ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2015
Β΄ ΦΑΣΗ

Ε_3.Φλ2ΓΘ(α)

ΤΑΞΗ: Β΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ / ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Ημερομηνία: Κυριακή 19 Απριλίου 2015
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. ➔ β
Α2. ➔ γ
Α3. ➔ δ
Α4. ➔ δ

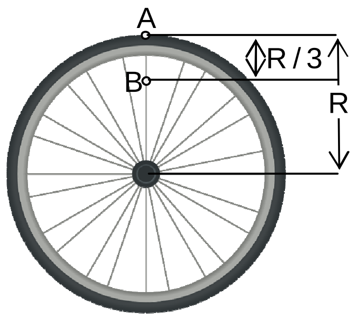
Α5.
α-ΣΩΣΤΟ
β-ΛΑΘΟΣ
γ-ΛΑΘΟΣ
δ-ΛΑΘΟΣ
ε-ΣΩΣΤΟ

ΘΕΜΑ Β

Β1. **Σωστό το γ**

Εφόσον η συχνότητα περιστροφής του τροχού είναι σταθερή, τα Α και Β θα εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση. Τα σημεία Α και Β διαγράφουν έναν κύκλο στον ίδιο χρόνο και συνεπώς έχουν την ίδια περίοδο. Για τα μέτρα των γραμμικών ταχυτήτων των σημείων θα ισχύει:

$$\upsilon_A = \frac{2\pi R_A}{T} \text{ και } \upsilon_B = \frac{2\pi R_B}{T}$$



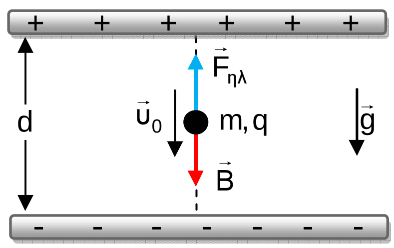
Από το διπλανό σχήμα προκύπτει:

$$R_A = R \text{ και } R_B = R - \frac{R}{3} = \frac{2R}{3}$$

Συνεπώς:

$$\frac{\upsilon_A}{\upsilon_B} = \frac{\frac{2\pi R_A}{T}}{\frac{2\pi R_B}{T}} = \frac{2\pi R_A T}{2\pi R_B T} = \frac{R_A}{R_B} = \frac{R}{\frac{2R}{3}} = \frac{3R}{2R} \Leftrightarrow \boxed{\frac{\upsilon_A}{\upsilon_B} = \frac{3}{2}}$$

Β2. **Σωστό το β**



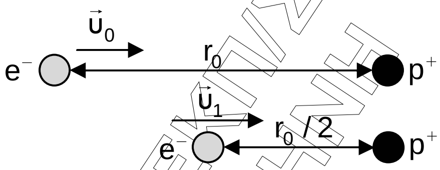
Αφού το φορτισμένο σωματίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα, θα πρέπει, σύμφωνα με τον 1ο Νόμο του Newton, η συνισταμένη δύναμη που δέχεται να είναι μηδενική. Συνεπώς, η δύναμη που δέχεται από το ηλεκτρικό πεδίο θα πρέπει να είναι αντίθετη του βάρους του. **Άρα το πρόσημο του φορτίου είναι αρνητικό**. Από τον 1ο Νόμο του Newton:

$$\Sigma\vec{F}=0 \text{ ή } F_{\eta\lambda}=B \Leftrightarrow |q|\cdot E=mg \xrightarrow{E=\frac{V}{d}} |q|\cdot\frac{V}{d}=mg \Leftrightarrow |q|\cdot V=mgd \Leftrightarrow$$

$$|q|=\frac{mgd}{V} \xrightarrow{q<0} \boxed{q=-\frac{mgd}{V}}$$

Β3. **Σωστό το α**

Επειδή η μοναδική δύναμη που δρα στο σύστημα των δυο σωματιδίων είναι η ηλεκτρική, η οποία είναι διατηρητική, η μηχανική ενέργεια του συστήματος θα παραμένει σταθερή. Εφαρμόζοντας την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας μεταξύ αρχικής και τελικής θέσης του συστήματος, έχουμε:



