

ΦΥΣΙΚΗ Α΄ ΕΠΑΛ

ΕΡΓΟ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1) ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΕΡΓΟ.
ΕΡΓΟ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ
 - 2) ΕΡΓΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ
 - 3) ΕΡΓΟ ΓΝΩΣΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ
 - 4) ΙΣΧΥΣ *
 - 5) ΕΡΓΟ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ. ΟΙ ΔΥΟ ΟΨΕΙΣ ΤΟΥ ΙΔΙΟΥ
ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΣ
- ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΕΡΓΟ ΕΡΓΟ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Τί είναι η Ενέργεια;

Πολύ συχνά παρατηρώντας τι συμβαίνει στον κόσμο γύρω μας, βλέπουμε συνεχώς κάποιες αλλαγές.



ανθρώπους να περπατούν



ανεμόμυλους να γυρίζουν



αυτοκίνητα να κινούνται



αεροπλάνα να πετούν



τηλεοράσεις να λειτουργούν

Όλα όσα συμβαίνουν γύρω μας σχετίζονται με το φυσικό μέγεθος το οποίο ονομάζουμε "ενέργεια". Το γεγονός ότι ο άνθρωπος περπατάει, ότι τα αυτοκίνητα κινούνται, ότι η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει τα σώματα στα οποία πέφτει, όλα αυτά είναι διαφορετικές μορφές ενός πράγματος: της ενέργειας



Τι είναι ενέργεια

- Η **ενέργεια** είναι το φυσικό μέγεθος που συνοδεύει άρρηκτα κάθε μεταβολή στο φυσικό μας κόσμο, από την πιο απλή και ανεπαίσθητη έως την πιο πολύπλοκη και έντονα αντιληπτή.
- Γίνεται κυρίως αισθητή εκ του αποτελέσματός της, που είναι γνωστό ως **έργο** και ευθύνεται για τις διάφορες μεταβολές που παρατηρούνται στον υλικό κόσμο.



Η έννοια της ενέργειας αποτελεί χρησιμότατο εργαλείο για την κατανόηση του φυσικού κόσμου, ενώ ταυτόχρονα ο βασικός κανόνας (ή νόμος), που διατυπώθηκε για να περιγράψει τον ρόλο της, είναι μία από τις πιο αφηρημένες ιδέες στη διαδικασία της κατανόησης.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι :

**η ενέργεια ορίζεται, συνήθως και απλά, ως
«η ικανότητα για παραγωγή έργου»**



Τι είναι ενέργεια;

Εν + έργο

δηλ. έργο μέσα σε κάτι

Η ενέργεια έχει έργο μέσα της
κι εμείς τη χρησιμοποιούμε για
να πάρουμε αυτό το έργο.



Η ενέργεια δεν είναι ορατή,
δεν είναι απτή, δεν έχει μάζα
ούτε καταλαμβάνει χώρο, αλλά
την αντιλαμβανόμαστε μερικές
φορές από το έργο που παράγεται.
Γιατί κάθε φορά που παράγουμε
έργο, δαπανούμε ενέργεια.



Τις περισσότερες φορές όμως δε γίνεται άμεσα αντιληπτή όπως
π.χ. η ενέργεια που συντελεί στην ανάπτυξη των οργανισμών
ή όταν εξαπτάς της ηλιακής ενέργειας συντελείται
ο κύκλος του νερού. Άρα....



...ενέργεια υπάρχει παντού!

Κυρίαρχες «μορφές» ενέργειας...

ΚΙΝΗΤΙΚΗ



Ενέργεια κινούμενου
σώματος

ΔΥΝΑΜΙΚΗ



Αποθηκευμένη σε ένα
σώμα λόγω θέσης

... και άλλες...

ΘΕΡΜΙΚΗ



Ενέργεια που μεταφέρεται
από το θερμότερο στο
ψυχρότερο σώμα
όταν αυτά έρθουν σε
επαφή

ΠΥΡΗΝΙΚΗ



Ενέργεια που απελευθερώνεται
από τον πυρήνα ενός ατόμου
κατά τη σχάση ή τη σύντηξη

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ



Μεταφέρεται
με το ηλεκτρικό ρεύμα

ΧΗΜΙΚΗ



Αποθηκεύεται σε χημικές
ενώσεις (φωτοσύνθεση)

ΦΩΤΕΙΝΗ



Διαδίδεται με
ηλεκτρομαγνητικά
κύματα

2) ΕΡΓΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ

* Έργο

- Σύμβολο : W
- Μονάδα μέτρησης στο S.I. : 1 J (Τζάουλ)
- Μια δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα μπορεί να παράγει έργο πάνω σε αυτό όταν το σώμα **μετακινείται**.

Όταν η δύναμη είναι σταθερή και το σώμα μετακινείται κατά την διεύθυνση της ισχύει:

$$\text{Έργο} = \text{Δύναμη} * \text{Μετατόπιση}$$

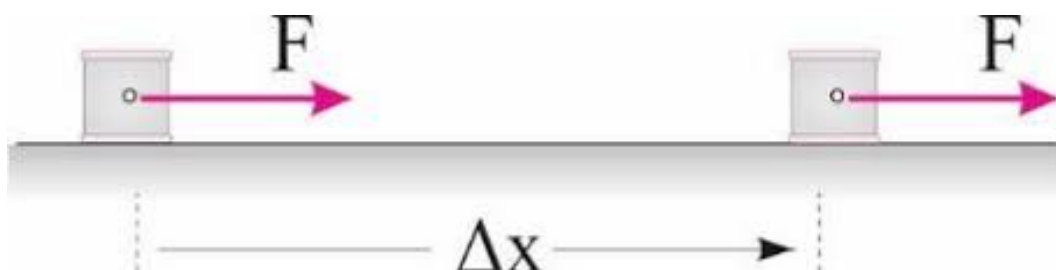
$$W = F * \Delta X$$

W : Έργο (μονάδες μέτρησης J)

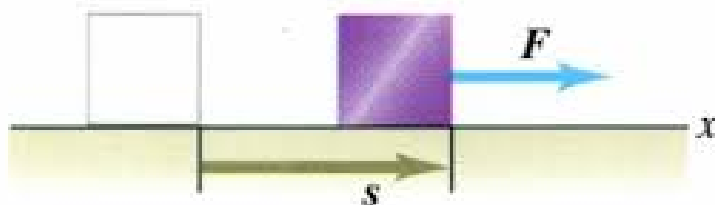
F : Δύναμη (μονάδες μέτρησης N)

ΔX : Μετατόπιση (μονάδες μέτρησης m)

- Έργο 1Joule παράγει δύναμη 1 N που ασκείται σε σώμα το οποίο μετατοπίζεται κατά 1 m , κατά την κατεύθυνση της δύναμης.

