

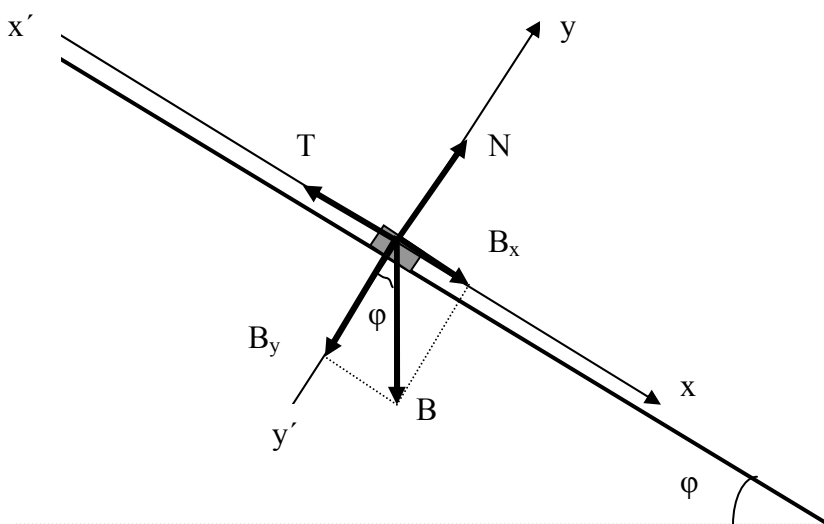
Εργαστηριακή άσκηση 7:
ΤΡΙΒΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ
 (Βαγγέλης Δημητριάδης, 4^ο ΓΕΛ Ζωγράφου)

ΣΤΟΧΟΙ

- Η εφαρμογή των νόμων της Μηχανικής στη μελέτη της κίνησης σώματος, που ολισθαίνει με σταθερή ταχύτητα κατά μήκος κεκλιμένου επιπέδου.
- Ο υπολογισμός του συντελεστή τριβής ολίσθησης, μέσω της μέτρησης της γωνίας τριβής.
- Ο υπολογισμός της δύναμης τριβής ολίσθησης.
- Η εξαγωγή συμπερασμάτων για την εξάρτηση της δύναμης τριβής και του συντελεστή της από την κάθετη δύναμη και τη φύση των επιφανειών.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Όταν ένα σώμα ολισθαίνει κατεβαίνοντας με σταθερή ταχύτητα κεκλιμένο επίπεδο γωνίας φ , εξασκούνται πάνω του η δύναμη του βάρους B , η κάθετη αντίδραση N και η τριβή T .



Από την εφαρμογή των νόμων του Newton για τους άξονες xx' και yy' προκύπτει:

$$\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow B_x - T = 0 \Leftrightarrow B_x = T \Leftrightarrow m \cdot g \cdot \eta\mu\varphi = T \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow N - B_y = 0 \Leftrightarrow B_y = N \Leftrightarrow m \cdot g \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = N \quad (2)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε:

$$\frac{\eta\mu\varphi}{\sigma\upsilon\nu\varphi} = \frac{T}{N} \Leftrightarrow \epsilon\varphi\varphi = \frac{T}{N}$$

$$\text{Από τη σχέση αυτή, επειδή από το νόμο της τριβής είναι } T = \mu \cdot N, \quad (3)$$