$$E_{MHX(\alpha\rho\chi)}=E_{MHX(\tau\varepsilon\lambda)} \Leftrightarrow K_{(\alpha\rho\chi)}+U_{\eta\lambda(\alpha\rho\chi)}=K_{(\tau\varepsilon\lambda)}+U_{\eta\lambda(\tau\varepsilon\lambda)} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2}m_e u_0^2+k_c\frac{q_{e^-}\cdot q_{p^+}}{r_0}=\frac{1}{2}m_e u_1^2+k_c\frac{q_{e^-}\cdot q_{p^+}}{\frac{r_0}{2}} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2}m_e u_0^2+k_c\frac{(-e)\cdot(+e)}{r_0}=\frac{1}{2}m_e u_1^2+k_c\frac{2(-e)\cdot(+e)}{r_0} \Leftrightarrow$$

$$m_e u_0^2-2k_c\frac{e^2}{r_0}=m_e u_1^2-4k_c\frac{e^2}{r_0} \Leftrightarrow \quad m_e u_0^2+2k_c\frac{e^2}{r_0}=m_e u_1^2 \Leftrightarrow$$

$$u_0^2+2k_c\frac{e^2}{m_e r_0}=u_1^2 \Leftrightarrow u_1=\sqrt{u_0^2+\frac{2\cdot k_c e^2}{m_e r_0}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1

ΑΒ: Ισοβαρής θέρμανση και εκτόνωση (εφόσον όταν P=σταθ. $V\propto T$)

Νόμος Gay Lussac: $\boxed{\frac{V}{T}=\sigma\tau\alpha\theta.}$ ➔ όταν P=σταθ.

ΒΓ: Ισόχωρη ψύξη, Νόμος Charles: $\boxed{\frac{P}{T}=\sigma\tau\alpha\theta.}$ ➔ όταν V=σταθ.

ΓΑ: Ισόθερμη συμπίεση (εφόσον όταν Τ=σταθ. $V \propto \frac{1}{P}$),

Νόμος Boyle, $\boxed{P \cdot V = \sigma\tau\alpha\theta.}$ ➔ όταν Τ=σταθ.

Γ2

Δίνεται: $U_\Gamma = \frac{U_B}{4} \Leftrightarrow nC_V T_\Gamma = \frac{nC_V T_B}{4} \xrightarrow{T_\Gamma = T_A} T_A = \frac{T_B}{4} \Leftrightarrow \underline{T_B = 4T_0}$

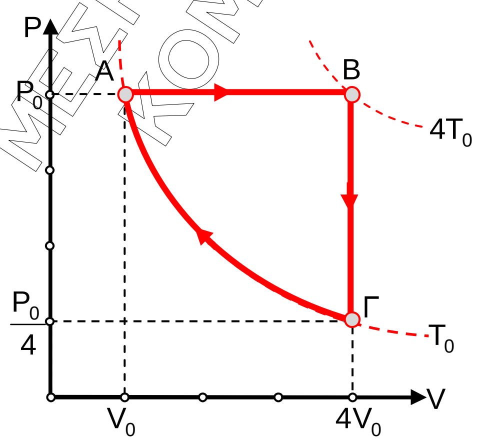
Υπολογίζουμε: $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \Leftrightarrow \frac{V_0}{T_0} = \frac{V_B}{4T_0} \Leftrightarrow \underline{V_B = 4V_0}$

$\frac{P_B}{T_B} = \frac{P_\Gamma}{T_\Gamma} \Leftrightarrow \frac{P_0}{4T_0} = \frac{P_\Gamma}{T_0} \Leftrightarrow \underline{P_\Gamma = \frac{P_0}{4}}$

Συνοψίζοντας:

Κατάσταση	*P*	*V*	*T*
A	P_0	V_0	T_0
B	P_0	$4V_0$	$4T_0$
Γ	$P_0/4$	$4V_0$	T_0

Οπότε το ζητούμενο διάγραμμα είναι:



