ΤΑΞΗ: **Β΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: **ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΦΥΣΙΚΗ**

Ημερομηνία: Σάββατο 16 Απριλίου 2022
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ **Α2.** β **Α3.** γ **Α4.** α

Α5. α. Σ , β. Σ , γ. Λ , δ. Σ , ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. α. Στην ομαλή κυκλική κίνηση των δορυφόρων το βάρος τους είναι η κεντρομόλος δύναμη, δηλαδή $F = \frac{GmM_Γ}{(R_Γ+h)^2} = m\frac{υ^2}{(R_Γ+h)} \Rightarrow υ = \sqrt{\frac{GM_Γ}{R_Γ+h}} = \sqrt{\frac{2GM_Γ}{3R_Γ}}$

β. Σωστή απάντηση **Ι** .

Καθώς οι δορυφόροι περιστρέφονται στο ίδιο ύψος h από την επιφάνεια της Γης έχουν ταχύτητες ίσων μέτρων $υ_1 = υ_2 = \sqrt{\frac{GM_Γ}{R_Γ+h}} = \sqrt{\frac{2GM_Γ}{3R_Γ}}$, όπου G η σταθερά της παγκόσμιας έλξης, $M_Γ$ η μάζα της Γης και $R_Γ$ η ακτίνα της.

Η συνολική κινητική τους ενέργεια πριν την κρούση είναι ίση με:

$K_{πριν} = \frac{1}{2}m_1υ_1^2 + \frac{1}{2}m_2υ_2^2 = \frac{2GmM_Γ}{3R_Γ}$.

Η ορμή του συστήματος των 2 δορυφόρων διατηρείται στην πλαστική κρούση:

Αρα: $m_1\vec{υ_1} + m_2\vec{υ_2} = (m_α + m_β)\vec{υ_κ}$ ή $m_1υ_1 - m_2υ_2 = (m_1 + m_2)υ_κ$.

Καθώς $m_1 = m_2$ έχουμε $υ_κ = 0$.

Στη συνέχεια το συσσωμάτωμα κινείται προς την επιφάνεια της Γης υπό την επίδραση μόνο της βαρυτικής της έλξης. Η μηχανική του ενέργεια παραμένει σταθερή, άρα:

$-\frac{G2mM_\Gamma}{R_\Gamma+h} = -\frac{G2mM_\Gamma}{R_\Gamma} + K_{μετά}$ ή $K_{μετά} = -\frac{2G2mM_\Gamma}{3R_\Gamma} + \frac{G2mM_\Gamma}{R_\Gamma}$ ή $K_{μετά} = \frac{2GmM_\Gamma}{3R_\Gamma}$.

Β2.

Η μεταβολή ΑΒ είναι ισόχωρη, οπότε $W_{AB} = 0$ J. Εφαρμόζουμε τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο στη μεταβολή ΑΒ: $Q_{AB}=\Delta U_{AB} + W_{AB} \Rightarrow Q_{AB} = \Delta U_{AB} + 0 \Rightarrow$

$Q_{AB} = \Delta U_{AB} = 1200$ J .

Η μεταβολή ΒΓ είναι ισόθερμη, οπότε $\Delta U_{B\Gamma} = 0$ J. Εφαρμόζουμε τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο στη μεταβολή ΒΓ : $Q_{B\Gamma}=\Delta U_{B\Gamma} + W_{B\Gamma} \Rightarrow Q_{B\Gamma} = 0 + W_{B\Gamma} \Rightarrow$

$Q_{B\Gamma} = W_{B\Gamma} = 1120$ J .

Στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ ισχύει ότι $\Delta U_{AB\Gamma A}=0$ J .

Οπότε $\Delta U_{AB} + \Delta U_{B\Gamma} + \Delta U_{\Gamma A} = 0 \Rightarrow \Delta U_{AB} + 0 + \Delta U_{\Gamma A} = 0$

$\Rightarrow \Delta U_{\Gamma A} = -\Delta U_{AB} = -1200$ J .

