

Δυνάμεις σε υλικό σημείο Κεκλιμένο Επίπεδο

Οδηγίες λειτουργίας με τη
μορφή ερωταπαντήσεων



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να εκτελέσετε το λογισμικό είτε από [εδώ](#) ή χρησιμοποιώντας το QR Code που εμφανίζεται πάνω δεξιά. Να πατήσετε το κουμπί *Επόμενο* (Εικόνα 1-2). Αν έχετε εργαστεί με το Φύλλο Εργασίας “Δυνάμεις σε υλικό σημείο – Οριζόντιο Επίπεδο”, να μεταβείτε στο βήμα 31.
2. Στην επιφάνεια σχεδίασης απεικονίζεται ένα υλικό σημείο (για λόγους ευκρίνειας εμφανίζεται ως σφαίρα).
3. Στο σώμα ασκείται μια εξωτερική δύναμη F , η οποία απεικονίζεται ως πράσινο διάνυσμα μαζί με τις συνιστώσες της στον οριζόντιο και τον κατακόρυφο άξονα.
4. Να εντοπίσετε το διάνυσμα του βάρους w που σχεδιάζεται με μωβ χρώμα.
5. Να εντοπίσετε την δύναμη στήριξης N από το οριζόντιο επίπεδο, που απεικονίζεται με μπλε χρώμα.
6. Να πατήσετε το κουμπί *Μελέτη* (3) μερικές φορές. Να παρατηρήσετε ότι τα μέτρα των δυνάμεων και η διεύθυνση της F μεταβάλλονται κατά τυχαίο τρόπο.

1 Προηγούμενο

2 Επόμενο

3 Μελέτη

4 Ασκήση

5

6 Ρυθμίσεις

7 Απαλοιφή

8 Υπόδειξη

9 Υποβολή

10 Λύση

Οριζόντιο επίπεδο

Μέτρο F (N): 100.00 Μέτρο w (N): 135.09

Διεύθυνση F ($^\circ$): 22.7

Συντ. τριβής μ : 0.6

Συνιστώσες F :
 $F_x = 92.20N$
 $F_y = 38.70N$

Δύναμη στήριξης: $N = 96.39N$


Τριβή: $T = -57.83N$

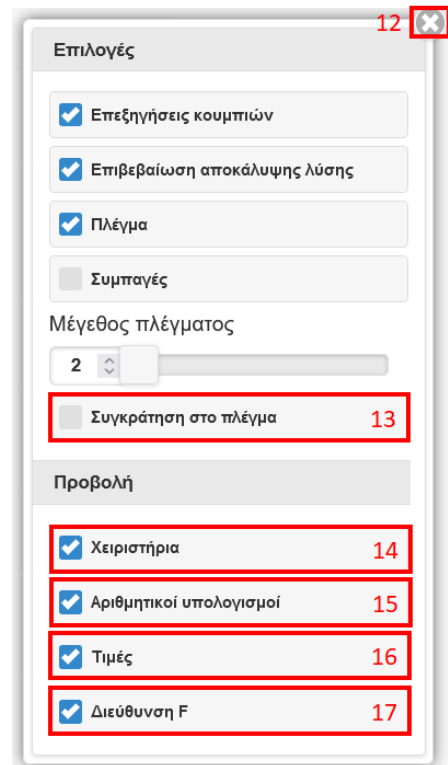
Συνισταμένη δύναμη $\Sigma F_x = 34.37N$
κατά άξονα: $\Sigma F_y = 0.00N$





7. Ομοίως κατά τυχαίο τρόπο το λογισμικό καθορίζει τον συντελεστή τριβής μεταξύ σώματος και επιπέδου. Όταν το δάπεδο είναι τραχύ, το διάνυσμα της Τριβής T απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα.
8. Αν το υπολογιστικό σας σύστημα διαθέτει ποντίκι ή άλλη συσκευή κατάδειξης, να την χρησιμοποιήσετε για να αλλάξετε την δύναμη F κάνοντας κλικ στο άκρο της, που φέρει ένα μικρό κίτρινο κύκλο. Η κίνηση του ποντικιού καθορίζει το μέτρο ή/και την κατεύθυνσή της.
9. Να παρατηρήσετε ότι οι αλλαγές που επιφέρετε στα διανυσματικά χαρακτηριστικά της δύναμης F επηρεάζουν κάποιες από τις υπόλοιπες δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα. Ποιες άλλες δυνάμεις μεταβάλλονται;

