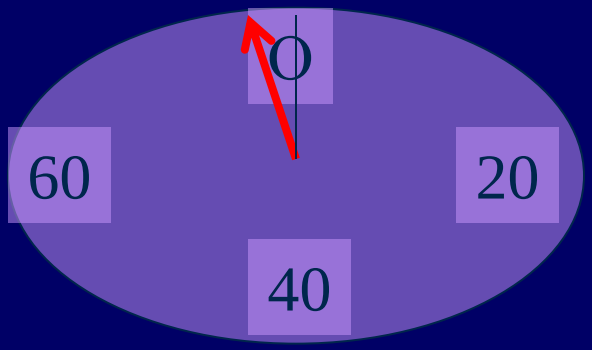
$a_1 \pm \delta\alpha_1 = 5.6 \pm 0.3$ και $a_2 \pm \delta\alpha_2 = 5.4 \pm 0.3$

$b_1 \pm \delta b_1 = 1.320 \pm 0.006$ και $b_2 \pm \delta b_2 = 1.386 \pm 0.006$

Παρατηρούμε ότι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα a_1 και a_2 είναι περίπου ίσα, ενώ τα b_1 και b_2 όχι.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ





ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΕΞΙΑ ΤΟΥ ΜΗΔΕΝΟΣ

ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ

ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΤΟΥ ΜΗΔΕΝΟΣ

ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ

ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ

ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ ΜΙΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΘΕΩΡΟΥΝΤΑΙ ΟΛΑ ΟΣΑ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΔΙΑΒΑΣΟΥΜΕ ΜΕ ΑΠΟΛΥΤΗ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΥΝ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΠΑΝΤΑ ΑΒΕΒΑΙΟ

ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ

ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΨΗΦΙΩΝ

1.ΟΤΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΥΠΟΔΙΑΣΤΟΛΗ ΩΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑΝΕ ΟΛΑ ΤΑ ΨΗΦΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΜΗ ΜΗΔΕΝΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΤΑ π.χ 2.3 (2) , 2.30 (3) ,0.2 (1), 0.02 (1) 0.020 (2)

2. ΟΤΑΝ ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΥΠΟΔΙΑΣΤΟΛΗ ΩΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑΝΕ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΜΗ ΜΗΔΕΝΙΚΟ π.χ 15 (2),15000 (2), 15050 (4)

Σημασία του τρόπου γραφής ενός αποτελέσματος

Σε μια μόνο μέτρηση με ένα όργανο, το σφάλμα μπορεί να είναι η μικρότερη υποδιαίρεση του οργάνου ή κλάσμα της . Μπορεί επίσης να δίδεται από τον κατασκευαστή του οργάνου.

Ο τρόπος με τον οποίο γράφω το αποτέλεσμά μου, δείχνει την ακρίβεια με την οποία μέτρησα

Π.Χ

50 50±1 (49---------51)

50.0 50.0 ± 0.1 (49.9----------50.1)

ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Το αποτέλεσμα που προκύπτει από πρόσθεση αφαίρεση πολλαπλασιασμό ή διαίρεση αριθμών, περιορίζεται πάντα από τον αριθμό με τη μικρότερη ακρίβεια.

ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

1) Όταν προσθέτουμε η αφαιρούμε δυο αριθμούς κρατάμε στο αποτέλεσμα όσα ΔΕΚΑΔΙΚΑ έχει ο αριθμός με τα λιγότερα δεκαδικά.

Π.χ 2.37+1.2 =3.6 και όχι 3.57

2) Όταν πολλαπλασιάζουμε η διαιρούμε δυο αριθμούς κρατάμε στο αποτέλεσμα όσα ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ έχει ο αριθμός με τα λιγότερα σημαντικά ψηφία .

Π.χ 3.21*0.02=0.06 και όχι 0.0642

ΣΦΑΛΜΑ ΑΜΕΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗ

ΜΕ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΜΕ ΤΟ ΙΔΙΟ ΟΡΓΑΝΟ ΠΕΡΙΟΡΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

ΕΣΤΩ Χ ΤΟ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ

$$\overline{X} = \frac{1}{N}\sum_{1}^{N} X_I$$

ΣΦΑΛΜΑ ΑΜΕΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

ΣΦΑΛΜΑ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ

$$\sigma\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{N} (\bar{x} - x_i)^2}{N(N-1)}}$$

