

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: "ΟΡΜΗ- ΚΡΟΥΣΗ"

-1-

ΑΠΟ ΘΕΩΡΙΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΝΩΡΙΖΟΥΜΕ:

1. Τι ονομάζουμε εσωτερικές και τι εξωτερικές δυνάμεις σε ένα σύστημα σωμάτων.

ΘΕΜΑ: Θα δίνεται ένα σύστημα σωμάτων και θα ζητάει απο εσάς να δηλώσετε ποιες δυνάμεις ασκούνται στα δύο σώματα και να τις χαρακτηρίσετε σαν εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις

2. Να γνωρίζεται τον ορισμό και τη μονάδα μέτρησης της ορμής ενός υλικού σημείου και ότι η ορμή είναι **διανυσματικό μέγεθος**.

3. Όταν μας δίνεται η ορμή δυο σωμάτων να μπορέι να βρείτε την ολική ορμή του συστήματος των δύο σωμάτων

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:

Στο διπλανό σχήμα δίνεται: $p_1 = 10 \text{ Kg.m/s}$ $p_2 = 20 \text{ Kg.m/s}$.

Ποια είναι η ολική ορμή του συστήματος των δυο σωμάτων;

ΛΥΣΗ:

Η ορμή είναι διανυσματικό μέγεθος άρα: $\vec{p}_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ (1) $\Sigma x. 1$

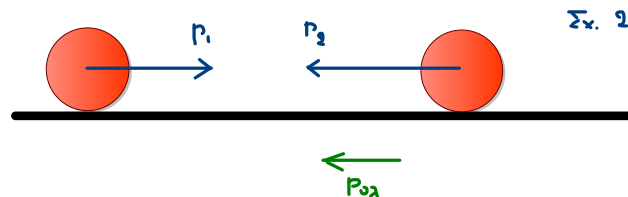
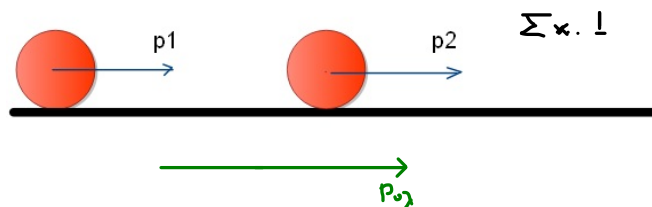
Επειδή οι ορμές $\vec{p}_1, \vec{p}_2$ έχουν την ίδια διεύθυνση το

διανυσματικό άθροισμα (1) μετατρέπεται σε αλγεβρικό: $p_2 = p_1 + p_2 = 10 + 20 \Rightarrow$

$$p_2 = 30 \text{ Kg.m/s}$$

$$\boxed{\Sigma x. 2} \quad \vec{p}_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \Rightarrow p_2 = p_2 - p_1 \Rightarrow$$

$$p_2 = 20 - 10 \Rightarrow \boxed{p_2 = 10 \text{ Kg.m/sec}}$$



4. Να γνωρίζετε τον γενικευμένο 2ο Νόμο του Νεύτωνα:

Να γνωρίζεται την απόδειξή του:

$$\vec{\Sigma F} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{\Sigma F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{\Sigma F} = m \cdot \frac{\vec{v}_{ελ} - \vec{v}_{αρχ}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{\Sigma F} = \frac{m \vec{v}_{ελ} - m \vec{v}_{αρχ}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{\Sigma F} = \frac{\vec{p}_{ελ} - \vec{p}_{αρχ}}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\vec{\Sigma F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}}$$

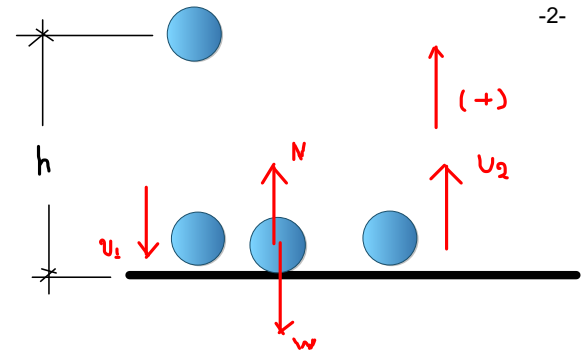
5. Να μάθετε την παρακάτω άσκηση (Σχολικό βιβλίο σελ. 65-άσκηση 5):

