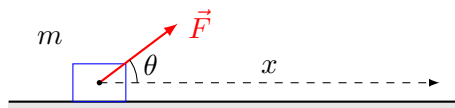


4 Έργο-Ενέργεια

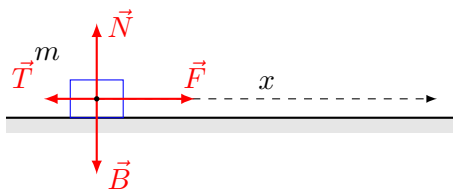
4.1 Έργο Δύναμης

Το έργο W μίας σταθερής δύναμης \vec{F} που μετατοπίζει σώμα κατά x είναι $W = F \cdot x \cdot \cos\theta$

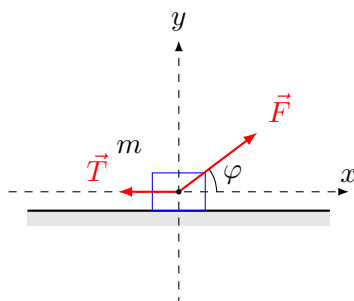


- ▷ Δυνάμεις κάθετες στη μετατόπιση x δέν παράγουν έργο αφού $\cos 90^\circ = 0$.
- ▷ Δυνάμεις με γωνία $\theta > 90^\circ$ ως προς τη μετατόπιση x παράγουν αρνητικό έργο αφού τότε $\cos\theta < 0$.
- ▷ Το έργο της τριβής T είναι $W_T = -T \cdot x$ αφού $\cos 180^\circ = -1$.

1. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα μετατοπίζεται κατά $x = 10$ m και τα μέτρα των δυνάμεων είναι: $T = 6$ N και $F = 15$ N.



- (α) Το έργο της δύναμης F είναι
 - (β) Το έργο της τριβής T είναι
 - (γ) Το έργο του βάρους B είναι
 - (δ) Το έργο της κάθετης δύναμης στήριξης N είναι
 - (ε) Το συνολικό έργο των δυνάμεων είναι
 - (ς) Η ενέργεια του σώματος σε αυτή τη μετατόπιση αυξάνεται ή μειώνεται;
2. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα μετατοπίζεται προς τα δεξιά κατά $x = 2$ m, τα μέτρα των δυνάμεων είναι: $T = 5$ N και $F = 20$ N και η γωνία είναι $\varphi = 60^\circ$.

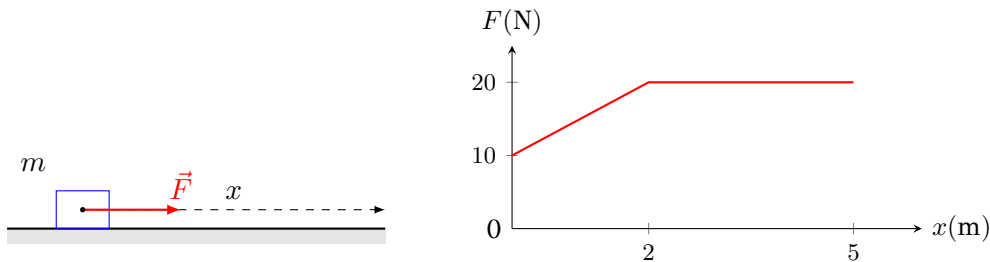


- (α) Το έργο της δύναμης F είναι
- (β) Το έργο της τριβής T είναι
- (γ) Το συνολικό έργο των δυνάμεων είναι
- (δ) Η ενέργεια του σώματος σε αυτή τη μετατόπιση αυξάνεται κατά

4.2 Έργο μεταβλητής δύναμης

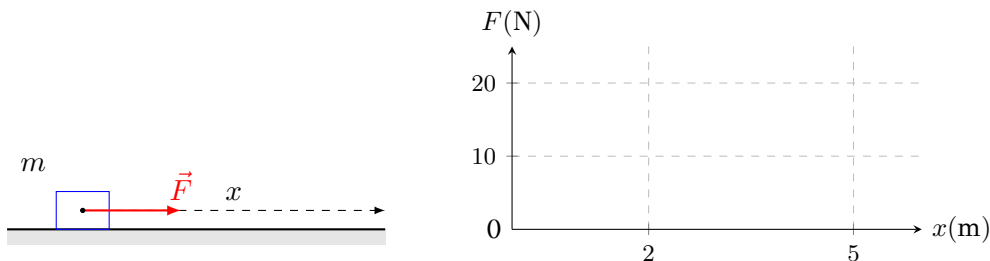
Όταν σε ένα σώμα ασκείται δύναμη που μεταβάλλεται με την θέση x , δηλαδή μεταβλητή δύναμη της μορφής $F = f(x)$, τότε το έργο της υπολογίζεται με το εμβαδό στη γραφική παράσταση $F - x$:

3. Σε σώμα που βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο ασκείται οριζόντια δύναμη F που το μέτρο της δίνεται από το διάγραμμα $F - x$.