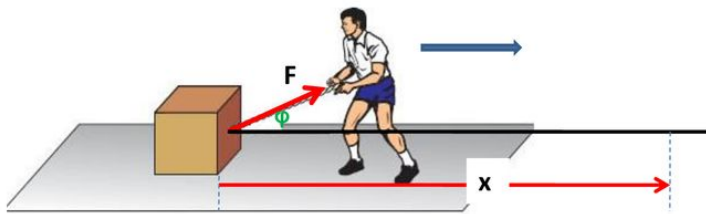


ΕΡΓΟ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΤΗΝ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ



6-2 Έργο είναι το γινόμενο μιας μετατόπισης s επί τη σταθερή δύναμη F στην κατεύθυνση του s .

Ποιο είναι το έργο της πλάγιας σταθερής δύναμης F που σχηματίζει γωνία ϕ με τη μετατόπιση για μετατόπιση x ;



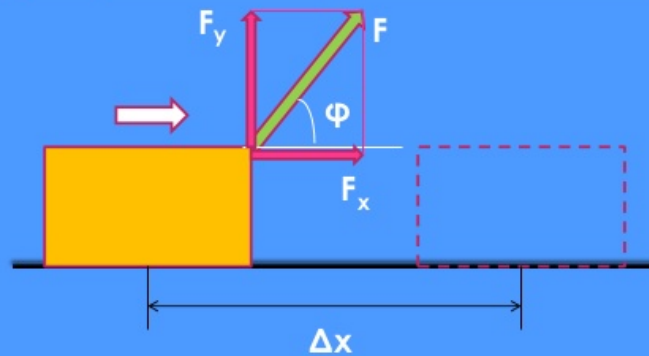
$$W_F = F \cdot x \cdot \sin\phi$$

Το έργο (W) ορίζεται ως το γινόμενο του μέτρου της δύναμης (F) επί τη μετατόπιση (Δx ή x) του σώματος, επί το συνημίτονο της γωνίας (ϕ) που σχηματίζει η δύναμη με τη μετατόπιση.

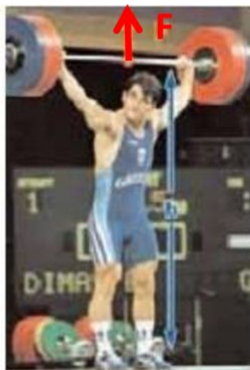
• Αν η δύναμη είναι πλάγια σε σχέση με τη μετατόπιση την αναλύουμε σε δύο συνιστώσες.

$$W_{F_y} = 0$$

$$W_{F_x} = F_x \Delta x = F \sin\phi \Delta x = F \Delta x \sin\phi$$



Έργο δύναμης (W)



Στην εικόνα ο αθλητής ανυψώνει την μπάρα ασκώντας σ' αυτή δύναμη (F)

➤ Όσο η μπάρα ανεβαίνει, λέμε ότι η δύναμη F παράγει έργο.

➤ Όταν ο αθλητής κρατάει ακίνητη την μπάρα, η δύναμη δεν παράγει έργο.

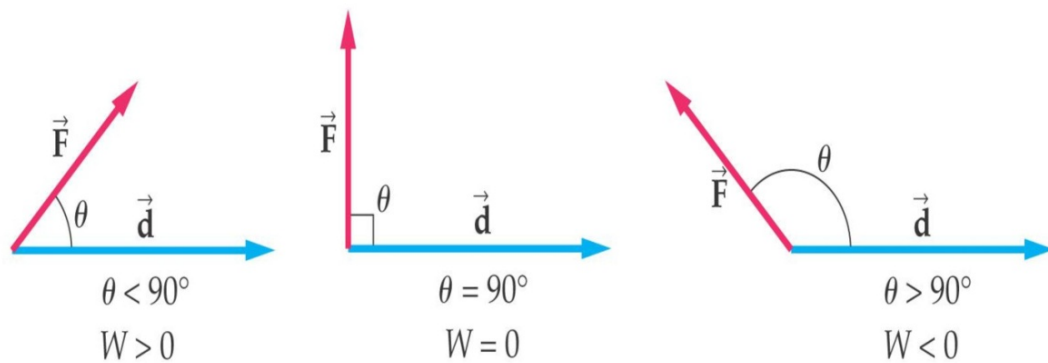
Γενικά:

Μια δύναμη που ασκείται σ' ένα σώμα, μπορεί να παράγει έργο (W) πάνω σ' αυτό, όταν το σώμα μετακινείται.

❖ Όταν παράγεται έργο από τη δύναμη του αθλητή πάνω στη μπάρα, ενέργεια μεταφέρεται από τον αθλητή στην μπάρα. Ο αθλητής κουράζεται.

Ανάλογα με την φορά της δύναμης σε σχέση με την μετατόπιση το έργο μπορεί να είναι θετικό, αρνητικό ή μηδενικό.

- Αν η δύναμη ή η συνιστώσα της στον άξονα της κίνησης έχει την ίδια κατεύθυνση - φορά με την μετατόπιση, το έργο είναι **θετικό** ($W > 0$). Στην περίπτωση αυτή η δύναμη **βοηθάει** την κίνηση του σώματος. Το έργο θεωρείται **παραγόμενο**, και η δύναμη μέσω του έργου της **προσφέρει** ενέργεια στο σώμα. Συμβαίνει όταν $\theta < 90^\circ$
- Αν η δύναμη ή η συνιστώσα της στον άξονα της κίνησης έχει αντίθετη κατεύθυνση - φορά με την μετατόπιση, το έργο είναι **αρνητικό** ($W < 0$). Στην περίπτωση αυτή η δύναμη αφαιρεί ενέργεια από το σώμα και **δεν βοηθάει** την κίνησή του. Το έργο θεωρείται **καταναλισκόμενο**. Συμβαίνει όταν $\theta > 90^\circ$
- Αν η δύναμη είναι κάθετη στην μετατόπιση το έργο της είναι **μηδενικό**.



Το έργο μιας δύναμης εκφράζει :

- την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε κάποιο άλλο ή/και
- την ενέργεια που μετατρέπεται από την μια μορφή σε κάποια άλλη.