5. Μια μπάλα μάζας $0,5\text{kg}$ αφήνεται να πέσει από τέτοιο ύψος, ώστε να φτάσει στο δάπεδο με ταχύτητα $v_1 = 30\text{m/s}$. Η μπάλα αναπηδά κατακόρυφα με ταχύτητα $v_2 = 10\text{m/s}$, αφού μείνει σ' επαφή με το δάπεδο για χρόνο $\Delta t = 0,25\text{s}$. Να βρείτε:

A. Τη μεταβολή της ορμής της μπάλας κατά τη διάρκεια Δt .

B. Τη μέση δύναμη που δέχθηκε η μπάλα.

Δίνεται: $g = 10\text{m/s}^2$.



Λύση: A. $\vec{\Delta p} = \vec{p}_{\text{τελ}} - \vec{p}_{\text{αρχ}} \Rightarrow \vec{\Delta p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 \Rightarrow \Delta p = p_2 - p_1 \Rightarrow$

$$\Delta p = m v_2 - m (-v_1) = m (v_2 + v_1) = 0,5 (10 + 30) \Rightarrow \boxed{\Delta p = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$$

B. $\vec{\Sigma F} = \frac{\vec{\Delta p}}{\Delta t} \Rightarrow N - W = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow N = \frac{\Delta p}{\Delta t} + mg = \frac{20}{0,25} + 0,5 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{N = 85 \text{ N}}$

Παρατηρήσεις:

Πριν η μπάλα κτυπήσει το έδαφος είχε κινητική ενέργεια: $K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} 0,5 \cdot 900 \Rightarrow \underline{K_1 = 225 \text{ J}}$

Αμέσως μετά την αναπήδησή της η μπάλα έχει κινητική ενέργεια: $K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} 0,5 \cdot 100 \Rightarrow \underline{K_2 = 25 \text{ J}}$

Άρα η μπάλα έχασε της ενέργειάς της με το έδαφος έχασε κινητική ενέργεια. Αυτή η απώλεια της κινητικής ενέργειας μετατράπηκε σε θερμότητα. Άρα: $Q_{\text{θερ}} = |\Delta K| = |K_2 - K_1| \Rightarrow \boxed{Q_{\text{θερ}} = 200 \text{ J}}$

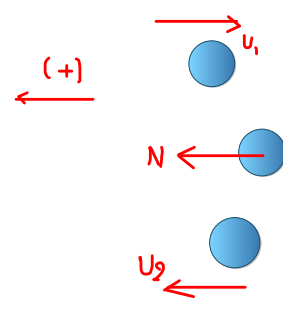
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Παρόμοια άσκηση είναι και η άσκηση 10 του σχολικού βιβλίου σελ. 66.

Τώρα το επίπεδο πρόσκρουσης της μπάλας είναι το κατακόρυφο επίπεδο, οπότε στην εφαρμογή του "γενικευμένου 2ου Νόμου του Νεύτωνα " δεν παίρνουμε υπόψη μας το βάρος της μπάλας.

10. Ένα μπαλάκι του τένις μάζας $m = 100\text{g}$ πέφτει με οριζόντια ταχύτητα $v_1 = 10\text{m/s}$ σε κατακόρυφο τοίχο και ανακλάται με επίσης οριζόντια ταχύτητα $v_2 = 8\text{m/s}$. Να βρείτε:

- Την ορμή που έχει το μπαλάκι πριν και μετά την επαφή του με τον τοίχο.
- Τη μεταβολή της ορμής του, λόγω της σύγκρουσης με τον τοίχο.
- Τη μέση δύναμη που δέχθηκε το μπαλάκι από τον τοίχο, αν η επαφή διαρκεί χρόνο $\Delta t = 0,1\text{s}$.