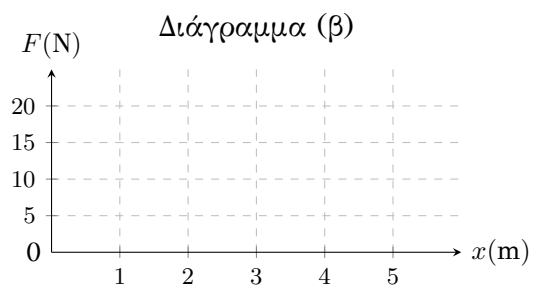
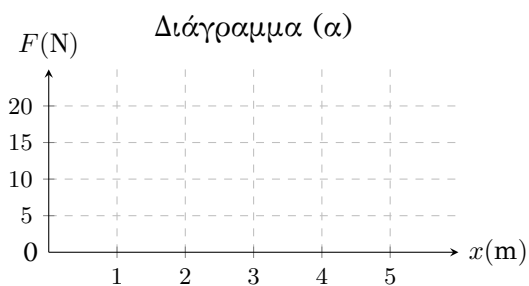
- (α) Το έργο της F από 0 έως 2 m είναι:
- (β) Το έργο της F από 2 έως 5 m είναι:
- (γ) Το έργο της F από 0 έως 5 m είναι:

4. Σε σώμα που βρίσκεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο ασκείται οριζόντια δύναμη F που το μέτρο της δίνεται από τον τύπο $F = 10 + 2x$ (S.I.).



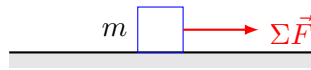
- (α) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της F ως προς x .
- (β) Το έργο της F από 0 έως 5 m είναι:

5. Όμοια με πριν αν η δύναμη F δίνεται από τον τύπο $F = 20 - 2x$ (S.I.), διάγραμμα α, και αν $F = 20 - 5x$ (S.I.), διάγραμμα β.



4.2.1 Ασκήσεις-προβλήματα

1. Σώμα μάζας m βρίσκεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο και δέχεται συνισταμένη δύναμη $\Sigma \vec{F}$ για κάποιο χρονικό διάστημα Δt , στο οποίο διένυσε απόσταση Δx .



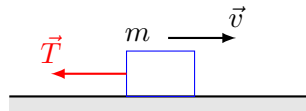
Το έργο της δύναμης είναι:

$$(\alpha') W = \Sigma F \cdot \Delta t$$

$$(\beta') W = \Sigma F \cdot \Delta x$$

$$(\gamma') W = -\Sigma F \cdot \Delta x$$

2. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα επιβραδύνεται και διανύει συνολικά $\Delta x = 5 \text{ m}$ ενώ η μόνη δύναμη που δέχεται είναι η τριβή μέτρου $T = 6 \text{ N}$. Το έργο της τριβής είναι



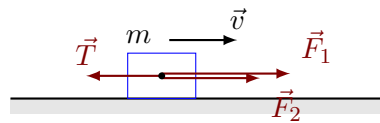
$$(\alpha') 30 \text{ J}$$

$$(\beta') 11 \text{ J}$$

$$(\gamma') -30 \text{ J}$$

$$(\delta') 60 \text{ J}$$

3. Στο διπλανό σχήμα φαίνονται τρεις συγγραμμικές δυνάμεις \vec{F}_1 , \vec{F}_2 και \vec{T} , μέτρων 20 N, 15 N και 10 N, που ασκούνται στο σώμα. Το σώμα κινείται όπως φαίνεται στο σχήμα. Για τα έργα των δυνάμεων σε μετατόπιση 4m ισχύει: (χαρακτηρίστε Σ ή Λ)



$$(\alpha') W_{F_1} = 40 \text{ J}$$

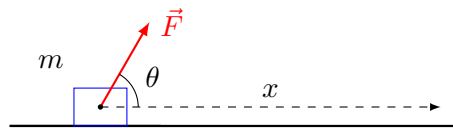
$$(\beta') W_{F_2} = 60 \text{ J}$$

$$(\gamma') W_T = 40 \text{ J}$$

(δ') Η F_1 και η F_2 παράγουν έργο ενώ η T καταναλώνει έργο στο σώμα.

(ε') Δεν μπορούμε να απαντήσουμε γιατί δεν ξέρουμε αν η ταχύτητα μεγαλώνει, μικραίνει ή μένει σταθερή.

4. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα μετατοπίζεται κατά $x = 2 \text{ m}$ και η δύναμη F έχει μέτρο 20N και σχηματίζει γωνία $\theta = 60^\circ$. Το έργο της για τη μετατόπιση αυτή είναι:

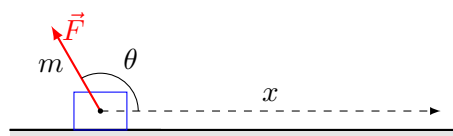


$$(\alpha') W_F = 40 \text{ J}$$

$$(\beta') W_F = 20 \text{ J}$$

$$(\gamma') W_T = 20\sqrt{3} \text{ J}$$

5. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα μετατοπίζεται κατά $x = 2 \text{ m}$ και η δύναμη F έχει μέτρο 20N και σχηματίζει γωνία $\theta = 120^\circ$. Το έργο της για τη μετατόπιση αυτή είναι:

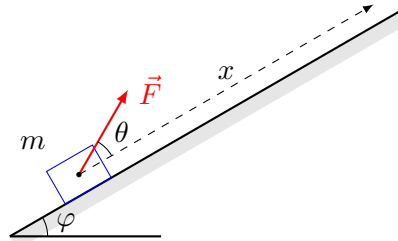


(α') $W_F = 20\text{J}$

(β') $W_F = -20\sqrt{3}\text{J}$

(γ') $W_T = -20\text{J}$

6. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα μετατοπίζεται κατά $x = 4\text{m}$ και η δύναμη F έχει μέτρο 100N και σχηματίζει γωνία $\theta = 30^\circ$ ως προς το κεκλιμένο επίπεδο γωνίας $\varphi = 30^\circ$. Το έργο της για τη μετατόπιση αυτή είναι:

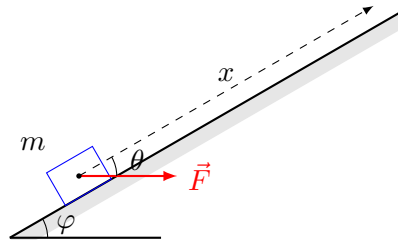


(α') $W_F = 200\text{J}$

(β') $W_F = 200\sqrt{3}\text{J}$

(γ') $W_T = 400\text{J}$

7. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα μετατοπίζεται κατά $x = 4\text{m}$ και η οριζόντια δύναμη F έχει μέτρο 100N , ενώ το κεκλιμένο επίπεδο σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$. Το έργο της για τη μετατόπιση αυτή είναι:

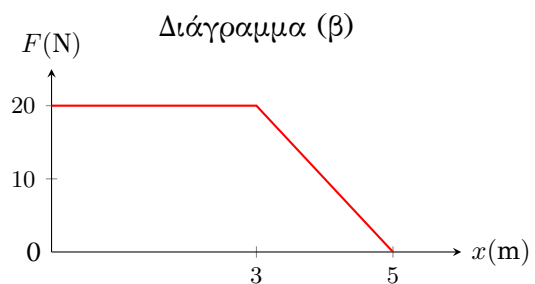
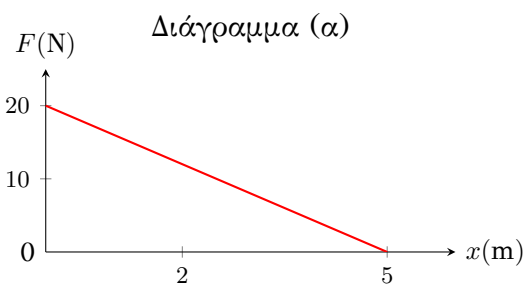


(α') $W_F = 200\text{J}$

(β') $W_F = 200\sqrt{3}\text{J}$

(γ') $W_T = 400\text{J}$

8. Σώμα σε οριζόντιο επίπεδο δέχεται δύναμη F , που η εξάρτησή της από την θέση x φαίνεται στο διάγραμμα (α), διάγραμμα (β) αντίστοιχα.



- A. Στο διάγραμμα (α) το έργο μέχρι να μηδενιστεί η δύναμη είναι:

(α') 100J

(β') 50J

(γ') 0J

- B. Στο διάγραμμα (β) το έργο μέχρι να μηδενιστεί η δύναμη είναι:

(α') 100J

(β') 80J

(γ') 60J

9. Ελατήριο σταθεράς $k = 200\text{N/m}$ που αρχικά είναι στο φυσικό του μήκος, συμπιέζεται κατά $x = 20\text{cm}$.

(α') Να γίνει το διάγραμμα του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου, σε συνάρτηση με την συμπίεση x .

(β') Να βρεθεί το έργο της δύναμης που ασκήσαμε για αυτή την συμπίεση.

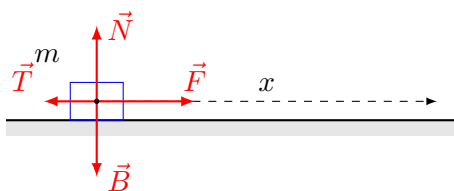
(γ') Να βρεθεί το έργο της δύναμης του ελατηρίου για αυτή τη συμπίεση.