3) ΕΡΓΟ ΓΝΩΣΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

ΕΡΓΟ ΒΑΡΟΥΣ

Όταν το σώμα κινείται προς τα κάτω: $W_w = wh$ $W_w = mgh$

Όταν το σώμα κινείται προς τα πάνω: $W_w = -wh$ $W_w = -mgh$

Έργο βάρους σε κεκλιμένο επίπεδο

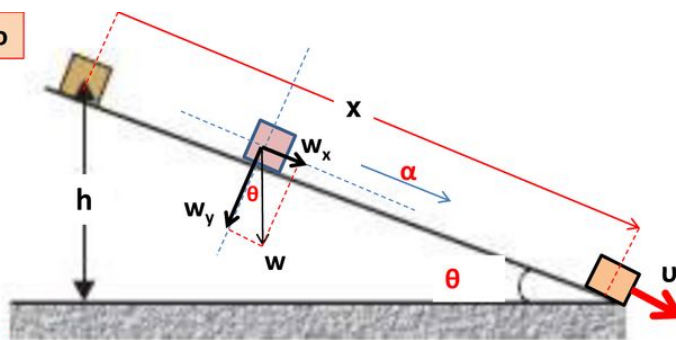
Ποιο είναι το έργο του βάρους ;

Δίνονται:

h, θ, m, g

$w_x = mg \eta \mu \phi$

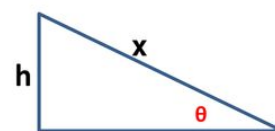
$w_y = mg \sigma \upsilon \nu \phi$



$$W_w = W_{wx} + W_{wy} \quad \xrightarrow{(\vec{w}_y \perp \Delta \vec{x})} \quad W_w = w_x \cdot x + 0 \quad \xrightarrow{h} \quad W_w = mg \eta \mu \phi \cdot x$$

$$\Rightarrow \boxed{W_w = mgh}$$

➤ Το έργο του Βάρους είναι **ανεξάρτητο** της διαδρομής που ακολουθεί το σώμα. Εξαρτάται μόνο από την υψομετρική διαφορά (h) της αρχικής και τελικής του θέσης



$$h = \eta \mu \phi \cdot x$$

★ Κατά την άνοδο του σώματος το έργο του βάρους είναι:

$$\boxed{W_w = - mgh}$$

• ΕΡΓΟ ΤΡΙΒΗΣ

$$W_T = T \cdot x \cdot \cos 180^\circ$$

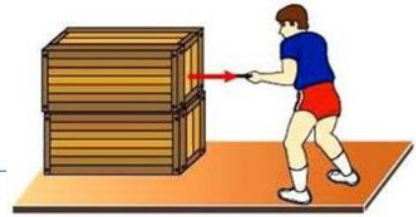
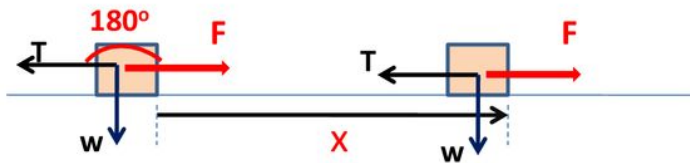


$$W_T = T \cdot x \cdot (-1)$$



$$W_T = -T \cdot x$$

$$W_T < 0 \quad (\text{καταναλισκόμενο έργο})$$



➤ Το έργο εκφράζει την ενέργεια που **αφαιρείται** από το σώμα στο οποίο ασκείται η δύναμη. (Στην περίπτωση της τριβής, το έργο ισούται με την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα.)

• ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΙΝΗΣΗ $W_B = W_N = 0$

$$W_w = w \cdot x \cdot \cos 90^\circ$$



$$W_w = w \cdot x \cdot 0$$



$$W_w = 0$$

➤ Το ίδιο ισχύει και για το έργο της κάθετης δύναμης N που δέχεται ένα σώμα, όταν κινείται πάνω σε μια επιφάνεια.

$$W_N = 0$$

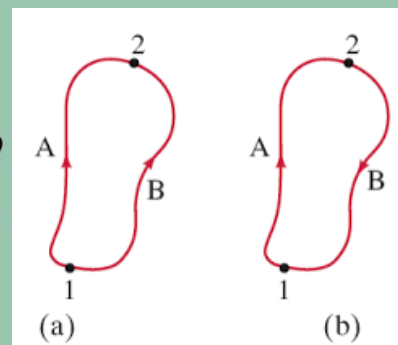
Συντηρητικές ή Διατηρητικές Δυνάμεις

Μια δύναμη είναι Συντηρητική ή Διατηρητική όταν:

Το **έργο** της δύναμης εξαρτάται μόνο από την αρχική και τελική θέση του αντικειμένου πάνω στο οποίο δρα, είναι δηλ. **ανεξάρτητο** της τροχιάς που ακολουθεί.

Π.χ. το βάρος $w=mg$

Εναλλακτικός ορισμός: Συντηρητική δύναμη είναι εκείνη που το έργο της κατά μήκος κλειστής διαδρομής είναι μηδέν.



4) ΙΣΧΥΣ

Ισχύς

- Εκτός από την ποσότητα της ενέργειας-έργου που παράγεται ή καταναλώνεται, μας ενδιαφέρει και ο **χρόνος** που χρειάστηκε για την παραγωγή ή την κατανάλωσή της.
- **Ισχύς** είναι το πηλίκο του έργου **W** δια του χρόνου **t** στον οποίο εκτελείται το έργο.
- Μονάδα μέτρησης: **Watt**

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{Ισχύς} = \frac{\text{Έργο}}{\text{Χρόνος}}$$

Ισχύς



ΆΛΛΟ ΕΡΓΟ ΆΛΛΟ ΙΣΧΥΣ



- εκφράζει το πόσο γρήγορα μεταφέρεται η ενέργεια από ένα σώμα σε ένα άλλο
- ή το πόσο γρήγορα μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.



Η ισχύς είναι ένα μέγεθος που δείχνει πόσο γρήγορα παράγεται κάποιο έργο

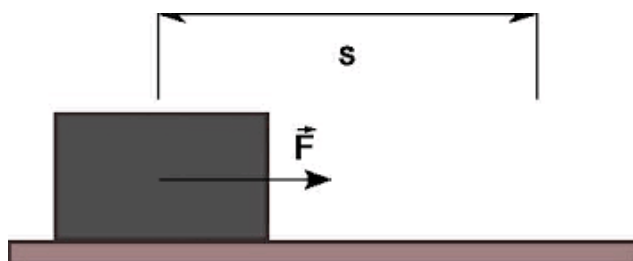


ΙΣΧΥΣ= Ο Ρυθμός παραγωγής έργου

$$\text{Ισχύς} = \frac{\text{Έργο}}{\text{χρονικό διάστημα}} = \frac{\text{Ποσότητα ενέργειας που μετασχηματίζεται}}{\text{χρονικό διάστημα}}$$

ή με τη χρήση συμβόλων

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



Για οριζόντια δύναμη για την ισχύ υπάρχει και ένας επιπλέον τύπος. Ισχύει :

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow P = \frac{F \cdot s}{t} \rightarrow P = F \cdot v$$

5) ΕΡΓΟ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ. ΟΙ ΔΥΟ ΟΨΕΙΣ ΤΟΥ ΙΔΙΟΥ ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΣ

• ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Τι ονομάζουμε κινητική ενέργεια ενός σώματος; Από ποιον τύπο δίνεται η κινητική ενέργεια ενός σώματος;
Κινητική ενέργεια ενός σώματος ονομάζουμε την ενέργεια που έχει το σώμα όταν κινείται με ορισμένη ταχύτητα.