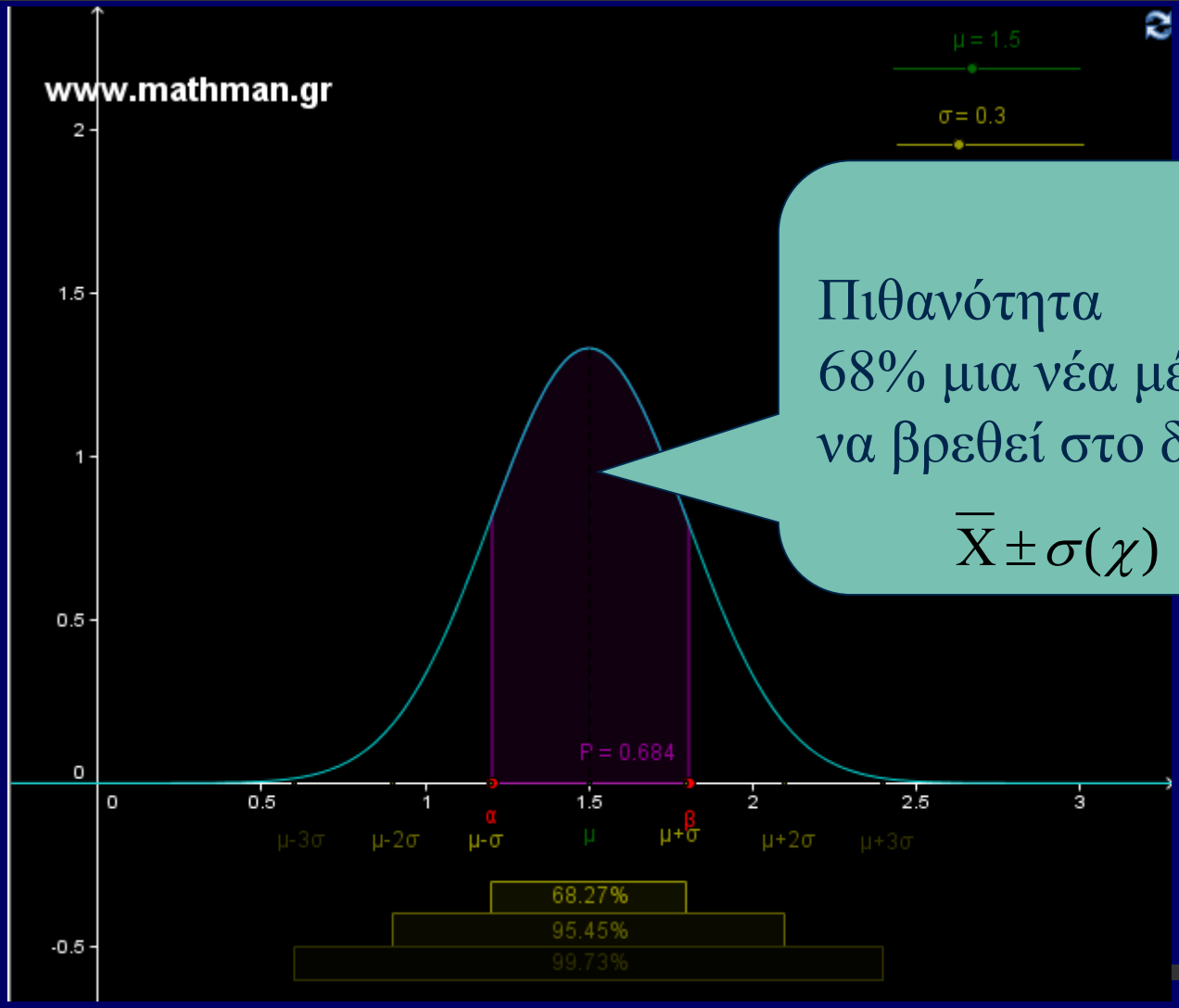
ΓΙΑ N<20 ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΚΡΑΤΗΣΟΥΜΕ ΜΟΝΟ ΕΝΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΨΗΦΙΟ ΣΤΟ ΣΦΑΛΜΑ

Η ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΔΙΑΤΗΡΕΊ ΤΟΣΑ ΔΕΚΑΔΙΚΑ ΨΗΦΙΑ ΟΣΑ ΚΑΙ ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ

ΣΧΕΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ

$$\sigma\sigma\chi\% = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100$$

Τι εκφράζει η τυπική απόκλιση



Πιθανότητα
68% μια νέα μέτρηση
να βρεθεί στο διάστημα

$$\overline{X} \pm \sigma(\chi)$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

xi mm	$\bar{X}$mm	$\bar{X} - Xi$mm	$(\bar{X} - Xi)^2$ mm^2
8,26	8,260	0	0
8,27		0,01	1E-04
8,26		0	0
8,28		0,02	0,0004
8,23		-0,03	0,0009
8,26		0	0
8,27		0,01	1E-04
8,26		0	0
8,25		-0,01	1E-04
8,26		0	0
			0,0016

σ_X=0,004216 mm

$$\bar{X} \pm \sigma_\chi = (8,260 \pm 0,004)\text{mm}$$

$$X \pm \sigma_\chi \% = 8,260\text{mm} \pm 0,05\%$$

ΜΟΝΟ ΕΝΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΨΗΦΙΟ ΣΤΟ ΣΦΑΛΜΑ

Η ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΔΙΑΤΗΡΕΊ ΤΟΣΑ ΔΕΚΑΔΙΚΑ ΨΗΦΙΑ ΟΣΑ ΚΑΙ ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ

ΕΜΜΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

ΕΣΤΩ ΟΤΙ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΟΥ ΘΑ ΜΕΤΡΗΘΕΙ ΕΜΜΕΣΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ f (x,y,w) ΜΕ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ x,y,w, ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΕΙΝΑΙ δx,δy,δw

ΜΕΡΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΚΑΘΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ

$$\delta f_x = \frac{\partial f}{\partial x}\delta x \qquad \delta f_y = \frac{\partial f}{\partial y}\delta y \qquad \delta f_w = \frac{\partial f}{\partial w}\delta w$$

ΟΛΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ

$$(\delta f)^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\delta y\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial w}\delta w\right)^2$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

ΝΟΜΟΣ ΟΗΜ R=V/I

ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ

$$V \pm \delta V$$
$$I \pm \delta I$$

ΜΕΡΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΤΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΤΑΣΗΣ

$$\delta R_V = \frac{\partial R}{\partial V}\delta V = \frac{\delta V}{I}$$

ΜΕΡΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΤΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

$$\delta R_I = \frac{\partial R}{\partial I}\delta I = -\frac{V}{I^2}\delta I$$

ΟΛΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ

$$\delta R = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial V}\delta V\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial I}\delta I\right)^2}$$