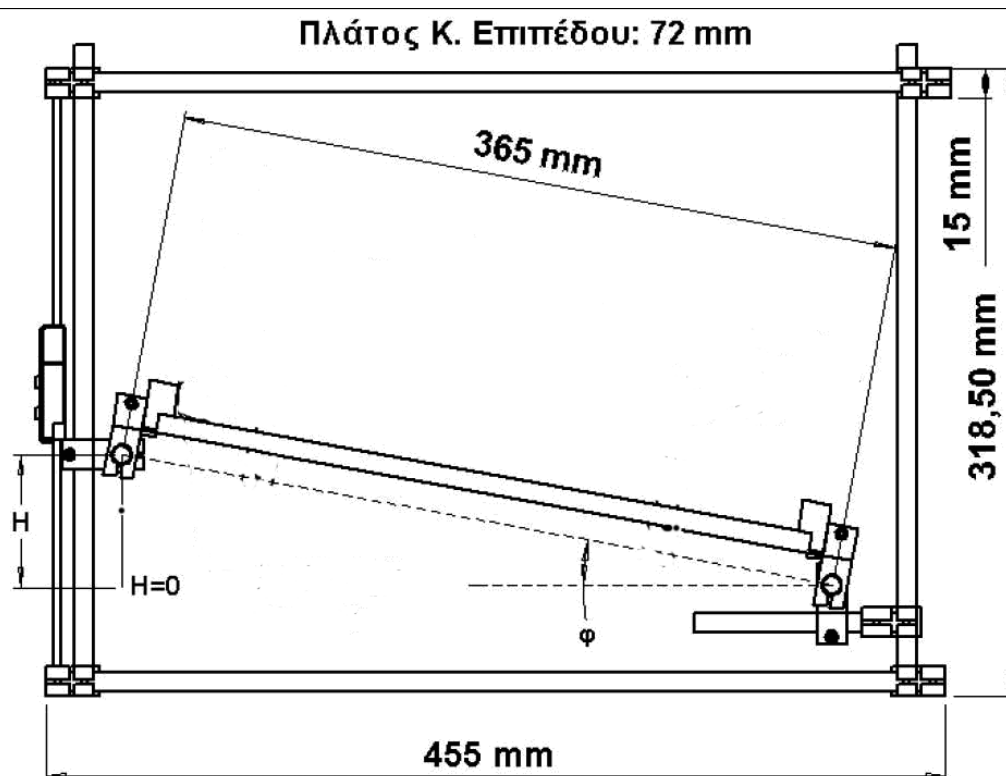
προκύπτει ότι $\boxed{\epsilon\varphi\varphi = \mu}$.

Συνεπώς, για τη μέτρηση του συντελεστή τριβής ολίσθησης μ , αρκεί να μετρήσουμε τη γωνία φ για την οποία το σώμα κατεβαίνει το κεκλιμένο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα («γωνία τριβής»).

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Συσκευή κεκλιμένου επιπέδου πολλαπλών χρήσεων (ΜΣ 280.1)
- Ξύλινο επίπεδο τριβής
- Ηλεκτρονικό διαστημόμετρο (ενσωματωμένο στο κεκλιμένο επίπεδο) (ΓΕ 250.1)
- Δύο σφιγκτήρες τύπου G (ΓΕ 050.0)
- Τριβόμενο σώμα τύπου A
- Τριβόμενο σώμα τύπου B
- Μεταλλικοί σφόνδυλοι διαμέτρου 25mm
- Κλειδί τύπου Allen
- Αεροστάθμη (αλφάδι) (ΜΡ.035.0)
- Ζυγός ηλεκτρονικός 2 kg (ΓΕ.130.0)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ



1. Στερεώνουμε το κεκλιμένο επίπεδο πολλαπλών χρήσεων πάνω στον πάγκο εργασίας με τους δύο σφιγκτήρες G. Τοποθετούμε το ξύλινο επίπεδο τριβής πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο και το σταθεροποιούμε με τους δύο κινητούς πλαστικούς σφιγκτήρες. Αν δεν είναι δυνατό το εύκολο ανεβοκατέβασμα του κεκλιμένου επιπέδου, με το κλειδί Allen λασκάρουμε τη βίδα στο άκρο του.
2. Με το αλφάδι ρυθμίζουμε το ξύλινο επίπεδο τριβής, ώστε να είναι οριζόντιο και μετά, αφού φέρουμε το πλαστικό εξάρτημα ρύθμισης του ψηφιακού διαστημόμετρου στην κατώτερη θέση, που εφάπτεται με το οριζόντιο επίπεδο, πιέζουμε το κουμπί ON/OFF του διαστημόμετρου για να λειτουργήσει και μηδενίζουμε την κλίμακα πιέζοντας το κουμπί ZERO. (Για τις μετρήσεις επιλέγουμε με το κουμπί inch/mm την ένδειξη mm.)
3. Ζυγίζουμε το τριβόμενο σώμα τύπου A (αυτό το οποίο έχει επικάλυψη αλουμινίου στη μεγάλη του πλευρά) και το τοποθετούμε στο ξύλινο επίπεδο τριβής, κοντά στο άκρο του το οποίο βρίσκεται προς την πλευρά του ψηφιακού διαστημόμετρου, με την πλευρά του