Ο τύπος της κινητικής ενέργειας είναι :

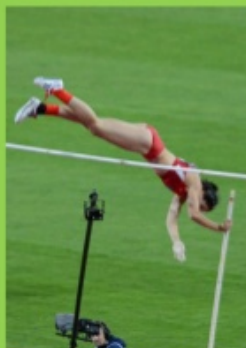
$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Η κινητική ενέργεια είναι ίδια ανεξάρτητα από την φορά κίνησης του σώματος.

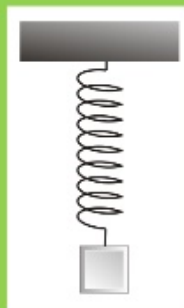
K : η κινητική ενέργεια
m : η μάζα του σώματος
v : η ταχύτητα του σώματος



Δυναμική ενέργεια

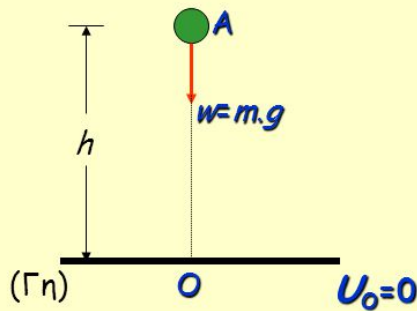


Επιμέλεια: Χρήστος Χαριμπής, σελ. 32



- Η δυναμική ενέργεια, είτε λόγω θέσης – ύψους είτε λόγω παραμόρφωσης είναι ίση με το έργο της δύναμης που ευθύνεται για την αλλαγή της θέσης – ύψους ή για την παραμόρφωση.
- Χαρακτηριστικές περιπτώσεις δυναμικής ενέργειας είναι η βαρυτική και του παραμορφωμένου ελατηρίου.

Βαρυτική δυναμική ενέργεια



$$U_A = m \cdot g \cdot h$$

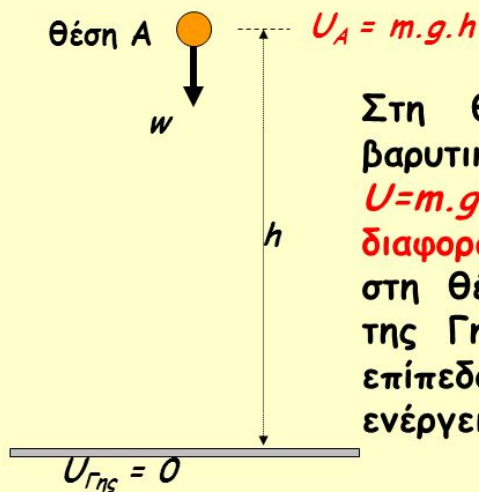
$$W_{w(A \rightarrow O)} = m \cdot g \cdot h$$

$$U_A = W_{w(A \rightarrow O)}$$

Το **έργο της δύναμης του πεδίου** για τη μετακίνηση μιας μάζας από σημείο A του πεδίου σε θέση όπου η δυναμική ενέργεια είναι 0, είναι **ίσο με τη δυναμική ενέργεια** στο σημείο αυτό.

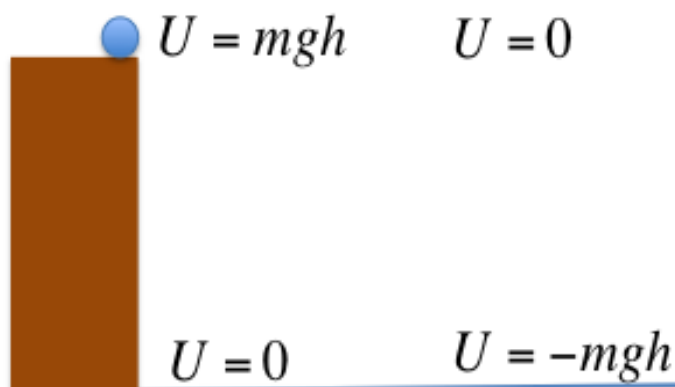
Μερκ. Παναγιωτόπουλος - Φυσικός
www.merkopanas.blogspot.gr

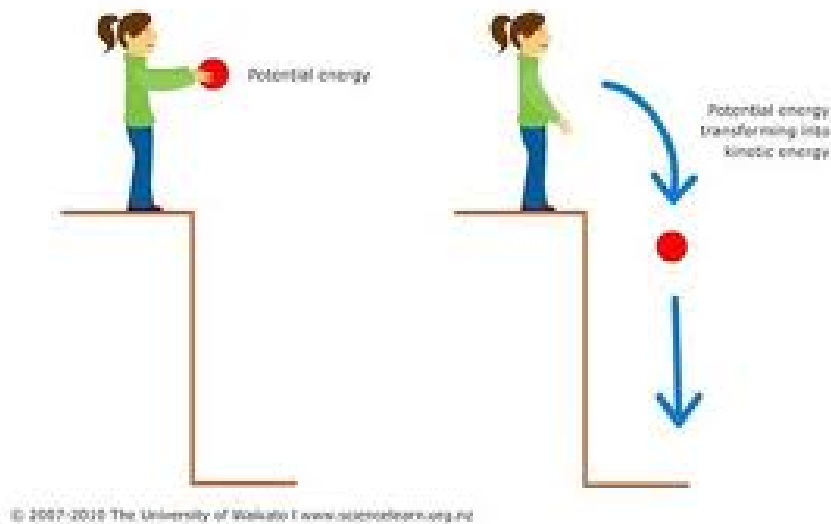
2



Στη θέση A το σώμα έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια $U = m \cdot g \cdot h$, επειδή τόσο είναι η **διαφορά της ενέργειας** ανάμεσα στη θέση A και στην επιφάνεια της Γης, που τη θεωρούμε ως επίπεδο αναφοράς με δυναμική ενέργεια ίση με 0.