Λύση:

A. $p_1 = m v_1 = 0,1 (-10) \Rightarrow p_1 = -1\text{ kg} \cdot \text{m/s}$, $p_2 = m v_2 = 0,1 \cdot 8 \Rightarrow p_2 = 8\text{ kg} \cdot \text{m/s}$

B. $\vec{\Delta p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 \Rightarrow \Delta p = p_2 - p_1 \Rightarrow \Delta p = 8 - (-1) \Rightarrow \Delta p = 9\text{ kg} \cdot \text{m/s}$

Γ. $\vec{F} = \frac{\vec{\Delta p}}{\Delta t} \Rightarrow N = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow N = \frac{9}{0,1} \Rightarrow N = 90\text{ N}$

Χ. Όπως ή 674N προηγούμενη άσκηση

$$Q_{θερμ} = |\Delta k| = |k_2 - k_1| = \left| \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right| = \frac{1}{2} m |v_2^2 - v_1^2| = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot |64 - 100| = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 36 \Rightarrow$$

$$Q_{θερμ} = 1,8\text{ J}$$

6. α) Να γνωρίζεται τη διατύπωση της "Αρχής Διατήρησης της Ορμής" (Α.Δ.Ο) και να μπορείτε να την εφαρμόζεται στα διάφορα προβλήματα, όπως π.χ. στα προβλήματα κρούσης.
β) Να γνωρίζεται την "Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας" (Α.Δ.Μ.Ε) και το "Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας-Έργου" (Θ.Μ.Κ.Ε.)

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Όταν εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο :

A) Προσέχουμε να δηλώνουμε τη θετική φορά, γιατί η Α.Δ.Ο είναι διανυσματική σχέση και κατά συνέπεια πρέπει οι ορμές των σωμάτων να έχουν το σωστό πρόσημο.

B) Να θυμόμαστε ότι η Α.Δ.Ο ισχύει σε οποιοδήποτε είδος κρούσης. Δηλαδή μπορούμε να εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο και στις ελαστικές και στις ανελαστικές κρούσεις.

Όταν εφαρμόζουμε την Α.Δ.Μ.Ε. να θυμόμαστε ότι μπορούμε να την εφαρμόσουμε μόνο όταν έχουμε **συντηρητικές** δυνάμεις ή και μη συντηρητικές που δεν παράγουν όμως έργο.

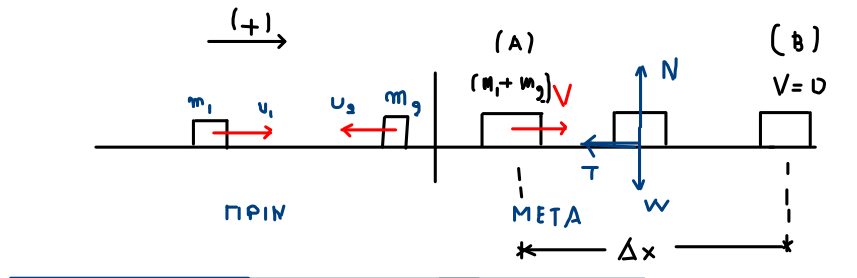
Συντηρητικές ή **διατηρητικές** είναι οι δυνάμεις που το έργο τους δεν εξαρτάται από τη διαδρομή, αλλά από την αρχική και τελική θέση της διαδρομής.

Συντηρητικές δυνάμεις είναι μόνο τρεις: α) Η βαρυτική δύναμη, β) Η ηλεκτρική δύναμη και γ) Η δύνη του ελατηρίου (Γ' Λυκείου)

Αντίθετα το Θ.Μ.Κ.Ε. ισχύει για κάθε είδος δυνάμεων και μπορούμε να το εφαρμόζουμε παντού. (Ειδικά όταν έχουμε τριβή ολίσθησης εφαρμόζουμε μόνο το Θ.Μ.Κ.Ε)

- *17. Δύο σώματα με μάζες $m_1 = 0,4\text{kg}$ και $m_2 = 0,6\text{kg}$ κινούνται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο έχουν συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,2$. Τα σώματα κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις και συγκρούονται πλαστικά έχοντας κατά τη στιγμή της σύγκρουσης ταχύτητες $v_1 = 20\text{m/s}$ και $v_2 = 5\text{m/s}$ αντίστοιχα. Να υπολογίσετε:

- Την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.
- Την απώλεια στην κινητική ενέργεια του συστήματος λόγω της κρούσης.
- Το διάστημα που θα διανύσει μετά την κρούση το συσσωμάτωμα ($g = 10\text{m/s}^2$).