Η μεταβολή ΓΑ είναι ισοβαρής. Εφαρμόζουμε τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο στη μεταβολή ΓΑ: $Q_{\Gamma A} = \Delta U_{\Gamma A} + W_{\Gamma A} \Rightarrow -2000 = -1200 + W_{AB} \Rightarrow W_{AB} = -800$ J .

Στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ για το συνολικό έργο έχουμε ότι:

$W_{AB\Gamma A} = W_{AB} + W_{B\Gamma} + W_{\Gamma A} \Rightarrow W_{AB\Gamma A} = 0 + 1120 + (-800) = 320$ J .

Εφαρμόζουμε τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ :

$Q_{AB\Gamma A} = \Delta U_{AB\Gamma A} + W_{AB\Gamma A} \Rightarrow Q_{AB\Gamma A} = 0 + W_{AB\Gamma A}$ Οπότε $Q_{AB\Gamma A} = W_{AB\Gamma A} = 320$ J .

Μεταβολή	Q	ΔU	W
ΑΒ	1200J	1200J	0
ΒΓ	1120J	0	1120J
ΓΑ	-2000J	-1200J	-800J
ΑΒΓΑ	320J	0	320J

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Για την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτιών ισχύει:

$U = K\frac{Q1Q2}{r} = 36\ 10^{-2}$ J .

Γ2.

Επειδή στο σύστημα των δύο φορτίων η μόνη δύναμη που εκτελεί έργο είναι η δύναμη Coulomb που είναι συντηρητική, τότε η μηχανική ενέργεια του συστήματος διατηρείται. Αν θεωρήσουμε ως αρχική θέση τη θέση που αφέθηκε η σφαίρα Σ_2 και τελική όταν η απόσταση τους είναι r'=2r τότε ισχύει:

$$E_{ΜΗΧ(αρχ)} = E_{ΜΗΧ(τελ)} \Rightarrow U_{(αρχ)} + K_{(αρχ)} = U_{(τελ)} + K_{(τελ)}$$

$$\Rightarrow K\frac{Q1Q2}{r} + 0 = K\frac{Q1Q2}{2r} + K(τελ) \ .$$

$$\Rightarrow 36\ 10^{-2} = 18\ 10^{-2} + K(τελ)$$

Οπότε $K_{(τελ)} = 18 \cdot 10^{-2}$ J .

Για το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής (συνολική δύναμη)που ασκείται στη σφαίρα Σ_2 έχουμε:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F = K\frac{Q1Q2}{r^2} = 0{,}9 \text{ N (Kg m/s}^2\text{)} .$$

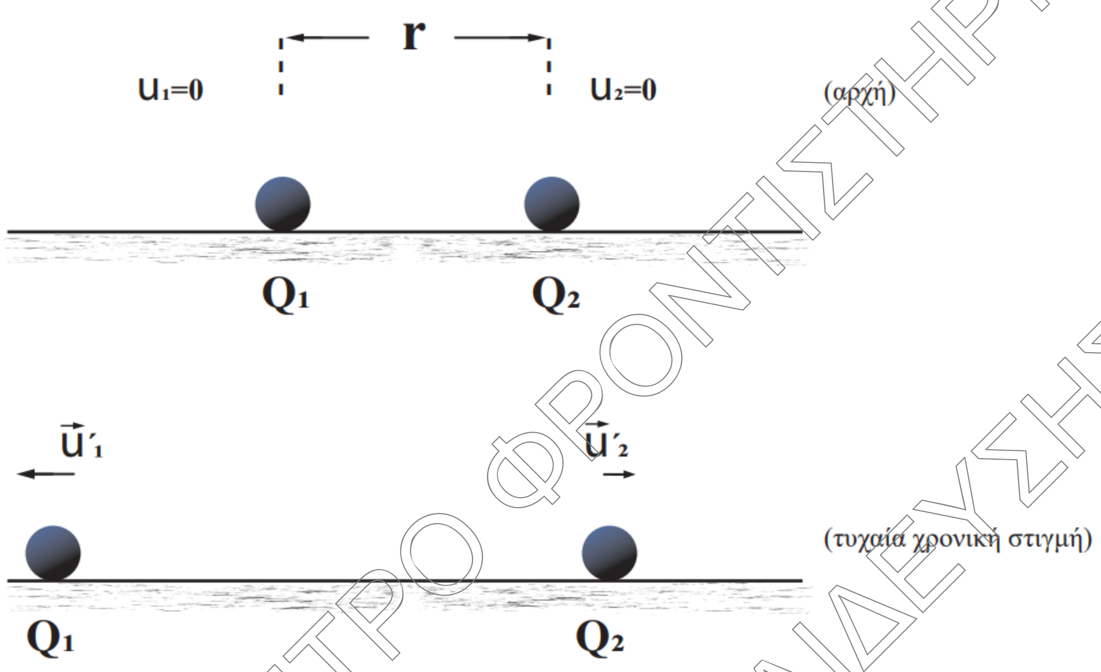
Γ3. Κατά την μετακίνηση της φορτισμένης σφαίρας Σ_2 η δύναμη Coulomb που της ασκείται συνεχώς μειώνεται κατά μέτρο με αποτέλεσμα η σφαίρα Σ_2 να εκτελέσει ευθύγραμμη επιταχυνόμενη κίνηση με συνεχώς ελαττούμενο μέτρο επιτάχυνσης. Μέγιστη ταχύτητα θα αποκτήσει όταν πάψει να αλληλεπιδρά με τη φορτισμένη σφαίρα Σ_1 (άπειρο).