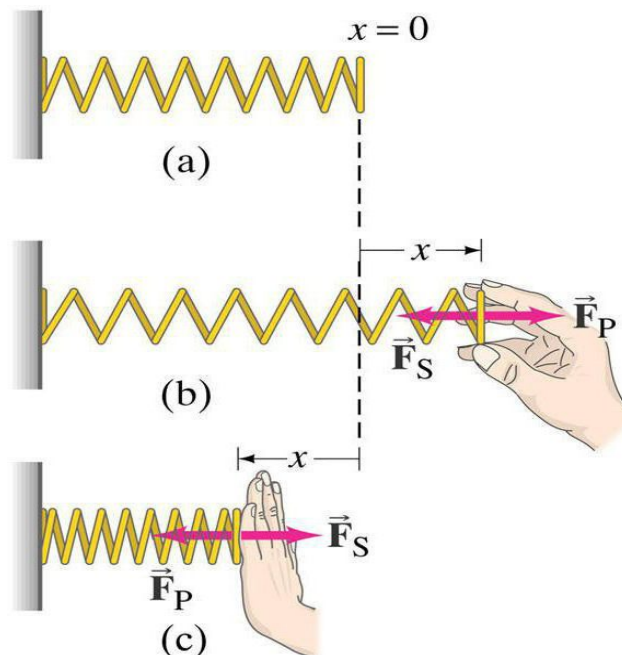
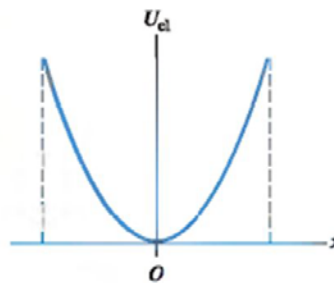
- Η τιμή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας εξαρτάται από το επίπεδο αναφοράς. Αν αλλάξει το επίπεδο αναφοράς η τιμή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας αλλάζει και αυτή.





- Ελαστική δυναμική ενέργεια ελατηρίου

$$E = \frac{1}{2} kx^2$$



- Το ελατήριο αποκτά ελαστική δυναμική ενέργεια είτε επιμηκύνεται είτε συσπειρώνεται, πάντα σε σχέση με το φυσικό του μήκος. Η δύναμη του ελατηρίου (όπως και του βάρους) είναι συντηρητική.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ορισμός

Η μηχανική ενέργεια είναι το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας του σώματος.

Τύπος

$$E = U + K$$

Μονάδα

1 Joule

Μέτρησης

Κινητική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας που έχει κάθε σώμα που κινείται.

$$K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

m είναι η μάζα του σώματος και v είναι η ταχύτητά του

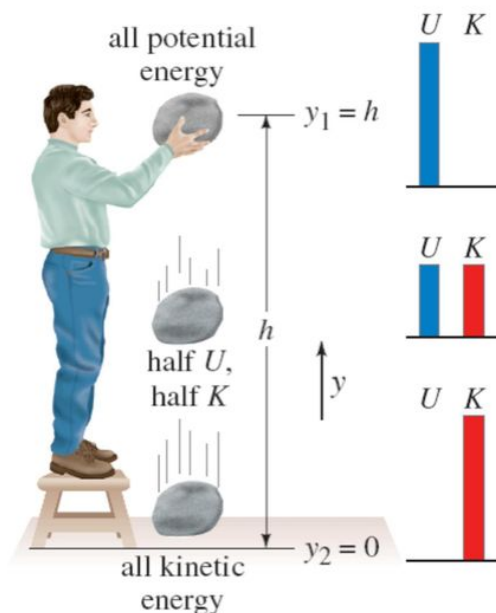
Το άθροισμα της Κινητικής και Δυναμικής ενέργειας που έχει ένα σώμα κάθε χρονική στιγμή, ονομάζεται Μηχανική ενέργεια.

$$E_p = K + U$$

K είναι η Κινητική ενέργεια
U είναι η Δυναμική ενέργεια

Η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας λέει:

Εάν σε ένα σύστημα δρουν μόνο συντηρητικές δυνάμεις, τότε η συνολική μηχανική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή-διατηρείται.



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

$$E = K + U$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 + mgy.$$

- Η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας (ΑΔΜΕ) ΔΕΝ ισχύει όταν στο σώμα ασκούνται δυνάμεις όπως η τριβή που είναι μη συντηρητική.
- Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας σημαίνει ότι η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και το αντίστροφο.

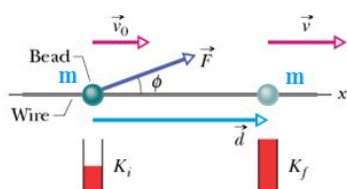
Θεώρημα έργου-ενέργειας

Σε κάθε μετατόπιση το ολικό έργο των δυνάμεων, που ασκούνται πάνω στο σώμα, ισούται με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος

$$W_{ολ} = K_{τελ} - K_{αρχ}$$

Το $W_{ολ}$ ισούται με την ενέργεια που προσφέρεται ή αφαιρείται (αλγεβρικό άθροισμα) μέσω του έργου των δυνάμεων

9



Θεώρημα Κινητικής Ενέργειας-Έργου

$$\Delta K = K_f - K_i = W_{net}$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{Μεταβολή στην K} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Ολικό Έργο} \\ \text{στο Σώμα} \end{array} \right]$$

Τι σημαίνει: Δαπανώντας έργο σε ένα σώμα μεταβάλλεται η κινητική του ενέργεια.

Διαφορετικά: Στην περίπτωση που έργο επιδρά σε ένα σύστημα και η μόνη αλλαγή στο σύστημα είναι η ταχύτητά του τότε το έργο από τη συνισταμένη δύναμη είναι ίσο με την αλλαγή της κινητικής του ενέργειας.

$W > 0 \rightarrow$ Αύξηση της κινητικής ενέργειας

$W < 0 \rightarrow$ Ελάττωση της κινητικής ενέργειας

- Το «Θεώρημα έργου – ενέργειας» αναφέρεται και ως «Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας» και σε συντομία Θ.Μ.Κ.Ε.
- Το Θεώρημα είναι ενεργειακό και ισχύει για κάθε είδους δύναμη, συντηρητική ή όχι (όπως η τριβή). Για το λόγο αυτό είναι πιο γενικό από την διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (Α.Δ.Μ.Ε.)

