

ΤΑΞΗ: Β ' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Ημερομηνία: Τετάρτη 04 Απριλίου 2018

Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις **A1 – A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

A1. Η γραμμική ταχύτητα στην ομαλή κυκλική κίνηση έχει διεύθυνση:

- α.** εφαπτόμενη στη κυκλική τροχιά.
- β.** κάθετη στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς.
- γ.** ίδια με της ακτίνας και φορά προς το κέντρο του κύκλου.
- δ.** ίδια με της ακτίνας και φορά προς τη περιφέρεια του κύκλου.

Μονάδες 5

A2. Από ύψος h εκτοξεύονται οριζόντια με ταχύτητες ίδιου μέτρου v_0 δυο σώματα διαφορετικής μάζας. Αν η αντίσταση του αέρα θεωρηθεί αμελητέα τότε:

- α.** πρώτο στο έδαφος φτάνει το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα.
- β.** πρώτο στο έδαφος φτάνει το σώμα με τη μικρότερη μάζα.
- γ.** τα σώματα φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος με ταχύτητες ίσου μέτρου.
- δ.** τα σώματα φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος με ταχύτητες διαφορετικού μέτρου.

Μονάδες 5

A3. Σε μια πλαστική κρούση:

- α.** δεν διατηρείται η ορμή του συστήματος.
- β.** η τελική κινητική ενέργεια του συστήματος είναι μεγαλύτερη της αρχικής.
- γ.** η κινητική ενέργεια του συστήματος διατηρείται σταθερή.
- δ.** η αρχική κινητική ενέργεια του συστήματος είναι μεγαλύτερη της τελικής.

Μονάδες 5

- A4.** Σε μια αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή:
- α.** η πίεση είναι ανάλογη του όγκου του αερίου.
 - β.** το έργο που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του είναι αντίθετο της μεταβολής της εσωτερικής του ενέργειας.
 - γ.** η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον είναι διάφορη του μηδενός.
 - δ.** η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

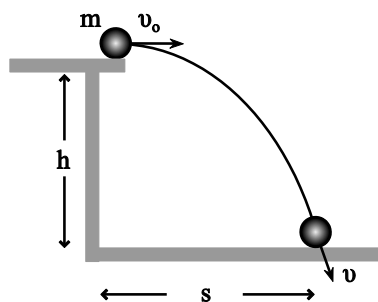
Μονάδες 5

- A5.** Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.
- α.** Σε μια ομαλή κυκλική κίνηση το μέτρο της ορμής παραμένει σταθερό.
 - β.** Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή είναι ανάλογη του φορτίου του και αντιστρόφως ανάλογη της τάσης του που εφαρμόζουμε στα άκρα του.
 - γ.** Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια δυο σημειακών φορτίων είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης.
 - δ.** Ο πυκνωτής είναι μια διάταξη αποθήκευσης ηλεκτρικού ρεύματος.
 - ε.** Η μέγιστη απόδοση για μια μηχανή Carnot που δουλεύει ανάμεσα σε θερμοκρασίες T_c και T_h είναι 100%.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Σφαίρα μικρών διαστάσεων ρίχνεται οριζόντια από ύψος h , με αρχική ταχύτητα μέτρου v_0 . Λίγο πριν χτυπήσει στο έδαφος έχει ταχύτητα μέτρου $v = \sqrt{2}v_0$.



Τότε η σχέση που συνδέει το βεληνεκές (s) με το ύψος (h) είναι :
(Δίνεται ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα)

α. $s = 2h$

β. $s = h$

γ. $s = \frac{h}{2}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

- B2.** Ένα σώμα Σ_1 μάζας m_1 κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με οριζόντια ταχύτητα v_1 . Το σώμα συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας m_2 . Εξαιτίας της κρούσης των δυο σωμάτων το 20% της αρχικής κινητικής ενέργειας του πρώτου σώματος μετατρέπεται σε θερμότητα.