4.3 Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας

Το έργο $W_{\Sigma F}$ της συνισταμένης δύναμης $\Sigma \vec{F}$ ισούται με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας ΔK . Αυτό γράφεται: $W_{\Sigma F} = \Delta K$ ή $K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{ολ}}$

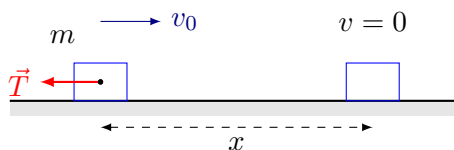
Η κινητική ενέργεια σώματος μάζας m που κινείται με ταχύτητα v είναι $K = \frac{1}{2}mv^2$

1. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα έχει μάζα $m = 4 \text{ kg}$ είναι ακίνητο και ξαφνικά δέχεται τη δύναμη F και την τριβή ολίσθησης T και μετατοπίζεται κατά $x = 10 \text{ m}$. Αν τα μέτρα των δυνάμεων είναι $T = 10 \text{ N}$ και $F = 15 \text{ N}$ υπολογίστε:



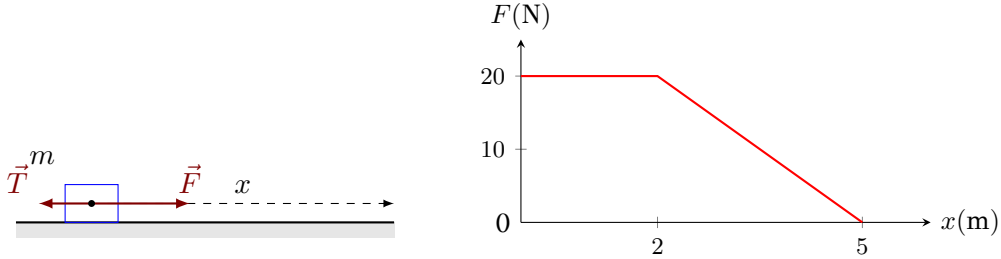
- (α') Το έργο της δύναμης F είναι
- (β') Το έργο της τριβής T είναι
- (γ') Το έργο του βάρους B είναι
- (δ') Το έργο της κάθετης δύναμης στήριξης N είναι
- (ε') Το συνολικό έργο των δυνάμεων είναι
- (ς') Η ταχύτητα v μετά από 10 m μετατόπιση θα είναι:
-
-

2. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα $v_0 = 10 \text{ m/s}$ κατά η τριβή είναι $T = 5 \text{ N}$. Το σώμα σταματάει διανύοντας απόσταση x .



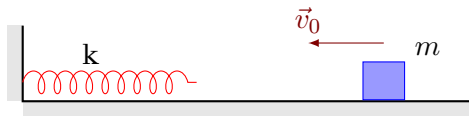
- (α') Το έργο της τριβής T είναι
- (β') Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ για την κίνηση του σώματος κατά x και έχουμε:
 $K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{ολ}} \Leftrightarrow \dots$
-
-
- (γ') Η μετατόπιση x μέχρι τον μηδενισμό της ταχύτητας είναι: m.

3. Σε ακίνητο σώμα που βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο ασκείται οριζόντια δύναμη F που το μέτρο της δίνεται από το διάγραμμα $F - x$ και τριβή ολίσθησης $T = 10 \text{ N}$. Αν η μάζα είναι $m = 4 \text{ kg}$, υπολογίστε:

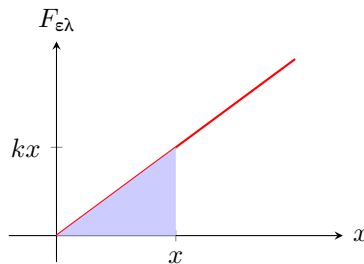


- (α) Το έργο της F από 0 έως 5 m είναι:
- (β) Το έργο της από 0 έως 5 m είναι:
- (γ) Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ από 0 έως 5m:
 $K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{ολ}} \Leftrightarrow$
- (δ) Η τελική ταχύτητα του σώματος είναι: m/s.

4. Το σώμα του σχήματος έχει μάζα $m=2\text{kg}$ και κινείται στο λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Στην πορεία του συναντά το ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$ και το συμπιέζει μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του.