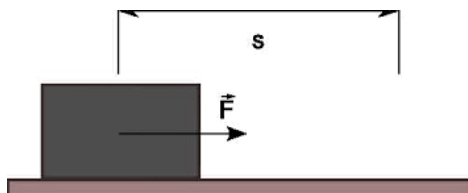
ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Στις ασκήσεις του κεφαλαίου (έργο, ενέργεια, ισχύς) ακολουθείται η εξής μεθοδολογία :

- Σχεδιάζουμε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.
- Θεωρούμε κάθετους άξονες (x, ψ) με τον οριζόντιο άξονα (x) να συμπίπτει με την κατεύθυνση της κίνησης. Αν είναι απαραίτητο αναλύουμε δυνάμεις που δεν βρίσκονται ήδη πάνω στους άξονες (x, ψ) .
- Εφαρμόζουμε όσα έχουν ήδη αναφερθεί στην θεωρία. Δυνάμεις κάθετες στην κίνηση (όπως το βάρος B και η κάθετη αντίδραση N προκειμένου για κίνηση σε οριζόντιο επίπεδο) έχουν έργο ίσο με μηδέν. Η τριβή έχει πάντα αρνητικό έργο αφού η φορά της είναι πάντα αντίθετη της κίνησης
- Τα ενεργειακά θεωρήματα ισχύουν με βάση τις προϋποθέσεις τους. Η Α.Δ.Μ.Ε. ισχύει **μόνο** για συντηρητικές δυνάμεις, ενώ το Θ.Μ.Κ.Ε. **ΔΕΝ** έχει τέτοιο περιορισμό και γι αυτό είναι γενικότερο. Συνήθως στις ασκήσεις αυτές σχεδιάζουμε το σώμα στο αρχικό και στο τελικό σημείο της διαδρομής του. Ανάλογα με το ζητούμενο της άσκησης γράφουμε τα γνωστά μεγέθη και ψάχνουμε το άγνωστο. Προκειμένου για το Θ.Μ.Κ.Ε. μπορεί να ζητείται:
 - Κάποια κινητική ενέργεια (αρχική ή τελική)
 - Κάποια ταχύτητα (αρχική ή τελική)
 - Το έργο κάποιας δύναμης
 - Κάποια απόσταση.
- Αν σε κάποια άσκηση **δεν** εμπλέκεται ο χρόνος, τα ενεργειακά θεωρήματα είναι καλύτερα για την εύρεση αποστάσεων
- Στις ασκήσεις δεχόμαστε ότι $g = 10 \text{ m/s}^2$
- Στις ασκήσεις που ακολουθούν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα εξής δεδομένα :

φ	$\eta\mu\varphi$	$\sigma\upsilon\upsilon\varphi$	$\epsilon\varphi\varphi$	$\sigma\varphi\varphi$
30°	0,5	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{3}/3$	$\sqrt{3}$
45°	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$	1	1
60°	$\sqrt{3}/2$	0,5	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}/3$

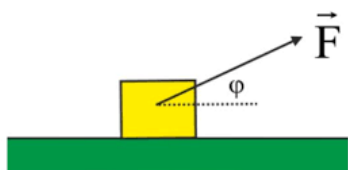
A1)



Το κιβώτιο του σχήματος έχει μάζα $m = 20 \text{ kg}$ και είναι ακίνητο πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Στο σώμα ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη $F = 50 \text{ N}$ για απόσταση $S = 5 \text{ m}$.

- α) Να σχεδιαστούν όλες οι άλλες δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.
- β) Να βρεθούν τα έργα όλων των δυνάμεων για την μετατόπιση S .
- γ) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σώμα στο τέλος της μετατόπισης S .
- δ) Πόση ταχύτητα θα αποκτήσει το σώμα στο τέλος της διαδρομής.

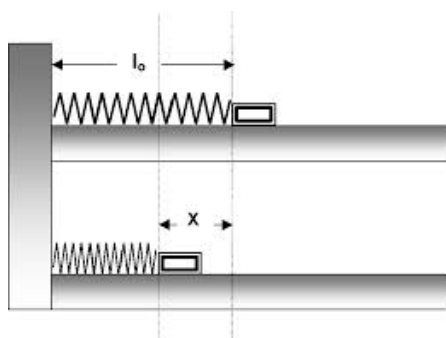
A2)



Το κιβώτιο του σχήματος έχει μάζα $m = 10 \text{ kg}$ και είναι ακίνητο πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Στο σώμα ασκείται σταθερή δύναμη όπως στο σχήμα για κάποια απόσταση x . Αν $F = 10 \text{ N}$, $\varphi = 60^\circ$ και το σώμα αποκτά στο τέλος της διαδρομής ταχύτητα $v_T = 20 \text{ m/s}$

- α) Να σχεδιαστούν όλες οι άλλες δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.
- β) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια που έχει αποκτήσει το σώμα στο τέλος της μετατόπισης x .
- γ) Να βρεθούν τα έργα όλων των δυνάμεων για την μετατόπιση x .
- δ) Να βρεθεί η απόσταση x .

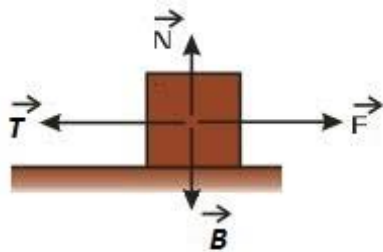
A3)*



Το αβαρές ελατήριο του σχήματος έχει το φυσικό του μήκος l_0 , και στο άκρο του τοποθετείται σώμα μάζας m . Το ελατήριο συμπιέζεται κατά $x = 0,1 \text{ m}$ και αφήνεται να κινηθεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Αν $k = 400 \text{ N/m}$ να βρεθεί :

- α) Η δυναμική ενέργεια U του συσπειρωμένου ελατηρίου
- β) Η κινητική ενέργεια και η ταχύτητα του σώματος όταν το ελατήριο επανέλθει στο φυσικό του μήκος, αν $m = 0,25 \text{ Kg}$

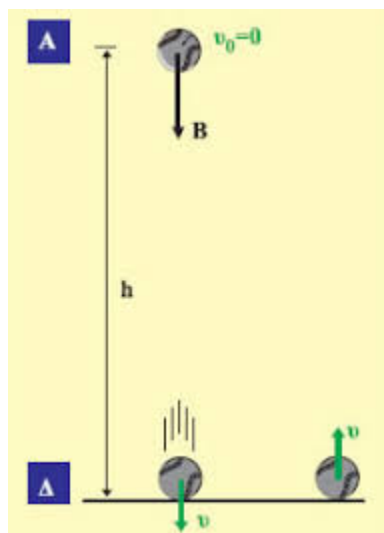
A4)



Το κιβώτιο του σχήματος έχει μάζα $m = 40 \text{ kg}$ και είναι ακίνητο πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης του σώματος με το οριζόντιο επίπεδο είναι $\mu_{ολ} = 0,2$. Στο σώμα ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη $F = 100 \text{ N}$ για απόσταση $x = 50 \text{ m}$.

- Να βρεθούν τα έργα όλων των δυνάμεων για την μετατόπιση S .
- Να βρεθεί η κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σώμα στο τέλος της μετατόπισης x .
- Πόση ταχύτητα θα αποκτήσει το σώμα στο τέλος της διαδρομής.