10. Καθώς τροποποιείτε την F , μετακινώντας το ποντίκι, να κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο Shift και να παρατηρήσετε ότι η διεύθυνση της F δεν μεταβάλλεται πλέον κατά τρόπο συνεχή, αλλά, κατά συγκεκριμένη ελάχιστη γωνία, η οποία, όπως θα γίνει σαφές ακολούθως, ισούται 15° .

11. Καθώς μετακινείτε το ποντίκι, να κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο Alt και να παρατηρήσετε ότι το μέτρο της F σταθεροποιείται και μόνο η διεύθυνση της μεταβάλλεται πλέον.
12. Να παρατηρήσετε ότι είναι δυνατός ο συνδυασμός της λειτουργίας των πλήκτρων Shift και Alt.
13. Καθώς μετακινείτε το ποντίκι να κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο Ctrl και να παρατηρήσετε ότι η διεύθυνση της F σταθεροποιείται και μόνο το μέτρο της μεταβάλλεται πλέον.
14. Να τροποποιήσετε το μέτρο του βάρους w κατά τρόπο ανάλογο. Να παρατηρήσετε ότι η διεύθυνση του βάρους δεν μεταβάλλεται.
15. Ποιες από τις υπόλοιπες δυνάμεις που δέχεται το σώμα επηρεάζονται από την μεταβολή αυτή;

16. Αν το υπολογιστικό σας σύστημα δεν διαθέτει ποντίκι ή άλλη συσκευή κατάδειξης, μπορείτε να εμφανίσετε χειριστήρια που σας επιτρέπουν να εκτελέσετε όλες αυτές τις αλλαγές. Να κάνετε κλικ στο ομώνυμο κουμπί (6), ώστε να εμφανίσετε τις Ρυθμίσεις της εφαρμογής.
17. Μπορείτε να κλείσετε το παράθυρο ρυθμίσεων, χωρίς να επιφέρετε καμία μεταβολή στις παραμέτρους του λογισμικού, είτε πατώντας το πλήκτρο ESCape, ή κάνοντας κλικ στο κουμπί  που βρίσκεται πάνω δεξιά (Εικόνα 2-12).
18. Να εντοπίσετε τον διακόπτη Χειριστήρια (14) και να τον ενεργοποιήσετε.
19. Να παρατηρήσετε ότι στα δεξιά της επιφάνειας σχεδίασης εμφανίζονται τα χειριστήρια ρυθμίσεων των διανυσματικών χαρακτηριστικών της F και του w (11). Περιλαμβάνεται επίσης χειριστήριο μεταβολής του συντελεστή τριβής μ .
20. Να κάνετε κλικ στο χειριστήριο του μέτρου της F , ώστε να εμφανιστεί δρομέας. Ποια είναι η μέγιστη τιμή που μπορείτε να πληκτρολογήσετε;



21. Στο πληκτρολόγιο, εφόσον διαθέτετε, να πατήσετε το πλήκτρο ↓. Τι παρατηρείτε;
22. Στο πληκτρολόγιο, εφόσον διαθέτετε, να πατήσετε το πλήκτρο ↑. Τι παρατηρείτε;
23. Με την συσκευή κατάδειξης να πατήσετε στα κουμπιά με τα κατακόρυφα βέλη , που εμφανίζονται στα δεξιά του πλαισίου κειμένου. Τι παρατηρείτε;
24. Κρατώντας πατημένο το πλήκτρο Alt, να πατήσετε στα κουμπιά με τα κατακόρυφα βέλη . Τι παρατηρείτε;
25. Κρατώντας πατημένο το πλήκτρο Ctrl, να πατήσετε στα κουμπιά με τα κατακόρυφα βέλη . Τι παρατηρείτε;
26. Κρατώντας πατημένο το πλήκτρο Shift, να πατήσετε στα κουμπιά με τα κατακόρυφα βέλη . Τι παρατηρείτε;