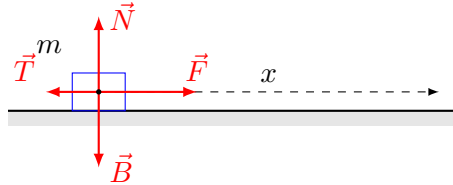
- (α) Η κινητική ενέργεια του σώματος ακριβώς όταν ακουμπάει το ελατήριο είναι:
- (β) Το έργο της δύναμης του ελατηρίου για μετατόπιση x είναι:



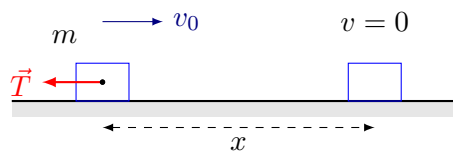
- (γ) Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ για την συμπίεση του ελατηρίου κατά x :
 $K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{ολ}} \Leftrightarrow$
- (δ) Η μέγιστη συμπίεση του ελατηρίου είναι: m/s.

4.3.1 Ασκήσεις-Προβλήματα

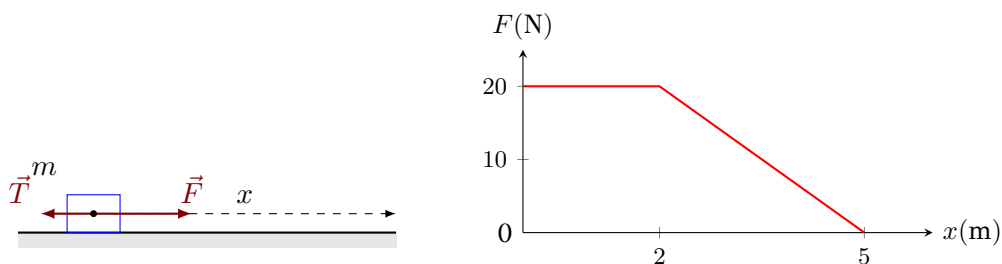
1. Σώμα έχει μάζα $m = 2 \text{ kg}$ και είναι ακίνητο σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής $\mu=0,2$. Το σώμα ξαφνικά δέχεται οριζόντια δύναμη F και αρχίζει να κινείται. Όταν έχει μετατοπιστεί κατά $x = 10 \text{ m}$, η ταχύτητά του είναι $v = 10 \text{ m/s}$. Να υπολογίσετε:



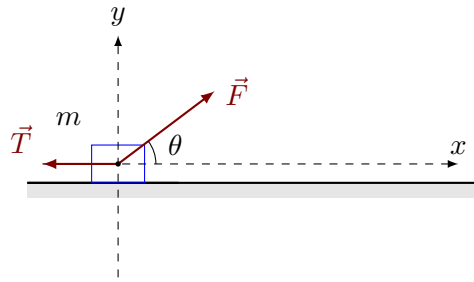
- (α) Την τριβή T .
 (β) Την τελική κινητική ενέργεια του σώματος.
 (γ) Τη δύναμη F που δέχθηκε.
2. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ βάλλεται με αρχική ταχύτητα $v_0 = 10 \text{ m/s}$ στο οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής $\mu=0,5$. Το σώμα σταματάει διανύοντας απόσταση x .



- (α) Βρείτε την τριβή που δέχεται και την επιβράδυνση που αυτή δημιουργεί.
 (β) Βρείτε τη μετατόπιση x μέχρι τον μηδενισμό της ταχύτητας.
3. Σε ακίνητο σώμα μάζας $m = 4 \text{ kg}$ που βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής $\mu=0,25$, ασκείται οριζόντια δύναμη F που το μέτρο της δίνεται από το διάγραμμα $F - x$ του σχήματος. Να υπολογίσετε:

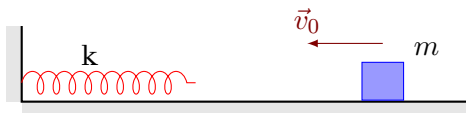


- (α) Το έργο της F από 0 έως 5 m.
 (β) Την ταχύτητα του σώματος στη θέση $x = 5 \text{ m}$.
 (γ) Την συνολική μετατόπιση του σώματος.
4. Σώμα έχει μάζα $m = 10 \text{ kg}$ και είναι ακίνητο σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής $\mu=0,5$. Το σώμα ξαφνικά δέχεται δύναμη $F = 40 \text{ N}$ με γωνία φ για την οποία $\sin\varphi = 0,8$ και $\eta\mu\varphi = 0,6$. Όταν έχει μετατοπιστεί κατά $x = 10 \text{ m}$, η δύναμη καταργείται. Να υπολογίσετε:



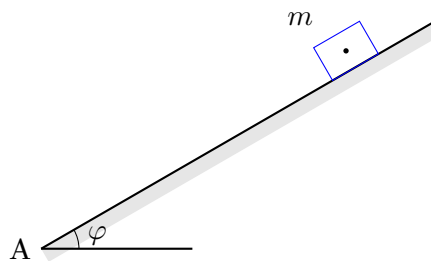
- (α') Την ταχύτητα του σώματος όταν καταργείται η δύναμη F .
 (β') Την τριβή ολίσθησης μετά τον μηδενισμό της δύναμης F .
 (γ') Την συνολική μετατόπιση του σώματος.