Ο λόγος των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ των δυο σωμάτων είναι:

α. $\frac{m_1}{m_2} = 2$

β. $\frac{m_1}{m_2} = 0,5$

γ. $\frac{m_1}{m_2} = 4$

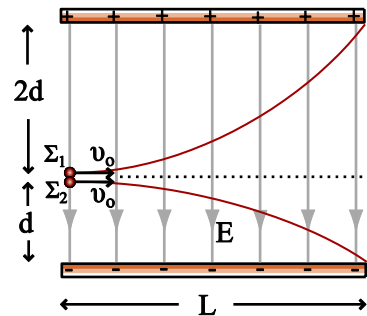
Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B3. Δυο υλικά σημεία Σ_1 και Σ_2 με μάζες $m_1=2m$ και $m_2=m$ έχουν ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 αντίστοιχα. Τα υλικά σημεία εισέρχονται ταυτόχρονα με την ίδια ταχύτητα v_0 μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές του γραμμές, από το ίδιο σημείο όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται μεταξύ των οπλισμών ενός επίπεδου πυκνωτή. Τα δυο υλικά σημεία εξέρχονται από τον πυκνωτή εφαπτομενικά με τους οπλισμούς του. Αν το βάρος των δυο υλικών σημείων είναι αμελητέο, τα μέτρα των ηλεκτρικών φορτίων τους συνδέονται με τη σχέση:



α. $|q_1| = |q_2|$

β. $|q_1| = 2|q_2|$

γ. $|q_1| = 4|q_2|$

i) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

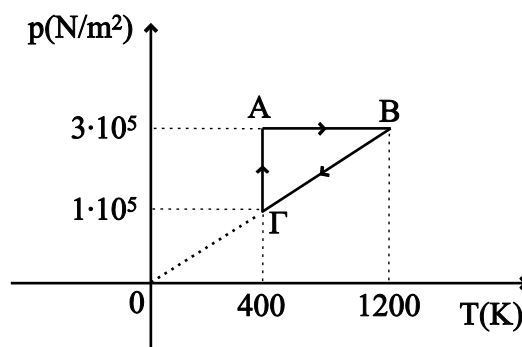
Μονάδες 2

ii) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Ιδανικό μονατομικό αέριο υφίσταται τη κυκλική μεταβολή που παριστάνεται στο παρακάτω P-T διάγραμμα.



Αν η ποσότητα του αερίου είναι $n = \frac{3}{R}$ mol, όπου R η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων στο (S,I), ζητούνται:

Γ1. Να ονομαστεί καθεμία από τις παραπάνω αντιστρεπτές μεταβολές.

Μονάδες 5

Γ2. Να παρασταθεί το P-V διάγραμμα της κυκλικής μεταβολής σε βαθμολογημένους άξονες .

Μονάδες 6

Γ3. Να βρείτε τον συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής που λειτουργεί συμφωνά με τον παραπάνω αντιστρεπτό κύκλο.

Μονάδες 7

Γ4. Ένας εφευρέτης ισχυρίζεται ότι μπορεί να βελτιώσει την παραπάνω θερμική μηχανή πετυχαίνοντας απόδοση 80%. Είναι δυνατόν ο εφευρέτης να φτιάξει μια τέτοια θερμική μηχανή αν η μηχανή αυτή λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών με την παραπάνω κυκλική μεταβολή;

Μονάδες 7

Δίνονται: $C_p = \frac{5}{2}R$ και $\ln 3 \approx 1,1$.

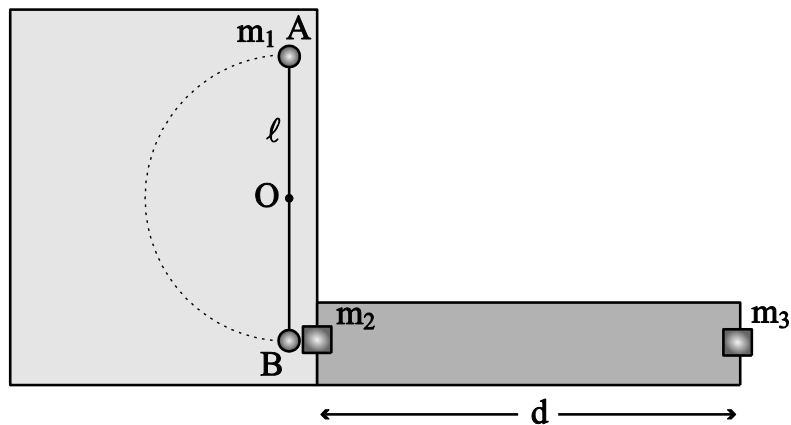
ΘΕΜΑ Δ

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κάτοψη ενός τραπεζιού, στο ένα άκρο του οποίου υπάρχει ένας διάδρομος μήκους $d=3m$. Μια σφαίρα μάζας $m_1=0,1Kg$ είναι στερεωμένη στην άκρη νήματος μήκους $\ell = \frac{2}{\pi}m$, η άλλη άκρη του οποίου είναι στερεωμένη σε σταθερό σημείο O.