Γ3

$W_{AB} = P_0(4V_0 - V_0) = 3 \cdot P_0 V_0$

$W_{B\Gamma} = 0$

$W_{\Gamma A} = nRT_0 \ln\frac{V_0}{4V_0} \Leftrightarrow W_{\Gamma A} = P_0 V_0 \ln\frac{1}{4} \Leftrightarrow W_{\Gamma A} = P_0 V_0 (\ln 1 - \ln 4) \xrightarrow{\ln 1 = 0}$

$W_{\Gamma A} = -P_0 V_0 \ln 2^2 \Leftrightarrow W_{\Gamma A} = -2P_0 V_0 \ln 2 \Leftrightarrow W_{\Gamma A} = -1{,}4 \cdot P_0 V_0$

$W_{o\lambda} = W_{AB} + W_{B\Gamma} + W_{\Gamma\Delta} \Leftrightarrow W_{o\lambda} = 3P_0V_0 - 1{,}4P_0V_0 \Leftrightarrow \boxed{W_{o\lambda} = 1{,}6 \cdot P_0 V_0}$

Γ4

$$C_P = C_V + R \Leftrightarrow C_P = \frac{3}{2}R + R \Leftrightarrow C_P = \frac{5}{2}R$$

$$Q_{AB} = nC_P(4T_0 - T_0) = 3nC_PT_0 = 3n\frac{5}{2}RT_0 = \frac{15}{2}nRT_0 = 7{,}5\cdot P_0V_0$$

$$Q_{B\Gamma} = nC_V(T_0 - 4T_0) = -3nC_VT_0 < 0$$

$$Q_{\Gamma A} = W_{\Gamma A} < 0$$

άρα:

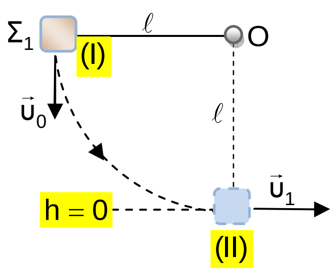
$$\underline{Q_h = Q_{AB} = 7{,}5\cdot P_0V_0}$$

Ο ζητούμενος συντελεστής απόδοσης θα είναι: $e = \frac{W}{Q_h} = \frac{1{,}6\cdot P_0V_0}{7{,}5\cdot P_0V_0}$ ή $\boxed{e = \frac{16}{75} \approx 0{,}21}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1

Η μοναδική δύναμη που παράγει έργο κατά την κίνηση του Σ_1 από την αρχική θέση (Ι) έως την κατακόρυφη (ΙΙ), είναι το βάρος του, που είναι διατηρητική (συντηρητική). Η τάση του νήματος δεν παράγει έργο διότι είναι συνεχώς κάθετη στη στοιχειώδη μετατόπιση. Συνεπώς η μηχανική ενέργεια του Σ_1 θα διατηρείται σταθερή (Α.Δ.Μ.Ε):



$$E_{MHX(I)} = E_{MHX(II)} \Leftrightarrow K_{(I)} + U_{(I)} = K_{(II)} + U_{(II)} \Leftrightarrow$$

$$m_1g\ell + \frac{1}{2}m_1\cdot\upsilon_0^2 = \frac{1}{2}m_1\cdot\upsilon_1^2 \Leftrightarrow 2g\ell + \upsilon_0^2 = \upsilon_1^2 \Leftrightarrow \ell = \frac{\upsilon_1^2 - \upsilon_0^2}{2g} \Leftrightarrow \ell = \frac{20^2 - 19^2}{20} \Leftrightarrow \boxed{\ell = 1{,}95\ m}$$