-
27. Στο παράθυρο Ρυθμίσεων του λογισμικού, να εντοπίσετε τον διακόπτη *Αριθμητικοί Υπολογισμοί* (15) και να τον ενεργοποιήσετε.
28. Να παρατηρήσετε ότι στα δεξιά της επιφάνειας σχεδίασης εμφανίζονται τα μέτρα των συνιστωσών της F , της N και, εφόσον υπάρχει, της T (11). Εμφανίζονται επίσης τα μέτρα των συνισταμένων δυνάμεων κατά άξονα, δηλ. τα μέτρα των ΣF_x και ΣF_y .
29. Να παρατηρήσετε ότι όλες οι τιμές εμφανίζονται με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.
30. Στο παράθυρο Ρυθμίσεων του λογισμικού, να εντοπίσετε τον διακόπτη *Τιμές* (16) και να τον ενεργοποιήσετε. Τι παρατηρείτε;

-
31. Να αλλάξετε το μέτρο του βάρους σε $100N$, το μέτρο της δύναμης σε $50N$, την διεύθυνσή της σε 30° , τον συντελεστή τριβής σε 0 και την κλίση του επιπέδου σε 30° . Πόσο είναι το μέτρο της N που εμφανίζει το λογισμικό;

$$N = \dots\dots$$

32. Συμφωνείτε με την τιμή αυτή; Εξηγήστε.

33. Να μετατοπίσετε το σώμα προς τα δεξιά μέχρι να βρεθεί επί του κεκλιμένου επιπέδου. Τι παρατηρείτε;

34. Με διαδοχικούς χειρισμούς να μειώσετε σταδιακά την κλίση της δύναμης F σε 0° . Τι παρατηρείτε; Εξηγήστε.

35. Υπό ποια προϋπόθεση ισχύουν οι παρατηρήσεις σας;

36. Ποιες αλλαγές πρέπει να κάνετε στην F , ώστε να μηδενιστεί η N ; Εξηγήστε.

37. Στην κατάσταση αυτή, πώς επιδρά στην κινητική κατάσταση του σώματος η αλλαγή της κλίσης του κεκλιμένου επιπέδου; Εξηγήστε.

38. Να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό για να ελέγξετε την απάντησή σας. Να περιγράψετε τα βήματα που ακολουθήσατε και να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας.

39. **(ΠΡΟΣΟΧΗ:** Τα ακόλουθα ερωτήματα προϋποθέτουν ότι έχετε διδαχτεί την Στατική Τριβή) Να επαναφέρετε την διεύθυνση της F σε 30° , το μέτρο της σε $50N$ και την κλίση του επιπέδου σε 30° . Να αυξήσετε τον συντελεστή τριβής σε τιμή $0,2$. Τι παρατηρείτε; Εξηγήστε.

40. Να αυξήσετε σταδιακά το μέτρο της F μέχρι την τελική τιμή $70N$. Τι παρατηρείτε; Εξηγήστε.

41. Να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό για να προσδιορίσετε την ελάχιστη απαιτούμενη τιμή (με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων) του συντελεστή τριβής ώστε το σώμα να ισορροπεί:

$$\mu_{min} = \dots\dots$$

42. Να αλλάξετε την διεύθυνση της δύναμης σε 0° . Ποιο είναι το ελάχιστο μέτρο της F ώστε το σώμα να αρχίζει οριακά να ολισθαίνει προς την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου; Εξηγήστε.

$$F_{min} = \dots\dots$$

43. Να πατήσετε το κουμπί Άσκηση (4). Να παρατηρήσετε ότι το κουμπί Ρυθμίσεις (6) απενεργοποιείται και η περιοχή των χειριστηρίων εμφανίζει αριθμητικά πεδία προς συμπλήρωση σε συνδυασμό με προσυμπληρωμένα (Εικόνα 3-18).