Η σφαίρα ξεκινάει να κάνει ομαλή κυκλική κίνηση τη χρονική στιγμή $t_0=0$ από τη θέση A έχοντας γραμμική ταχύτητα μέτρου $v_1=4m/s$. Τη χρονική στιγμή t_1 βρίσκεται στο σημείο B που είναι αντιδιαμετρικό του A και συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ένα σώμα μάζας m_2 . Μετά την κρούση η σφαίρα σταματάει να κινείται ενώ το σώμα αποκτά ταχύτητα μέτρου v_2 .

Δ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα v_2 του σώματος μάζας m_2 .

Μονάδες 4



Στη συνέχεια το σώμα μάζας m_2 κινείται κατά μήκος του διαδρόμου d με τον οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής $\mu=0,2$. Φτάνοντας στο τέλος του διαδρόμου τη χρονική στιγμή t_2 συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με ακίνητο σώμα μάζας $m_3=0,3\text{Kg}$.

Δ2. Να υπολογίσετε το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας της σφαίρας που έγινε θερμότητα

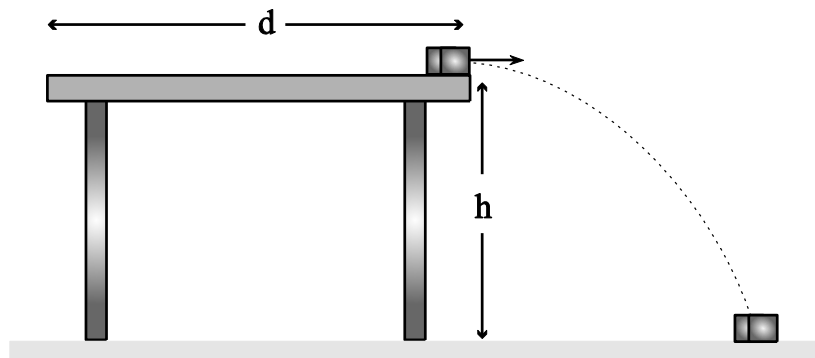
Δ2.1. εξαιτίας της τριβής κατά την κίνηση του σώματος μάζας m_2 .

Μονάδες 4

Δ2.2. κατά την πλαστική κρούση των δυο σωμάτων.

Μονάδες 4

Αμέσως μετά την πλαστική κρούση, το συσσωμάτωμα εκτελεί οριζόντια βολή από ύψος $h=0,8\text{m}$ (το ύψος του τραπεζιού).



Δ3. Να υπολογίσετε την αύξηση της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος κατά τη διάρκεια της οριζόντιας βολής.

Μονάδες 5

Α4. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t στην οποία το συσσωμάτωμα φτάνει στο έδαφος.

Μονάδες 8

Να θεωρήσετε:

- ο τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες.
- ο τη χρονική διάρκεια των κρούσεων αμελητέα.
- ο ότι τα σχήματα δεν είναι υπό κλίμακα.
- ο τις διαστάσεις των σωμάτων αμελητέες.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. α, **A2.** γ, **A3.** δ, **A4.** β, **A5.** Σ, Λ, Λ, Λ, Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή η α.

Από την ταχύτητα στον άξονα y είναι παίρνουμε:

$$\begin{aligned} v^2 = v_0^2 + v_y^2 &\Rightarrow (\sqrt{2}v_0)^2 = v_0^2 + v_y^2 \Rightarrow 2v_0^2 = v_0^2 + v_y^2 \Rightarrow v_y^2 = v_0^2 \Rightarrow v_y = v_0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow gt = v_0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{g} \end{aligned}$$

Διαιρώντας κατά μέλη το ύψος και το βεληνεκές παίρνουμε:

$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{1}{2}gt^2 \\ s &= v_0 t \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{h}{s} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} \Rightarrow \frac{h}{s} = \frac{gt}{2v_0} \Rightarrow \frac{h}{s} = \frac{g}{2v_0} \frac{v_0}{g} \Rightarrow \frac{h}{s} = \frac{1}{2} \Rightarrow s = 2h$$

B2. Σωστή η γ.