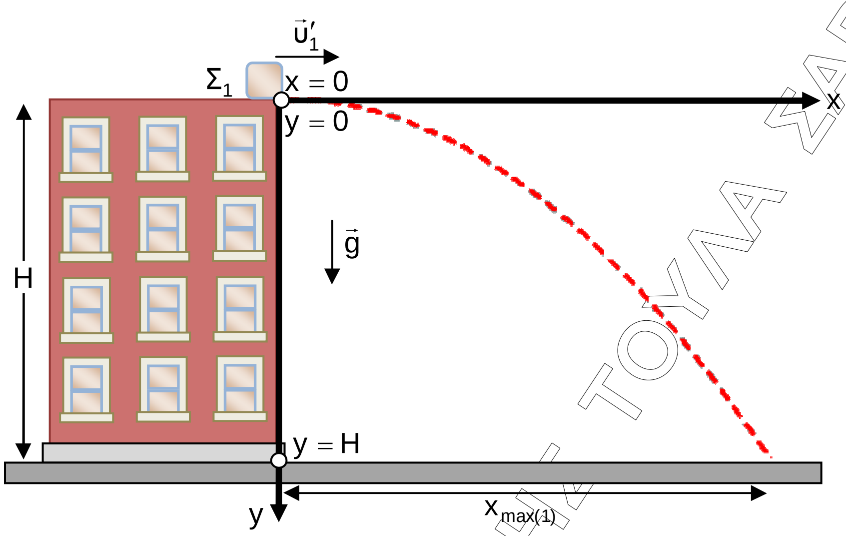
Γνωρίζουμε πως το βεληνεκές της οριζόντιας βολής του Σ_1 είναι $x_{max(1)} = 20\ m$ (δες σχήμα παρακάτω).

Ο χρόνος πτώσης του Σ_1 θα είναι:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \Leftrightarrow 2y = gt^2 \Leftrightarrow t^2 = \frac{2y}{g} \xrightarrow{\text{στο έδαφος: } y=H}$$

$$t_\pi^2 = \frac{2H}{g} \Leftrightarrow t_\pi = \sqrt{\frac{2H}{g}} \Leftrightarrow t_\pi = \sqrt{\frac{2\cdot 20}{10}} \Leftrightarrow t_\pi = \sqrt{4} \Leftrightarrow \underline{t_\pi = 2\ s}$$

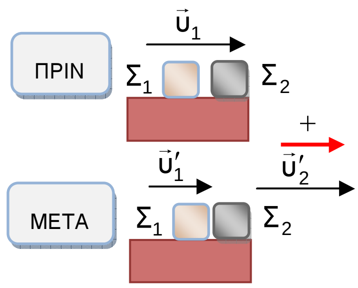
Έστω υ_1' το μέτρο της ταχύτητας του Σ_1 αμέσως μετά την κρούση με το Σ_2.



Στην οριζόντια βολή η κίνηση στον οριζόντιο άξονα x, είναι ευθύγραμμη ομαλή, οπότε: $x_{max(1)} = υ'_1 \cdot t_π \Leftrightarrow υ'_1 = \dfrac{x_{max(1)}}{t_π} \Leftrightarrow υ'_1 = \dfrac{20}{2} \Leftrightarrow \boxed{υ'_1 = 10\dfrac{m}{s}}$

Συνεπώς η ταχύτητα που αποκτά το $Σ_1$ αμέσως μετά την κρούση έχει μέτρο $υ'_1 = 10\dfrac{m}{s}$, διεύθυνση οριζόντια και φορά προς τα δεξιά.

Δ2



Στο διπλανό σχήμα εικονίζονται τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ ελάχιστα πριν και ελάχιστα μετά την κρούση τους. Επειδή η στέγη είναι λεία το $Σ_1$ συγκρούεται με το $Σ_2$ έχοντας ταχύτητα μέτρου $υ_1$.