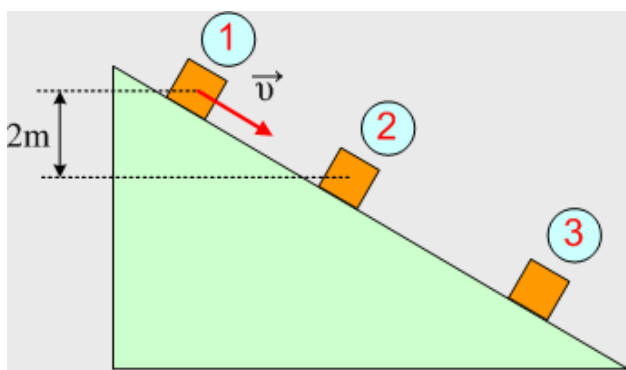
A5)



Μπάλα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ αφήνεται από ύψος $h = 20 \text{ m}$ να πέσει στο έδαφος. Αν η αντίσταση του αέρα αγνοηθεί να βρεθούν :

- Η δυναμική ενέργεια U της μπάλας στο σημείο A (όταν αφήνεται).
- Η κινητική ενέργεια K της μπάλας στο σημείο Δ (στο έδαφος).
- Η ταχύτητα της μπάλας όταν αυτή φθάσει στο έδαφος

A6)



Το σώμα με μάζα $m = 5 \text{ kg}$ αφήνεται να ολισθήσει από την κορυφή ενός λείου κεκλιμένου επιπέδου.

- Πόσο είναι το έργο του βάρους όταν το σώμα έχει κατέβει κατά 2 m όπως στο σχήμα ?
- Πόση ταχύτητα έχει αποκτήσει το σώμα όταν έχει κατέβει όπως στο σχήμα κατά 2 m .

A7) Ένας αθλητής του στίβου έχει βάρος $B = 520 \text{ N}$ και κινητική ενέργεια λόγω της κίνησής του $K = 2600 \text{ J}$. Πόση είναι η ταχύτητά του ?

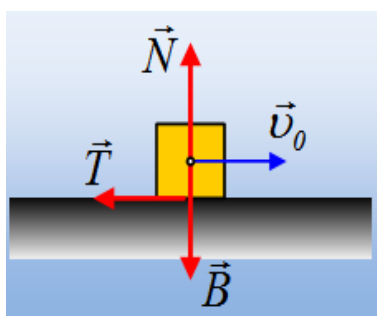
A8) Ένα δελφίνι μάζας $m = 60 \text{ kg}$ αρχίζει να κολυμπά στο νερό οριζόντια από μηδενική ταχύτητα και φθάνει σε ταχύτητα $v = 10 \text{ m/s}$. Αν η μυϊκή ενέργεια που ξοδεύει είναι 4000 J να βρεθεί :

- α) Η κινητική ενέργεια του δελφινιού .
- β) Πόση από την μυϊκή ενέργεια καταναλώθηκε για να υπερνικηθούν οι δυνάμεις τριβής – αντίστασης από το νερό.

A9) Μια μπάλα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ κρέμεται από ένα σκοινί μήκους $l = 1 \text{ m}$ από την οροφή ενός δωματίου το οποίο έχει ύψος $H = 3 \text{ m}$. Να υπολογισθεί η βαρυτική δυναμική ενέργεια της μπάλας αν θεωρήσουμε ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας :

- α) Την οροφή του δωματίου .
- β) Το πάτωμα του δωματίου.
- γ) Το οριζόντιο επίπεδο που περνά από τη θέση που είναι κρεμασμένη η μπάλα

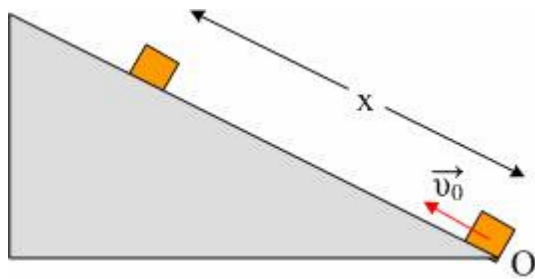
A10)



Το σώμα του σχήματος μάζας $m = 20 \text{ kg}$ ωθείται στην αρχή και στην συνέχεια αφήνεται μόνο του να ολισθήσει πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Εάν η αρχική του ταχύτητα (όταν σταματήσει η ώθηση) είναι $v_0 = 10 \text{ m/s}$, και χρειάζονται $x = 40 \text{ m}$ (όταν παύσει να ωθείται) για να σταματήσει, να βρεθεί:

- α) Η αρχική κινητική ενέργεια του σώματος
- β) Τα έργα των δυνάμεων, από την στιγμή που το σώμα αφήνεται μόνο του να ολισθήσει πάνω στο οριζόντιο επίπεδο μέχρι να σταματήσει.
- γ) Η τιμή της τριβής ολίσθησης $T_{ολ}$
- δ) Η τιμή του συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu_{ολ}$

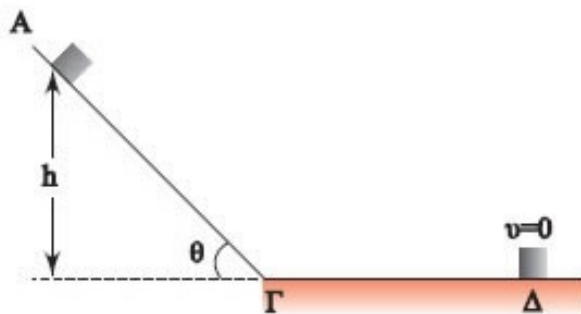
A11)



Το σώμα εκτοξεύεται από την βάση του κεκλιμένου επιπέδου (θεωρείστε το λείο) με ταχύτητα $v_0 = 10 \text{ m/s}$. Αν η γωνία του κεκλιμένου επιπέδου είναι 30° να βρεθεί :

- α) Το κατακόρυφο ύψος h που φτάνει το σώμα μέχρι να σταματήσει.
- β) Η απόσταση x

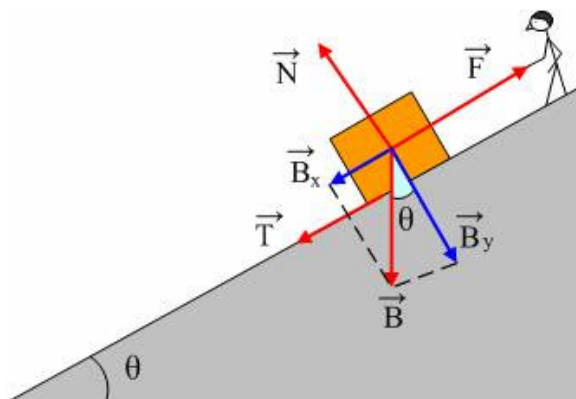
A12)