αλουμινίου να ακουμπά στο επίπεδο. Ανυψώνουμε αργά το κινητό άκρο του κεκλιμένου επιπέδου αυξάνοντας τη γωνία φ και όταν το σώμα αρχίσει να ολισθαίνει περίπου με σταθερή ταχύτητα, αφού το σπρώξουμε ελαφρά, σημειώνουμε το ύψος H (την ένδειξη του ψηφιακού διαστημόμετρου). Υπολογίζουμε το $\eta\mu\varphi = H / L$, όπου το μήκος L του κεκλιμένου επιπέδου είναι $L = 365 \text{ mm}$. Στη συνέχεια υπολογίζουμε το $\sigma\mu\varphi$ και την εφφ από τους τριγωνομετρικούς πίνακες (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ), το συντελεστή τριβής ολίσθησης μ , καθώς και τις τιμές των δυνάμεων N και T από τις σχέσεις (2) και (3). Οι τιμές καταχωρούνται στον πίνακα I. Για την επιτάχυνση της βαρύτητας χρησιμοποιούμε την τιμή $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

4. Επαναλαμβάνουμε τα προηγούμενα βήματα τοποθετώντας το σώμα A στο ξύλινο επίπεδο τριβής με την πλευρά που είναι καλυμμένη με καουτσούκ και τέλος με την ξύλινη πλευρά. Επαναλαμβάνουμε με το τριβόμενο σώμα B (αυτό το οποίο έχει επικάλυψη καουτσούκ στη μεγάλη του πλευρά) και τέλος με το σώμα A στο οποίο έχουμε τοποθετήσει έναν, δύο και τρεις μεταλλικούς σφονδύλους (τριβόμενη επιφάνεια η αλουμινένια πλευρά).
5. Με βάση τις πιο πάνω μετρήσεις, η δύναμη τριβής και ο συντελεστής τριβής εξαρτώνται από το υλικό των επιφανειών και από την κάθετη δύναμη N ; Σημειώστε **Σωστό** ή **Λάθος**.
6. Χρησιμοποιώντας τις τιμές των T και N από τα πειράματα 1, 6, 7, και 8 κατασκευάζουμε το διάγραμμα της τριβής T σε συνάρτηση με τη κάθετη δύναμη N ($T = f(N)$) και από την κλίση της υπολογίζουμε την τιμή του συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ αλουμινίου και ξύλου.
7. Ποια είναι η μέση τιμή των αντίστοιχων τιμών του συντελεστή τριβής (πειράματα 1, 6, 7, και 8) από τον πίνακα;
8. Αν αυξήσουμε τη γωνία φ , οπότε το τριβόμενο σώμα δεν θα κινείται με σταθερή ταχύτητα, και διαθέτουμε επιπλέον χρονόμετρο, προτείνετε πειραματική διαδικασία με την οποία μπορείτε να υπολογίσετε το συντελεστή τριβής ολίσθησης.
9. Θεωρείτε τη διαδικασία αυτή περισσότερο ή λιγότερο ακριβή; Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ

Γωνία		ημ	συν	εφ	Γωνία		ημ	συν	εφ
Μοίρες (^ο)	Ακτίνια (rad)				Μοίρες (^ο)	Ακτίνια (rad)			
0	0,000	0,000	1,000	0,000					
1	0,017	0,018	1,000	0,018	46	0,803	0,719	0,695	1,036
2	0,035	0,035	0,999	0,036	47	0,820	0,731	0,682	1,072
3	0,052	0,052	0,999	0,052	48	0,838	0,743	0,669	1,111
4	0,070	0,070	0,998	0,070	49	0,855	0,755	0,656	1,150
5	0,087	0,087	0,996	0,088	50	0,873	0,766	0,643	1,192
6	0,105	0,105	0,995	0,105	51	0,890	0,777	0,629	1,235
7	0,122	0,122	0,993	0,123	52	0,908	0,788	0,616	1,280
8	0,140	0,139	0,990	0,141	53	0,925	0,799	0,602	1,327
9	0,157	0,156	0,988	0,158	54	0,942	0,809	0,588	1,376
10	0,175	0,174	0,985	0,176	55	0,960	0,819	0,574	1,428
11	0,192	0,191	0,982	0,194	56	0,977	0,829	0,559	1,483
12	0,209	0,208	0,978	0,213	57	0,995	0,839	0,545	1,540
13	0,227	0,225	0,974	0,231	58	1,012	0,848	0,530	1,600
14	0,244	0,242	0,970	0,249	59	1,030	0,857	0,515	1,664
15	0,262	0,259	0,966	0,268	60	1,047	0,866	0,500	1,732
16	0,279	0,276	0,961	0,287	61	1,065	0,875	0,485	1,804
17	0,297	0,292	0,956	0,306	62	1,082	0,883	0,470	1,881
18	0,314	0,309	0,951	0,325	63	1,100	0,891	0,454	1,963
19	0,332	0,326	0,946	0,344	64	1,117	0,899	0,438	2,050
20	0,349	0,342	0,940	0,364	65	1,134	0,906	0,423	2,145
21	0,367	0,358	0,934	0,384	66	1,152	0,914	0,407	2,246
22	0,384	0,375	0,927	0,404	67	1,169	0,921	0,391	2,356
23	0,401	0,391	0,921	0,425	68	1,187	0,927	0,375	2,475
24	0,419	0,407	0,914	0,445	69	1,204	0,934	0,358	2,605
25	0,436	0,423	0,906	0,466	70	1,222	0,940	0,342	2,747
26	0,454	0,438	0,899	0,488	71	1,239	0,946	0,326	2,904
27	0,471	0,454	0,891	0,510	72	1,257	0,951	0,309	3,078
28	0,489	0,470	0,883	0,532	73	1,274	0,956	0,292	3,271
29	0,506	0,485	0,875	0,554	74	1,292	0,961	0,276	3,487
30	0,524	0,500	0,866	0,577	75	1,309	0,966	0,259	3,732
31	0,541	0,515	0,857	0,601	76	1,326	0,970	0,242	4,011
32	0,559	0,530	0,848	0,625	77	1,344	0,974	0,225	4,331
33	0,576	0,545	0,839	0,649	78	1,361	0,978	0,208	4,705
34	0,593	0,559	0,829	0,675	79	1,319	0,982	0,191	5,145
35	0,611	0,574	0,819	0,700	80	1,396	0,985	0,174	5,671
36	0,628	0,588	0,809	0,727	81	1,414	0,988	0,156	6,314
37	0,646	0,602	0,799	0,754	82	1,431	0,990	0,139	7,115
38	0,663	0,616	0,788	0,781	83	1,449	0,993	0,122	8,144
39	0,681	0,629	0,777	0,810	84	1,466	0,995	0,105	9,514
40	0,698	0,643	0,766	0,839	85	1,484	0,996	0,087	11,43
41	0,716	0,658	0,755	0,869	86	1,501	0,998	0,070	14,30
42	0,733	0,669	0,743	0,900	87	1,518	0,999	0,052	19,08
43	0,751	0,682	0,731	0,933	88	1,536	0,999	0,035	28,64
44	0,768	0,695	0,719	0,966	89	1,553	1,000	0,018	57,29
45	0,785	0,707	0,707	1,000	90	1,571	1,000	0,000	--

Εργαστηριακή άσκηση 7:
ΤΡΙΒΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΝΟΜΑ
 ΟΜΑΔΑ ΕΠΩΝΥΜΟ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