Επειδή το σύστημα των δυο σωμάτων είναι μονωμένο, θα ισχύει η **Αρχή Διατήρησης της Ορμής:**

$\vec{p}_{ολ(πριν)} = \vec{p}_{ολ(μετά)} \Leftrightarrow \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \Leftrightarrow \vec{p}_1 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$

ή αλγεβρικά (με βάση τη φορά που ορίσαμε ως θετική στο σχήμα):

$p_1 = p'_1 + p'_2 \Leftrightarrow m_1 \cdot υ_1 = m_1 \cdot υ'_1 + m_2 \cdot υ'_2 \Leftrightarrow$

$m_1 \cdot υ_1 - m_1 \cdot υ'_1 = m_2 \cdot υ'_2 \Leftrightarrow υ'_2 = \dfrac{m_1 \cdot (υ_1 - υ'_1)}{m_2} \Leftrightarrow υ'_2 = \dfrac{2 \cdot (20-10)}{1} \Leftrightarrow \underline{υ'_2 = 20\dfrac{m}{s}}$

Το φαινόμενο της κρούσης είναι στιγμιαίο και συνεπώς οι θέσεις των σωμάτων πριν και μετά την κρούση είναι ίδιες, οπότε η δυναμική τους ενέργεια δεν μεταβάλλεται. Συνεπώς, η μεταβολή της μηχανικής ενέργειας οφείλεται αποκλειστικά στην μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος.

$$K_{ολ(πριν)}=\frac{1}{2}m_1\cdot υ_1^2 \Leftrightarrow K_{ολ(πριν)}\frac{1}{2}2\cdot 20^2 \Leftrightarrow \underline{K_{ολ(πριν)}=400\ \text{J}}$$

$$K_{ολ(μετά)}=\frac{1}{2}m_1\cdot υ_1'^2+\frac{1}{2}m_2\cdot υ_2'^2 \Leftrightarrow K_{ολ(μετά)}=\frac{1}{2}2\cdot 10^2+\frac{1}{2}1\cdot 20^2 \Leftrightarrow$$

$$K_{ολ(μετά)}=100+200 \Leftrightarrow \underline{K_{ολ(μετά)}=300\ \text{J}}$$

$$ΔE_{ΜΗΧ}=ΔK_{ολ}=K_{ολ(μετά)}-K_{ολ(πριν)} \Leftrightarrow ΔE_{ΜΗΧ}=300-400 \Leftrightarrow \boxed{ΔE_{ΜΗΧ}=-100\ \text{J}}$$

Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει πως πρόκειται για απώλεια ενέργειας.

Δ3

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του $Σ_2$ ισούται με τη συνισταμένη δύναμη που δέχεται το σώμα: $\frac{d\vec{p}_2}{dt}=Σ\vec{F}_2$

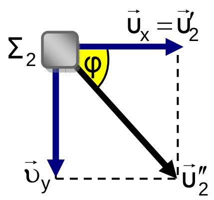
Η μοναδική δύναμη, όμως, που δρα στο $Σ_2$ ενόσω εκτελεί οριζόντια βολή είναι η δύναμη του βάρους του, που παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της κίνησης. Άρα το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του $Σ_2$ είναι σταθερό σε όλη τη διάρκεια της κίνησης έως και τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος, και ισούται με:

$$\left|\frac{dp_2}{dt}\right|=\left|ΣF_2\right| \Leftrightarrow \left|\frac{dp_2}{dt}\right|=\left|w_2\right| \Leftrightarrow \left|\frac{dp_2}{dt}\right|=m_2 g \Leftrightarrow \boxed{\left|\frac{dp_2}{dt}\right|=10\ \text{N}}$$

Στο παρακάτω σχήμα σχεδιάζουμε τις συνιστώσες της ταχύτητας του $Σ_2$ τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος. Επειδή ο χρόνος πτώσης στην οριζόντια βολή εξαρτάται μόνο από το ύψος βολής, το $Σ_2$ θα φτάσει στο έδαφος ταυτόχρονα με το $Σ_1$ την t=2s (τα σώματα θεωρούνται σημειακά και συνεπώς εγκαταλείπουν ταυτόχρονα τη στέγη).