44. Να πατήσετε το κουμπί Άσκηση επαναλαμβανόμενα. Τι παρατηρείτε;

45. Αντλώντας πληροφορίες από τα προσυμπληρωμένα πεδία, να πληκτρολογήσετε τις τιμές που λείπουν με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων. Μπορείτε να βρείτε τους τριγωνομετρικούς αριθμούς μιας γωνίας με τον ενσωματωμένο υπολογιστή τριγωνομετρικών αριθμών (19).
46. Όταν ολοκληρώσετε την προσπάθειά σας, μπορείτε να ζητήσετε από το λογισμικό να ελέγξει τις τιμές σας πατώντας το κουμπί Υποβολή (9). Αν οι τιμές δεν είναι σωστές το λογισμικό εμφανίζει σχετικό μήνυμα, χωρίς να προσδιορίζει πόσα ή ποια πεδία είναι λανθασμένα.
47. Μπορείτε να ξεκινήσετε μια προσπάθεια από την αρχή, διαγράφοντας το σύνολο των τιμών που έχετε πληκτρολογήσει με το κουμπί Απαλοιφή (7).
48. Πατώντας διαδοχικά το κουμπί Υπόδειξη (8) το λογισμικό επισημαίνει χρωματικά το πεδίο για το οποίο σας παρέχει σταδιακά ολοένα ακριβέστερες υποδείξεις. Το τελευταίο πάτημα μιας σειράς υποδείξεων, συμπληρώνει το πεδίο με την ορθή τιμή. Όταν συμπληρωθούν όλα τα πεδία με αυτό τον τρόπο, το κουμπί Υπόδειξη απενεργοποιείται. Θα ενεργοποιηθεί ξανά όταν περάσετε σε άλλη Άσκηση πατώντας το ομώνυμο κουμπί.
49. Αν δυσκολεύεστε να λύσετε την άσκηση και δεν έχετε την υπομονή να πατάτε επαναληπτικά το κουμπί Υπόδειξη, προτιμήστε το κουμπί Λύση (10) που εμφανίζει τις τιμές όλων των πεδίων, κατόπιν επιβεβαίωσης.

Μέτρο w :	115.00N		
Συνιστώσες w :	$w_x =$ <input type="text"/> N	Γωνία κεκλ. επιπέδου: $\varphi = 41^\circ$	
	$w_y =$ <input type="text"/> N		
Μέτρο F :	80.00N	Διεύθυνση F : $\theta = 0^\circ$	
Συνιστώσες F :	$F_x =$ <input type="text"/> N	ημ 0° : 0	
	$F_y =$ <input type="text"/> N	συν 0° : 1.000	18
Δύναμη στήριξης:	$N =$ <input type="text"/> N		
Τριβή:	$T =$ <input type="text"/> N	μ : 0.29	
Συνισταμένη δύναμη κατά άξονα:	$\Sigma F_x =$ <input type="text"/> N	$\theta =$ <input type="text"/>	
	$\Sigma F_y =$ <input type="text"/> N	ημ $0^\circ = 0.000$	19
		συν $0^\circ = 1.000$	

Να συμπληρώσετε τα κενά πεδία με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων. Για διευκόλυνση, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον ενσωματωμένο υπολογιστή τριγωνομετρικών αριθμών

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

9. Οι συνιστώσες F_x , F_y της F , η δύναμη στήριξης N και, εφόσον υπάρχει, η τριβή T .
15. Η δύναμη στήριξης N και, εφόσον υπάρχει, η τριβή T .
20. 100 (N).
21. Με την προϋπόθεση ότι το χειριστήριο της F εμφανίζει δρομέα, το μέτρο της μειώνεται κατά 0,10 N.
22. Με την προϋπόθεση ότι το χειριστήριο της F εμφανίζει δρομέα, το μέτρο της αυξάνεται κατά 0,10 N.
23. Το μέτρο της F αυξομειώνεται κατά 0,01 N.
24. Το μέτρο της F αυξομειώνεται κατά 0,10 N.
25. Το μέτρο της F αυξομειώνεται κατά 1 N.
26. Το μέτρο της F αυξομειώνεται κατά 10 N.
30. Τα μέτρα των δυνάμεων εμφανίζονται δίπλα από τα αντίστοιχα διανύσματα.

31. $N = 75 \text{ (N)}$.

32. Η τιμή είναι σωστή. Το μέτρο της $F_y = F \sin 60^\circ$ ισούται με $F_y = 50 \sin 60^\circ \text{ N} = 50 \frac{1}{2} \text{ N} = 25 \text{ N}$. Το δάπεδο θα πρέπει να ασκήσει μία δύναμη N που θα συμπληρώσει την F_y , ώστε η συνισταμένη τους να εξουδετερώσει το βάρος $w = 100 \text{ N}$. Άρα $N = (100 - 25) \text{ N} = 75 \text{ N}$.