Το κιβώτιο του σχήματος έχει μάζα $m = 20 \text{ kg}$ και είναι ακίνητο πάνω στην κορυφή Α του λείου κεκλιμένου επιπέδου. Το κιβώτιο αφήνεται από το σημείο Α να ολισθήσει μέχρι το σημείο Γ στην βάση του κεκλιμένου επιπέδου. Στην συνέχεια το κιβώτιο κινείται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο με το οποίο εμφανίζει τριβή, οπότε και σταματά σε ένα σημείο Δ πάνω στο οριζόντιο επίπεδο. Αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης ανάμεσα στο κιβώτιο και το οριζόντιο επίπεδο είναι $\mu_{ολ} = 0,2$ να βρεθεί :

- α) Η δυναμική ενέργεια U που έχει το κιβώτιο στο σημείο Α, ως προς το οριζόντιο επίπεδο, αν $h = 5 \text{ m}$.
- β) Η κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το κιβώτιο όταν αυτό φθάσει στη βάση Γ του κεκλιμένου επιπέδου.
- γ) Η ταχύτητα v_{Γ} του σώματος στο σημείο Γ.
- δ) Η απόσταση (ΓΔ) (ας την συμβολίσουμε με x)

A13)



Δίνεται ότι :

$$\mu_{ολ} = \sqrt{3}/5$$

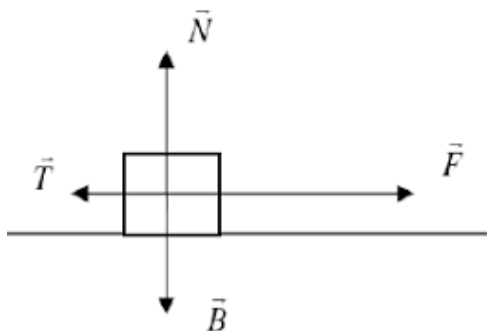
$$\sin\theta = \sin 30^\circ = \sqrt{3}/2$$

$$\eta\mu\theta = \eta\mu 30^\circ = 1/2$$

Το κιβώτιο μάζας $m = 10 \text{ kg}$ του σχήματος είναι ακίνητο στην βάση του κεκλιμένου επιπέδου. Η απόσταση του κεκλιμένου επιπέδου από την βάση του μέχρι την κορυφή του είναι $x = 20 \text{ m}$. Τραβάμε το σώμα με σταθερή δύναμη $F = 100 \text{ N}$ όπως στο σχήμα. Αν το κιβώτιο φθάσει στην κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου να βρεθούν

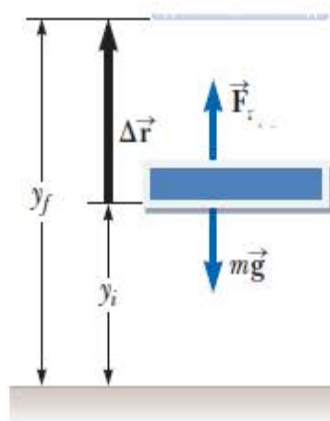
- α) Τα έργα όλων των δυνάμεων για την μετακίνηση αυτή .
- β) Η κινητική ενέργεια του κιβωτίου όταν φθάσει στην κορυφή.
- γ) Η ταχύτητα του κιβωτίου όταν φθάσει στην κορυφή.

A14)



Το κιβώτιο του διπλανού σχήματος μάζας $m = 100 \text{ kg}$ κινείται με σταθερή ταχύτητα $v = 5 \text{ m/s}$. Αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης κιβωτίου – δρόμου είναι $\mu_{ολ} = 0,2$ να βρεθεί η ισχύς P της δύναμης F .

A15)



Ο γερανός του σχήματος ανεβάζει το κιβώτιο μάζας $m = 1000 \text{ kg}$ σε ύψος $h = 60 \text{ m}$. Αν η ανύψωση γίνεται με σταθερή ταχύτητα σε χρόνο $t = 2 \text{ min}$ να βρεθεί :

- α) Η δυναμική ενέργεια του κιβωτίου
- β) Η ισχύς που απέδωσε ο γερανός

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

- A1) β) $W_F = 250 \text{ J}$, $W_B = 0 \text{ J}$, $W_N = 0 \text{ J}$, γ) $K_T = 250 \text{ J}$, δ) $v_T = 5 \text{ m/s}$
A2) β) $K_T = 2000 \text{ J}$, γ) $W_B = 0 \text{ J}$, $W_N = 0 \text{ J}$, $W_F = 2000 \text{ J}$, δ) $x = 400 \text{ m}$
A3)* α) $U = 2 \text{ J}$, β) $K = 2 \text{ J}$, $v = 4 \text{ m/s}$
A4) α) $W_F = 5000 \text{ J}$, $W_B = 0 \text{ J}$, $W_N = 0 \text{ J}$, $W_T = -4000 \text{ J}$, β) $K_T = 1000 \text{ J}$
γ) $v_T = \sqrt{50} \text{ m/s}$
A5) α) $U = 200 \text{ J}$, β) $K = 200 \text{ J}$, γ) $v = 20 \text{ m/s}$
A6) α) $W_B = 100 \text{ J}$, β) $v = \sqrt{200} \text{ m/s} = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$, A7) $v = 10 \text{ m/s}$
A8) α) $K = 3000 \text{ J}$, γ) $W_T = 1000 \text{ J}$
A9) α) $U = -10 \text{ J}$, β) $U = 20 \text{ J}$, γ) $U = 0 \text{ J}$
A10) α) $K_A = 1000 \text{ J}$, β) $W_B = 0 \text{ J}$, $W_N = 0 \text{ J}$, $W_T = -1000 \text{ J}$,
γ) $T_{ολ} = 25 \text{ N}$, δ) $\mu_{ολ} = 0,125$
A11) α) $h = 5 \text{ m}$, β) $x = 10 \text{ m}$
A12) α) $U = 1000 \text{ J}$, β) $K = 1000 \text{ J}$, γ) $v = 10 \text{ m/s}$, β) $x = 25 \text{ m}$
A13) α) $W_F = 2000 \text{ J}$, $W_B = -1000 \text{ J}$, $W_N = 0 \text{ J}$, $W_T = -600 \text{ J}$
β) $K_T = 400 \text{ J}$, δ) $v_T = \sqrt{80} \text{ m/s} = 2\sqrt{20} \text{ m/s}$
A14) $P = 1000 \text{ W} = 1 \text{ kW}$
A15) α) $U = 600.000 \text{ J}$, β) $P = 5000 \text{ W} = 5 \text{ kW}$