Από τη διατήρηση της ορμής κατά την κρούση παίρνουμε:

$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_{\kappa} \Rightarrow v_{\kappa} = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2)}$$

Από το ποσοστό της ενέργειας που γίνεται θερμότητα παίρνουμε:

$$\begin{aligned} \Delta K &= 0,2K_{\text{αρχ}} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{\kappa}^2 = 0,2 \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \Rightarrow \\ m_1 v_1^2 - (m_1 + m_2) \frac{m_1^2 v_1^2}{(m_1 + m_2)^2} &= 0,2 m_1 v_1^2 \Rightarrow 1 - \frac{m_1}{m_1 + m_2} = 0,2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{m_1}{m_1 + m_2} &= 0,8 \Rightarrow m_1 = 0,8m_1 + 0,8m_2 \Rightarrow 0,2m_1 = 0,8m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 4 \end{aligned}$$

B3. i) Σωστή η γ.

ii) Ο χρόνος κίνησης μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο είναι ίδιος και για τα δυο υλικά σημεία.

$$L = v_0 t \Rightarrow t = \frac{L}{v_0}$$

Οι αποκλίσεις των υλικών σημείων όταν εξέρχονται από τον πυκνωτή είναι:

$$y_1 = 2d \Rightarrow \frac{1}{2} \alpha_1 t^2 = 2d \quad (1)$$

$$y_2 = d \Rightarrow \frac{1}{2} \alpha_2 t^2 = d \quad (2)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις παραπάνω σχέσεις παίρνουμε:

$$\frac{\frac{1}{2} \alpha_1 t^2}{\frac{1}{2} \alpha_2 t^2} = \frac{2d}{d} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 2 \Rightarrow \frac{\frac{E|q_1|}{m_1}}{\frac{E|q_2|}{m_2}} = 2 \Rightarrow \frac{|q_1| m_2}{|q_2| m_1} = 2 \Rightarrow \frac{|q_1| m}{|q_2| 2m} = 2 \Rightarrow |q_1| = 4|q_2|$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η κυκλική μεταβολή αποτελείται από τις παρακάτω μεταβολές:

ΑΒ: Ισοβαρής εκτόνωση-θέρμανση

ΒΓ: Ισόχωρη ψύξη

ΓΑ: Ισόθερμη συμπίεση

Γ2. Εφαρμόζουμε την καταστατική εξίσωση για την Α κατάσταση:

$$P_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \Rightarrow 3 \cdot 10^5 \cdot V_A = \frac{3}{R} R \cdot 400 \Rightarrow V_A = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

ΑΒ Ισοβαρής

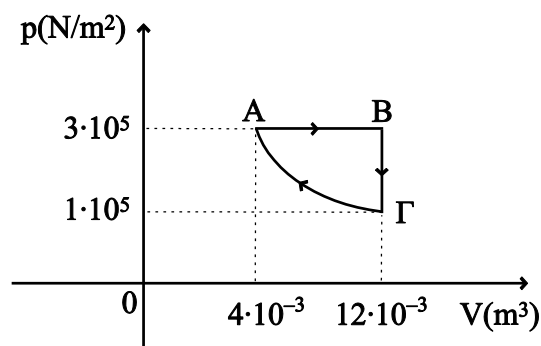
$$P_A = P_B = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_A}{T_A} \Rightarrow \frac{V_B}{1200} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{400} \Rightarrow V_B = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

ΒΓ Ισόχωρη:

$$V_B = V_\Gamma = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Το διάγραμμα p-V φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Γ3. Υπολογίζουμε το έργο του κύκλου και τη δαπανώμενη θερμότητα.