Λύση: Α. κρούση! Άρα Α.Δ.Ο: $\vec{p}_{ολ(πριν)} = \vec{p}_{ολ(μετά)} \Rightarrow m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) V \rightarrow$

$$V = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0,4 \cdot 20 - 0,6 \cdot 5}{0,4 + 0,6} \Rightarrow \boxed{V = 5 \text{ m/s}}$$

$$\begin{aligned} \text{Β. } \Delta K &= K_{τελ} - K_{αρχ} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 - \left(\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \right) = \frac{1}{2} \cdot 25 - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 400 + \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 25 \right) = \\ &= 12,5 - (8 + 7,5) = 12,5 - 15,5 \Rightarrow \boxed{\Delta K = -3 \text{ J}} \end{aligned}$$

$$\text{Γ. } \Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - w = 0 \Rightarrow N = (m_1 + m_2)g = (0,4 + 0,6) \cdot 10 \Rightarrow N = 10 \text{ N}$$

$$T = \mu N = 0,2 \cdot 10 \Rightarrow \underline{T = 2 \text{ N}}$$

$$\text{ΘΜΚΕ από } A \rightarrow B: \Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_T = 0 - K_A \Rightarrow -T \cdot \Delta x = -\frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 \Rightarrow \Delta x = \frac{(m_1 + m_2) V^2}{2T} \Rightarrow$$

$$\Delta x = \frac{25}{2 \cdot 2} = \frac{25}{4} \Rightarrow \boxed{\Delta x = 6,25 \text{ m}}$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Αν μας ζητάει το χρονικό διάστημα για να σταματήσει το συσσωματώμα, τότε δεν μας εφύνηρεται το Θ.Μ.κ.Ε. Τότε θα δουλέψουμε διαφορετικά:

$$\sum F_x = ma \Rightarrow -T = (m_1 + m_2)a \Rightarrow -2 = 1 \cdot a \Rightarrow a = -2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{Ε. Ο. Επιρ. κ}$$

$$v = v_0 - |a|\Delta t \Rightarrow 0 = 5 - 2\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{v_0}{|a|} = \frac{5}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 2,5 \text{ sec}}$$

$$\Delta x = v_0 \Delta t - \frac{1}{2} |a| \Delta t^2 = 5 \cdot 2,5 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2,5^2 = 12,5 - 6,25 \Rightarrow \boxed{\Delta x = 6,25 \text{ m}}$$

► Αν μας ζητάει η εκφώνηση να βρούμε τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διάρκεια όλου του φαινομένου:

α) Θερμότητα κατά τη διάρκεια της κρούσης: $\boxed{Q_{\text{θερμ}} = |\Delta K_{\text{ολ}}| = |K_{\text{ολ}}(\text{μετά}) - K_{\text{ολ}}(\text{πριν})|}$

β) Θερμότητα κατά τη διάρκεια της επιβραδυνόμενης κίνησης του συσσωματώματος

$$\boxed{Q_{\text{θερμ.}} = |W_T| = |-T \Delta x|}$$

► Να τονίσουμε ότι στο συγκεκριμένο πρόβλημα δεν μπορούμε να ερμηνεύσουμε το Α.Δ.Μ.Ε γιατί υπάρχει η τριβή που δεν είναι συντηρητική δύναμη

Ένα ξύλινο κιβώτιο μάζας $M=20\text{kg}$ βρίσκεται ακίνητο στην άκρη της ταράτσας ενός ουρανοξύστη η οποία βρίσκεται σε ύψος $H=80\text{m}$ πάνω από το οριζόντιο έδαφος, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Ένα βλήμα μάζας $m=500\text{g}$, που

κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $u=200\text{m/s}$, συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο, το διαπερνά και εξέρχεται από αυτό με ταχύτητα που έχει μέτρο υποδιπλάσιο της αρχικής. Αμέσως μετά την κρούση και τα δύο σώματα (ξύλινο κιβώτιο και βλήμα), εκτελούν οριζόντια βολή.