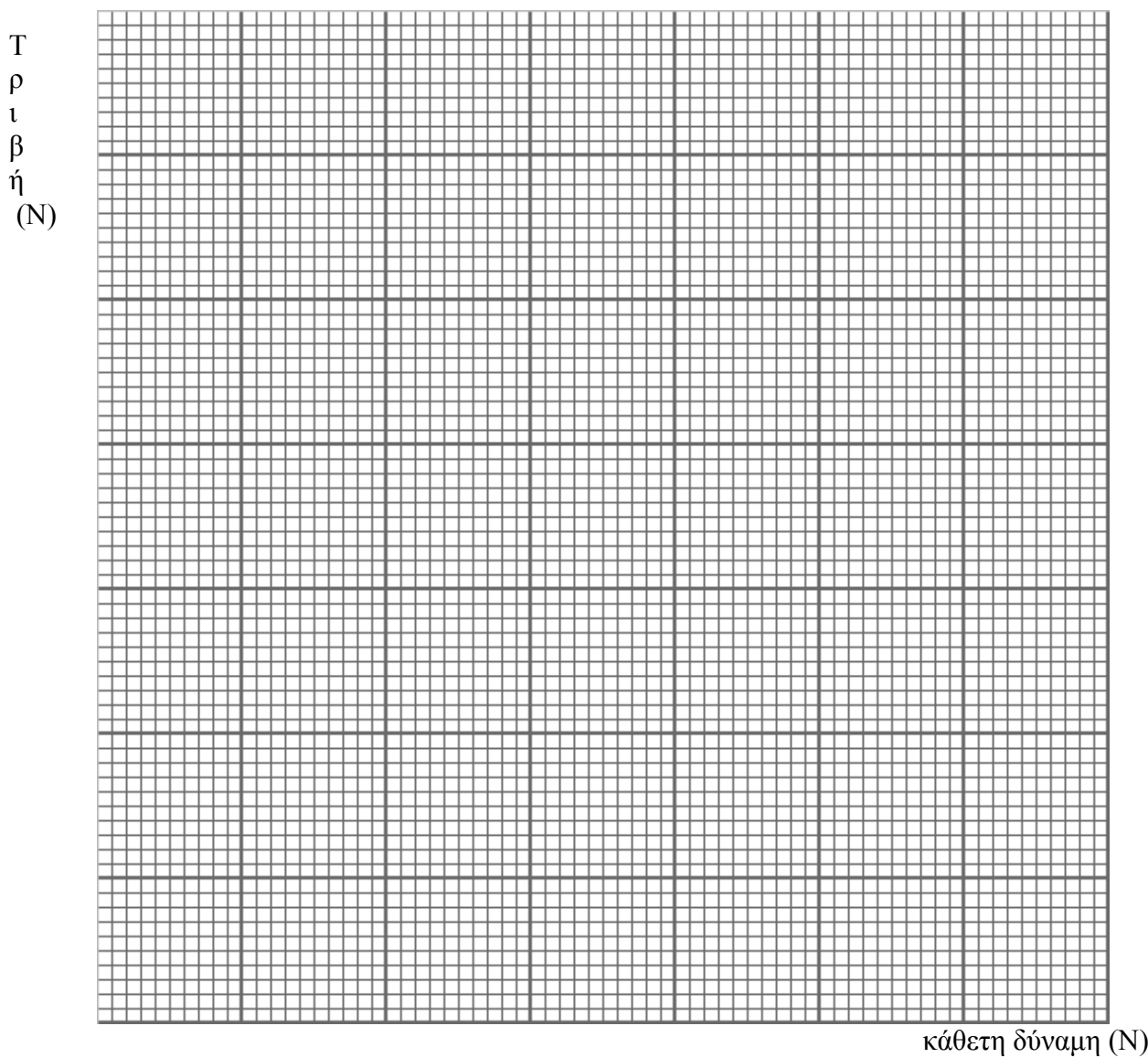
3. Η μάζα του τριβόμενου σώματος A είναι :g
 Η μάζα του τριβόμενου σώματος B είναι:g
 Η μάζα του τριβόμενου σώματος A με ένα μεταλλικό σφόνδυλο είναι:g
 Η μάζα του τριβόμενου σώματος A με δύο μεταλ. σφονδύλους είναι:g
 Η μάζα του τριβόμενου σώματος A με τρεις μεταλ. σφονδύλους είναι:g

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

α/α	Τριβόμενη επιφάνεια	Ύψος H (mm)	Απόσταση L (mm)	ημφ	ϕ (°)	συνφ	εφφ	μ	N (N)	T (N)
1	A - αλουμίνιο									
2	A - καουτσούκ									
3	A - ξύλο									
4	B - αλουμίνιο									
5	B - καουτσούκ									
6	A – αλουμίνιο με ένα σφόνδυλο									
7	A – αλουμίνιο με δύο σφονδύλους									
8	A – αλουμίνιο με τρεις σφονδύλους									

5. Διαπιστώνουμε ότι:
- 5.1. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης εξαρτάται από τη φύση των τριβόμενων επιφανειών
 - 5.2. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης εξαρτάται από την κάθετη δύναμη
 - 5.3. Η τριβή ολίσθησης εξαρτάται από τη φύση των τριβόμενων επιφανειών
 - 5.4. Η τριβή ολίσθησης εξαρτάται από την κάθετη δύναμη (χαρακτηρίστε την κάθε πρόταση ως **σωστή** ή **λάθος**)

6. Διάγραμμα κάθετης δύναμης – τριβής για τις επιφάνειες αλουμινίου – ξύλου:



Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης, όπως προκύπτει από τη γραφική παράσταση είναι $\mu = \dots\dots\dots$

7. Ο μέσος όρος των τιμών του συντελεστή τριβής μεταξύ αλουμινίου και ξύλου από τον πίνακα είναι $\mu = \dots\dots\dots$

8.

9.