Τη στιγμή t=2s το μέτρο της οριζόντιας συνιστώσας της ταχύτητας είναι:

$$υ_x=υ_2=20\frac{\text{m}}{\text{s}}$$



ενώ της κατακόρυφης συνιστώσας της ταχύτητας είναι:

$$υ_y=g\cdot t=10\cdot 2=20\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Συνεπώς το μέτρο της ταχύτητας του $Σ_2$, είναι:

$$υ_2''=\sqrt{υ_x^2+υ_y^2} \Leftrightarrow υ_2''=\sqrt{20^2+20^2} \Leftrightarrow υ_2''=\sqrt{2\cdot 20^2} \Leftrightarrow υ_2''=20\sqrt{2}=20\cdot 1{,}4 \Leftrightarrow \underline{υ_2''=28\frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Η ταχύτητα του $Σ_2$ σχηματίζει με την οριζόντια διεύθυνση γωνία φ, με:

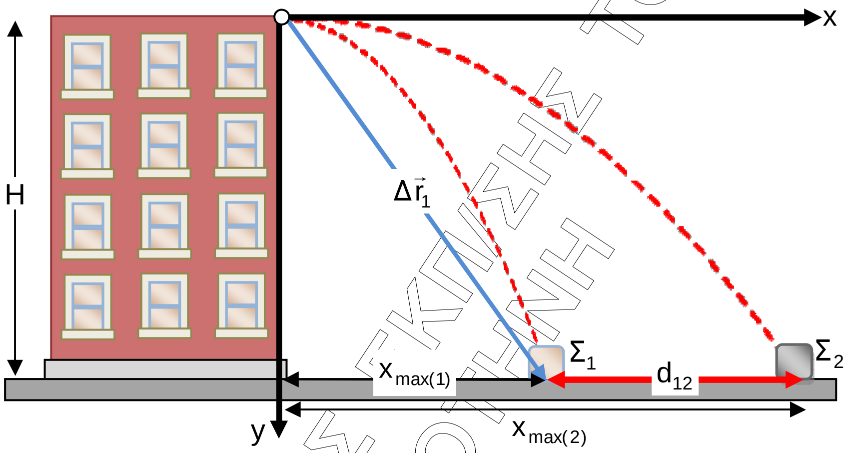
$$εφφ=\frac{υ_y}{υ_x}=\frac{20}{20} \Leftrightarrow εφφ=1 \text{ ή } \underline{φ=45^\circ}$$

Η ορμή του Σ_2 την ίδια στιγμή θα έχει μέτρο:

$$p_2'' = m_2 \upsilon_2'' \Leftrightarrow p_2'' = 1 \cdot 28 \Leftrightarrow \boxed{p_2'' = 28 \frac{kg \cdot m}{s}}$$

και κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση της ταχύτητας, δηλ. θα σχηματίζει γωνία 45^o με την οριζόντια διεύθυνση.

Δ4



Το βεληνεκές της οριζόντιας βολής του Σ_2 είναι:

$$x_{max(2)} = \upsilon_2' \cdot t_\pi \Leftrightarrow x_{max(2)} = 20 \cdot 2 \Leftrightarrow \underline{x_{max(2)} = 40\ \ m}$$

Η απόσταση του Σ_2 από το Σ_1 στο έδαφος είναι:

$$d_{12} = x_{max(2)} - x_{max(1)} \Leftrightarrow d_{12} = 40 - 20 \Leftrightarrow \boxed{d_{12} = 20\ \ m}$$

Η μετατόπιση του Σ_1 κατά την κίνησή του από την άκρη της στέγης μέχρι το έδαφος είναι το διάνυσμα που συνδέει την αρχική με την τελική θέση του σώματος.

Το μέτρο της ισούται (βάσει του Πυθαγορείου θεωρήματος) με:

$$|\Delta r_1| = \sqrt{H^2 + x_{max(1)}^2} \Leftrightarrow |\Delta r_1| = \sqrt{20^2 + 20^2} \Leftrightarrow |\Delta r_1| = 20\sqrt{2} \Leftrightarrow |\Delta r_1| = 20 \cdot 1{,}4 \Leftrightarrow \boxed{|\Delta r_1| = 28\ \ m}$$