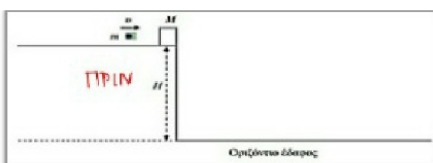
α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κιβωτίου αμέσως μετά την κρούση.

β) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που απελευθερώθηκε στο περιβάλλον λόγω της κρούσης του βλήματος με το κιβώτιο.

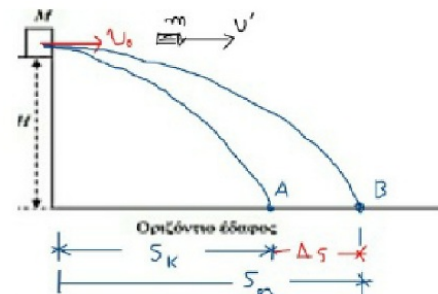
γ) Αν υποθέσετε ότι η χρονική διάρκεια κίνησης του βλήματος μέσα στο κιβώτιο είναι $\Delta t=0,1\text{s}$, να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης δύναμης F , που δέχθηκε το βλήμα από το κιβώτιο. Το κιβώτιο αλλά και το βλήμα μετά την οριζόντια βολή που εκτελούν, πέφτουν στο έδαφος στα σημεία Α και Β αντίστοιχα.

δ) Να υπολογίσετε την απόσταση ΑΒ.

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$ και ότι κατά τις κινήσεις των σωμάτων θεωρούμε μηδενική την αντίσταση του.



Μετ'α



$$\Delta p_{B\lambda} = -50 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

$$F_{B\lambda} = \frac{\Delta p_{B\lambda}}{\Delta t} = \frac{-50}{0,1} \Rightarrow F_{B\lambda} = -500 \text{ N}$$

$$\delta) H = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow t = 4 \text{ s}$$

$$S_K = u_0 \cdot t = 2,5 \cdot 4 \Rightarrow S_K = 10 \text{ m}$$

$$S_{B\lambda} = v' \cdot t = 100 \cdot 4 \Rightarrow S_{B\lambda} = 400 \text{ m}$$

$$\Delta S = S_{B\lambda} - S_K = 400 - 10 \Rightarrow$$

$$\Delta S = 390 \text{ m}$$

ΛΥΣΗ:

$$\alpha) \Delta \vec{p}_0: \vec{p}'_{0\lambda} = \vec{p}_{0\lambda} \Rightarrow m v = M u_0 + m v' \Rightarrow v_0 = \frac{m(v - v')}{M} \Rightarrow$$

$$v_0 = \frac{0,5 \cdot 100}{20} = \frac{50}{20} \Rightarrow v_0 = 2,5 \text{ m/s}$$

$$\beta) Q_{\text{θερμ}} = |\Delta K_{0\lambda}| = \left| \frac{1}{2} M v_0^2 + \frac{1}{2} m v'^2 - \frac{1}{2} m v^2 \right| =$$

$$= \left| \frac{1}{2} 20 \cdot 6,25 + \frac{1}{2} 0,5 \cdot 10^4 - \frac{1}{2} 0,5 \cdot 10^4 \right| =$$

$$= |62,5 + 2500 - 10000| = |62,5 - 5000| \Rightarrow Q_{\text{B}} = 7437,5 \text{ J}$$

$$\gamma) \Delta \vec{p}_{B\lambda} = \vec{p}'_{B\lambda} - \vec{p}_{B\lambda} \Rightarrow \Delta p_{B\lambda} = p'_{B\lambda} - p_{B\lambda} = m v' - m v = m(v' - v) \Rightarrow$$