$$Q_h = Q_{AB} = nC_P(T_B - T_A) = \frac{3}{R} \cdot \frac{5}{2} R \cdot (1200 - 400) \Rightarrow Q_h = 6000 \text{ J}$$

$$W_{AB} = P_A (V_B - V_A) = 3 \cdot 10^5 (12 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}) = 2400 \text{ J}$$

$$W_{\Gamma A} = nRT_A \ln \frac{V_A}{V_{\Gamma}} = \frac{3}{R} R \cdot 400 \cdot \ln \frac{4 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow W_{\Gamma A} = -1320 \text{ J}$$

$$W_1 = W_{AB} + W_{B\Gamma} + W_{\Gamma A} \Rightarrow W_1 = 2400 + 0 - 1320 \Rightarrow W_1 = 1080 \text{ J}$$

Και ο συντελεστής απόδοσης είναι:

$$e_1 = \frac{W_1}{Q_h} = \frac{1080}{6000} = 0,18 \text{ ή } 18\%$$

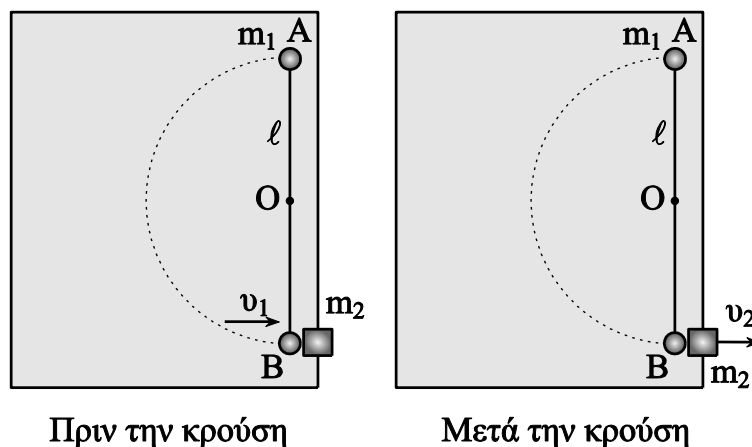
Γ4. Γνωρίζουμε ότι για μια θερμική μηχανή που λειτουργεί μεταξύ δυο ακραίων θερμοκρασιών την μεγαλύτερη απόδοση την έχει η μηχανή Carnot. Ο συντελεστής απόδοσης μιας μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των παραπάνω ακραίων θερμοκρασιών είναι:

$$e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{400}{1200} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \approx 0,66 \text{ ή } 66\%$$

Δεν είναι δυνατόν λοιπόν να φτιάξει ο εφευρέτης μια θερμική μηχανή με απόδοση 80% γιατί σύμφωνα με το θεώρημα Carnot δε μπορεί να υπάρξει θερμική μηχανή που να λειτουργεί μεταξύ δυο ακραίων θερμοκρασιών και να έχει μεγαλύτερη απόδοση από τη μηχανή Carnot.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από την αρχή διατήρησης της ορμής κατά την κρούση παίρνουμε:



$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow m_1 v_1 = m_2 v_2 \quad (1)$$

Από την αρχή διατήρησης της κινητικής ενέργειας κατά την κρούση παίρνουμε:

$$K_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1 v_1 v_1 = m_2 v_2 v_2 \xrightarrow{(1)} v_1 = v_2 \Rightarrow v_2 = 4 \text{ m/s}$$

Από τη σχέση (1) παίρνουμε:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \xrightarrow{v_1=v_2} m_1 = m_2 \Rightarrow m_2 = 0,1 \text{ Kg}$$

Δ2.

Δ2.1. Η θερμότητα που εμφανίζεται λόγω της τριβής ισούται με το έργο της τριβής.

$$W_T = -T d = -\mu m_2 g d = -0,2 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 3 = -0,6 \text{ J}$$

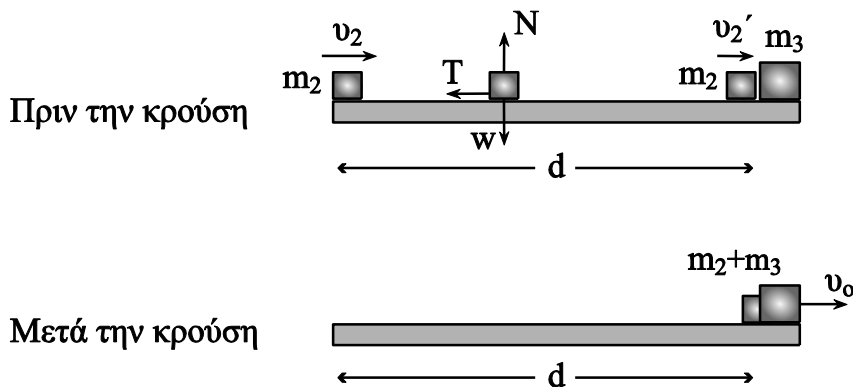
Η αρχική κινητική ενέργεια της σφαίρας είναι:

$$K_{\sigma, \text{αρχ}} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} 0,1 \cdot 4^2 = 0,8 \text{ J}$$

Και το ποσοστό είναι:

$$\Pi = \frac{W_T}{K_{\sigma, \text{αρχ}}} = \frac{-0,6}{0,8} = -0,75 \rightarrow -75\%$$

Δ2.2. Εφαρμόζοντας το ΘΜΚΕ υπολογίζουμε την ταχύτητα του σώματος μάζας m_2 ακριβώς πριν την κρούση του με το σώμα μάζας m_3 .



$$\begin{aligned} \Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_T = K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} \Rightarrow W_T &= \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 - \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow -0,6 = \frac{1}{2} 0,1 v_2'^2 - \frac{1}{2} 0,1 \cdot 4^2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow 0,2 = \frac{1}{2} 0,1 v_2'^2 \Rightarrow v_2'^2 = 4 \Rightarrow v_2' = 2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Υπολογίζουμε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow m_2 v_2' = (m_2 + m_3) v_0 \Rightarrow 0,1 \cdot 2 = 0,4 v_0 \Rightarrow v_0 = 0,5 \text{ m/s}$$

Και το ποσοστό της ενέργειας που γίνεται θερμότητα κατά την κρούση είναι:

$$\begin{aligned} \Pi' &= \frac{\Delta K}{K_{\sigma, \text{αρχ}}} = \frac{K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}}}{K_{\sigma, \text{αρχ}}} = \frac{\frac{1}{2} (m_2 + m_3) v_0^2 - \frac{1}{2} m_2 v_2'^2}{\frac{1}{2} m_1 v_1^2} = \frac{0,4 \cdot 0,5^2 - 0,1 \cdot 2^2}{0,1 \cdot 4^2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Pi' = \frac{0,1 - 0,4}{1,6} = \frac{-0,3}{1,6} = -0,1875 \rightarrow -18,75\% \end{aligned}$$

Δ3. Εφαρμόζοντας το Θ.Μ.Κ.Ε. κατά τη διάρκεια της οριζόντιας βολής παίρνουμε:

$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_w = \Delta K \Rightarrow \Delta K = (m_2 + m_3) gh = 0,4 \cdot 10 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ J}$$

Δ4. Η περίοδος της κυκλικής κίνησης της σφαίρας είναι:

$$v_1 = \frac{2\pi\ell}{T} \Rightarrow 4 = \frac{2\pi \cdot \frac{2}{\pi}}{T} \Rightarrow 4 = \frac{4}{T} \Rightarrow T = 1 \text{ s}$$

Ο χρόνος t_1 της κυκλικής κίνησης είναι:

$$t_1 = \frac{T}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ s}$$

Ο χρόνος κίνησης t_2 του σώματος μάζας m_2 στο οριζόντιο επίπεδο είναι:

$$\begin{aligned} \Sigma F &= \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow -T = \frac{p_{\text{τελ}} - p_{\text{αρχ}}}{t_2} \Rightarrow -\mu m_2 g = \frac{m_2 v_2' - m_2 v_2}{t_2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow -\mu g = \frac{v_2' - v_2}{t_2} \Rightarrow -0,2 \cdot 10 = \frac{2 - 4}{t_2} \Rightarrow t_2 = 1 \text{ s} \end{aligned}$$

Ο χρόνος κίνησης της οριζόντιας βολής είναι:

$$h = \frac{1}{2}gt_3^2 \Rightarrow 0,8 = \frac{1}{2}10t_3^2 \Rightarrow t_3^2 = 0,16 \Rightarrow t_3 = 0,4\text{s}$$

Και ο συνολικός χρόνος είναι:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 0,5 + 1 + 0,4 = 1,9\text{s}$$