5. Το σώμα του σχήματος έχει μάζα $m=1\text{kg}$ και κινείται στο λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα $v_0 = 15\text{m/s}$. Στην πορεία του συναντά το ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 900\text{N/m}$ και το συμπιέζει μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του. Να υπολογίσετε:



- (α') Την κινητική ενέργεια του σώματος ακριβώς όταν ακουμπάει το ελατήριο.
 (β') Τη μέγιστη συμπίεση του ελατηρίου.

6. Σώμα μάζας m αφήνεται χωρίς αρχική ταχύτητα σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας $\varphi = 30^\circ$ και συντελεστή τριβής $\mu = \frac{\sqrt{3}}{6}$ σε απόσταση $x = 5\text{m}$ από την βάση Α του κεκλιμένου.

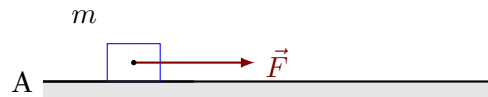


- (α') Να αποδείξετε ότι το σώμα θα γλυστρίσει στο κεκλιμένο.
 (β') Να βρείτε την ταχύτητά του όταν φτάνει στο σημείο Α του κεκλιμένου επιπέδου.

7. Σώμα βάλλεται από τη βάση Α κεκλιμένου επιπέδου γωνίας $\varphi = 30^\circ$ και συντελεστή τριβής, στατικής και ολίσθησης, $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$. Το σώμα επιβραδύνεται και σταματάει στιγμιαία σε σημείο Γ του κεκλιμένου.

- (α') Να βρείτε την απόσταση ΑΓ και το κατακόρυφο ύψος στο οποίο έφτασε το σώμα.
 (β') Να εξετάσετε αν το σώμα θα επιστρέψει στη βάση του επιπέδου.

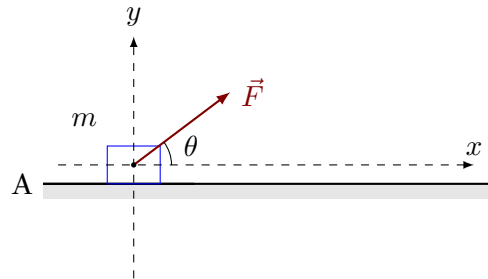
8. Σώμα μάζας $m = 2\text{kg}$ ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο συντελεστή τριβής $\mu = 0,5$. Στο σώμα ασκείται οριζόντια δύναμη που το μέτρο της μεταβάλλεται με τη σχέση $F = 40 - 10x$. Η δύναμη καταργείται μετά τον μηδενισμό της.



- (α') Να βρείτε σε ποιά θέση μηδενίζεται η δύναμη.
 (β') Να υπολογίσετε τα έργα της δύναμης F και της τριβής T μέχρι τη θέση που μηδενίζεται η F .
 (γ') Να βρείτε την ταχύτητα του σώματος στη θέση που μηδενίζεται η F .
 (δ') Σε ποιά θέση το σώμα έχει μέγιστη ταχύτητα; Να βρεθεί η τιμή της.

Δίνονται: $\eta_{37^\circ} = 0.6$, $\sigma_{37^\circ} = 0.8$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

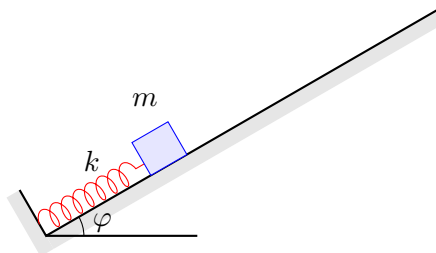
9. Σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο συντελεστή τριβής $\mu = 0,2$. Στο σώμα ασκείται δύναμη με γωνία $\varphi = 37^\circ$ που το μέτρο της μεταβάλλεται με τη σχέση $F = 50 - 10x$. Η δύναμη καταργείται μετά τον μηδενισμό της.



- (α') Να βρείτε τις σχέσεις που εκφράζουν τις εξαρτήσεις των μέτρων της κάθετης δύναμης στήριξης και της τριβής από την απόσταση x .
 (β') Να υπολογίσετε τα έργα της δύναμης F και της τριβής T μέχρι τη θέση που μηδενίζεται η F .
 (γ') Να βρείτε την ταχύτητα του σώματος στη θέση που μηδενίζεται η F .
 (δ') Σε ποιά θέση θα σταματήσει τελικά το σώμα;

Δίνονται: $\eta_{37^\circ} = 0.6$, $\sigma_{37^\circ} = 0.8$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

10. Στο παρακάτω σχήμα το ελατήριο έχει σταθερά $k = 200 \text{ N/m}$ και κρατείται συμπιεσμένο κατά $d = 20 \text{ cm}$. Στην ελεύθερη άκρη του τοποθετείται σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ και το ελατήριο αφήνεται ελεύθερο, με αποτέλεσμα το σώμα να κινηθεί προς τα πάνω στο λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας $\varphi = 30^\circ$.