33. Το βάρος αναλύεται σε δύο συνιστώσες: την $w_x = w \sin \theta$ σε διεύθυνση παράλληλη προς το κεκλιμένο επίπεδο και την $w_y = w \cos \theta$ κάθετα σε αυτό. Λόγω της κλίσης της, η F είναι παράλληλη προς το κεκλιμένο επίπεδο, άρα δεν υπάρχει συνιστώσα που να επηρεάζει την ισορροπία στον άξονα $y'y$. Έτσι, η δύναμη N αποκτά μέτρο $86,60 \text{ N}$. Επειδή η F είναι αντίθετη της w_x , το σώμα ισορροπεί τόσο κατά τον x όσο και κατά τον y άξονα.

34. Καθώς μειώνεται η κλίση της δύναμης, εμφανίζεται συνιστώσα της στον άξονα $y'y$, ομόρροπη της w_y . Συνεπώς η N αυξάνεται, αφού το σώμα συνεχίζει να ισορροπεί στον άξονα $y'y$. Όταν η F γίνει οριζόντια, το μέτρο της N γίνεται ίσο με εκείνο του βάρους.

35. Πρέπει το κεκλιμένο επίπεδο να είναι άκαμπτο σώμα ώστε να είναι σε θέση να ασκήσει την αυξημένη N . Διαφορετικά, θα υποχωρήσει / σπάσει και το σώμα θα βυθιστεί στο εσωτερικό του.

36. Το μέτρο της F πρέπει να γίνει ίσο προς 100 N και η διεύθυνσή της 90° , δηλαδή να γίνει αντίθετη του βάρους (εναλλακτικά: οι κατά άξονα συνιστώσες της να είναι αντίθετες των συνιστωσών του w , όπως πιστοποιείται από τις τιμές που εμφανίζει το λογισμικό). Με τον τρόπο αυτό η δύναμη στηρίζει εξ ολοκλήρου το σώμα, οπότε η N μηδενίζεται.

37. Η αλλαγή της κλίσης του κεκλιμένου επιπέδου δεν επηρεάζει τις F και w . Αφού αρχικά ήταν αντίθετες, θα συνεχίσει να ισχύει ο 1ος Νόμος του Νεύτωνα.

38. Αλλάζουμε την κλίση του επιπέδου σε οποιαδήποτε τιμή. Οι συνιστώσες των F και w μεταβάλλονται κατά μέτρο και διεύθυνση, αλλά η F_x παραμένει διαρκώς αντίθετη της w_x και η F_y της w_y . Συνεπώς, η ισορροπία του σώματος δεν διαταράσσεται.

39. Η τριβή έχει μέτρο 0. Εφόσον το σώμα ισορροπεί χάρη στις F_x και w_x , το σώμα δεν τείνει να ολισθήσει επί του κεκλιμένου επιπέδου. Συνεπώς δεν αναπτύσσεται στατική τριβή.

40. Στο σώμα ασκείται στατική τριβή με φορά προς την βάση του κεκλιμένου επιπέδου, δηλαδή αντίθετη εκείνης που τείνει να κινηθεί το σώμα. Η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής είναι $T_{στ,max} = \mu \cdot N = 0,2 \cdot 86,60 \text{ N} = 17,32 \text{ N}$. Η τιμή αυτή εμφανίζεται όταν $F = 67,32 \text{ N}$. Όταν η δύναμη F ξεπεράσει την τιμή αυτή, το σώμα παύει να ισορροπεί.

41. $\mu_{min} = 0,24$.

42. Για $F_{min} = 94,90 \text{ N}$ παρατηρούμε ότι η ΣF_x αποκτά μη μηδενική τιμή, οπότε το σώμα θα κινηθεί προς την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου. 44. Αλλάζουν το πλήθος και οι θέσεις των προς συμπλήρωση πεδίων, ενώ οι προσυμπληρωμένες τιμές τροποποιούνται χωρίς ποτέ να επαναλαμβάνονται.