- (α') Βρείτε την ταχύτητα του σώματος όταν το ελατήριο φτάνει στο φυσικό του μήκος.
 (β') Βρείτε πόσο πάνω από το ελατήριο θα φτάσει το σώμα μέχρι να μηδενιστεί στιγμιαία η ταχύτητά του.

4.4 Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας

Αν στο σώμα δρουν μόνο συντηρητικές δυνάμεις τότε η Μηχανική Ενέργεια του σώματος διατηρείται σταθερή.

Δηλαδή

$$\text{Αν } \Sigma F_{\mu\eta\text{-συντ}} = 0 \text{ τότε } E_{\text{Μηχ}} = \text{σταθερή}$$

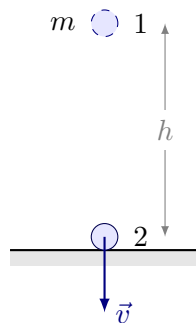
Η Μηχανική Ενέργεια συμβολίζεται E και είναι το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας: $E = K + U$

Η μόνη δυναμική ενέργεια που γνωρίζουμε είναι η δυναμική ενέργεια βαρύτητας, που έχει ένα σώμα σε ύψος h : $U = mgh$

Η ΑΔΜΕ εφαρμόζεται πρακτικά όταν δέν υπάρχουν μή-συντηρητικές δυνάμεις, όπως τριβή, άγνωστες δυνάμεις, δυνάμεις που ασκεί κάποιος άνθρωπος, κτλ... Τότε, μεταξύ των θέσεων 1 και 2

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

1. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα αφήνεται ελεύθερο από ύψος $h = 20 \text{ m}$ και κάνει ελεύθερη πτώση. Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- (α') Στη θέση 1 η μηχανική ενέργεια είναι
- (β') Στη θέση 2 η μηχανική ενέργεια είναι
- (γ') Η μηχανική διατηρείται άρα εξισώνουμε τις μηχανικές στη θέση 1 και θέση 2
-
-
- (δ') Η ταχύτητα v όταν το σώμα φτάνει στο έδαφος είναι
- (ε') Λύστε το ίδιο πρόβλημα χωρίς νούμερα και καταλήξτε στον τύπο $v = \sqrt{2gh}$ για την ταχύτητα με την οποία το σώμα φτάνει στο έδαφος.

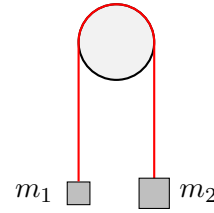
2. Σώμα βάλλεται από το έδαφος προς τα πάνω με ταχύτητα $v_0 = 40 \text{ m/s}$.

- (α') Βρείτε το μέγιστο ύψος στο οποίο θα φτάσει.
- (β') Βρείτε τον τύπο που μας δίνει το μέγιστο ύψος που φτάνει το σώμα σε σχέση με την ταχύτητα v_0 .

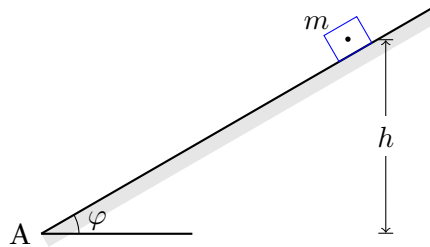
4.4.1 Ασκήσεις-προβλήματα

1. Σώμα βάλλεται από ύψος $h = 20 \text{ m}$ με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10 \text{ m/s}$ τυχαίας γωνίας ως προς τον ορίζοντα. Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας v με την οποία θα φτάσει στο έδαφος.

2. Τα σώματα του σχήματος έχουν μάζες $m_1 = 5 \text{ Kg}$ και $m_2 = 15 \text{ Kg}$ και είναι συνδεδεμένα με αβαρές νήμα μέσω σταθερής τροχαλίας αμελητέας μάζας, που περιστρέφεται χωρίς τριβές. Να βρεθούν: (α) προς ποιά κατεύθυνση θα κινηθεί το σύστημα, (β) οι ταχύτητες των δύο σωμάτων όταν θα απέχουν κατακόρυφη απόσταση $h = 2 \text{ m}$.



3. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα $m = 2 \text{ kg}$ αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί από ύψος $h = 5 \text{ m}$ σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας $\varphi = 30^\circ$. Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

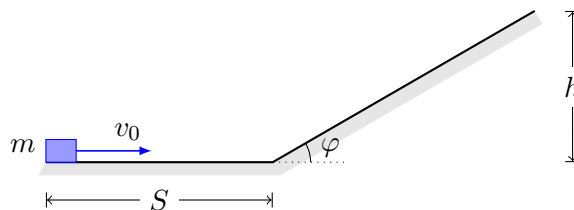


(α) Να βρείτε τη μηχανική ενέργεια του σώματος στην αρχική του θέση.

(β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος όταν φτάνει στη θέση A στη βάση του κεκλιμένου.

Δίνονται: $g = 10 \text{ m/s}^2$

4. Ένα σώμα μάζας $m = 2 \text{ Kg}$ ξεκινάει να κινείται με ταχύτητα $v_0 = 20 \text{ m/s}$ σε οριζόντιο επίπεδο μήκους $S = 0.4 \text{ m}$ και συντελεστή τριβής $\mu = 0.5$. Το σώμα φτάνει σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας $\phi = 30^\circ$ και συνεχίζει την κίνησή του. Να βρεθούν:



(α) Η επιτάχυνσή του (επιβράδυνση).

(β) Η ταχύτητα με την οποία φτάνει στο κεκλιμένο επίπεδο.

(γ) Το ύψος στο οποίο θα φτάσει το σώμα στο κεκλιμένο επίπεδο μέχρι να σταματήσει στιγμιαία.

4.5 Ισχύς

Η Ισχύς ορίζεται ως ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του σώματος ή του έργου μίας δύναμης.

Δηλαδή

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Για μία δύναμη F που δρα σε ένα σώμα το οποίο έχει εκείνη τη στιγμή ταχύτητα v η στιγμιαία ισχύς της βρίσκεται από τον τύπο

$$P_F = F \cdot v$$

όπου θεωρούμε ότι η δύναμη \vec{F} και η ταχύτητα \vec{v} είναι συγγραμμικές και ομόρροπες. Αν δεν είναι αναλύουμε τη δύναμη στη διεύθυνση της ταχύτητας \vec{v} .

4.5.1 Ρυθμοί μεταβολής

Ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας:

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{\Delta W_{\Sigma F}}{\Delta t} = \frac{\Sigma F \cdot \Delta x}{\Delta t} = \Sigma F \cdot v$$

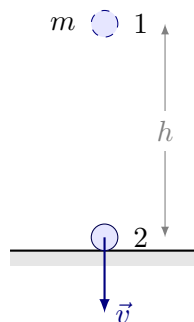
Ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας βαρύτητας:

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{-\Delta W_B}{\Delta t} = -\frac{B \cdot \Delta x}{\Delta t} = -B \cdot v$$

Ρυθμός μεταβολής της μηχανικής ενέργειας (όταν δρουν μη συντηρητικές δυνάμεις που τη μεταβάλλουν):

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta W_{\mu\eta\text{-}\sigma\upsilon\upsilon\tau.}}{\Delta t} = \frac{F_{\mu\eta\text{-}\sigma\upsilon\upsilon\tau.} \cdot \Delta x}{\Delta t} = F_{\mu\eta\text{-}\sigma\upsilon\upsilon\tau.} \cdot v$$

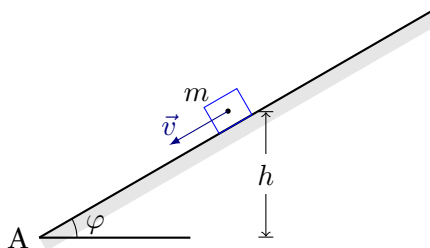
1. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα αφήνεται ελεύθερο από ύψος $h = 20 \text{ m}$ και κάνει ελεύθερη πτώση. Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.



(α') Ο χρόνος πτώσης μέχρι το έδαφος είναι

- (β) Η μέση ισχύς του βάρους για την πτώση του σώματος είναι
- (γ) Η ταχύτητα v όταν το σώμα φτάνει στο έδαφος είναι
- (δ) Ο στιγμιαίος ρυθμός δυναμικής ενέργειας ακριβώς όταν φτάνει στο έδαφος είναι: .
.....

2. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα $m = 2 \text{ kg}$ αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί από την κορυφή του κεκλιμένου και όταν βρίσκεται σε ύψος $h = 5 \text{ m}$ από το έδαφος έχει ταχύτητα $v = 10 \text{ m/s}$. Το κεκλιμένο έχει γωνία $\varphi = 37^\circ$ και συντελεστή τριβής $\mu=0,2$. Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\eta\mu 37 = 0,6$, $\sigma\upsilon\nu 37 = 0,8$.



Υπολογίστε στη θέση αυτή που βρίσκεται το σώμα:

- (α) Τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας.
- (β) Τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας.
- (γ) Τον ρυθμό παραγωγής θερμότητας από την τριβή.