Εφαρμόζοντας και πάλι την αρχή διατήρησης της ενέργειας μεταξύ της θέσης που αφέθηκε η σφαίρα Σ_2 και της θέσης που δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο φορτισμένων σφαιρών(άπειρο) έχουμε ότι: $E_{ΜΗΧ(αρχ)} = E'_{ΜΗΧ(τελ)}$

$$\Rightarrow K\frac{Q1Q2}{r} + 0 = 0 + \frac{1}{2} m\, u_{max}^2 \quad \Rightarrow \quad u_{max} = 6\ \frac{m}{s} .$$

Γ4.

Αν αφήσουμε ελεύθερες να κινηθούν και τις δύο σφαίρες τότε στο σύστημα των δύο σφαιρών δεν ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις με αποτέλεσμα η ορμή του συστήματος των δύο φορτισμένων σφαιρών να διατηρείται. Αρχικά οι δύο σφαίρες είναι ακίνητες, οπότε συνολικά το σύστημα εμφανίζει μηδενική ορμή.



Για τις μάζες των δύο σφαιρών ισχύει ότι $m_2 = 2m_1$.

Εφαρμόζουμε την Αρχή Διατήρησης της Ορμής κατά την κίνηση των σφαιρών Σ_1 και Σ_2 .

$\vec{P}_{αρχ}=\vec{P}_{τελ} \Rightarrow 0 = m_1\,\vec{\upsilon}_1 + m_2\,\vec{\upsilon}_2 \;\Rightarrow m_1\,\vec{\upsilon}_1 = -\,m_2\,\vec{\upsilon}_2$

$\Rightarrow m_1\,\vec{\upsilon}_1 = -\,2m_1\,\vec{\upsilon}_2 \;\Rightarrow \vec{\upsilon}_1 = -\,2\,\vec{\upsilon}_2$

Για τις κινητικές των δύο φορτίων έχουμε ότι:

$$\frac{K1}{k2} = \frac{\frac{1}{2}\,m_1\;\;u_1^2}{\frac{1}{2}\,m_2\;\;u_2^2} = \frac{m_1\;\;4\,u_2^2}{2\,m_1\;\;u_2^2} = 2\,.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

Από τη διατήρηση της ορμής στην πλαστική κρούση:

$m_α\overrightarrow{\upsilon_α} = (m_α + M)\,\overrightarrow{\upsilon_κ}$ ή $m_α\upsilon_α = (m_α + M)\upsilon_κ$ ή $\upsilon_κ = 2\,\frac{m}{s}$.

Δ2.

I) Η δύναμη του νήματος στο συσσωμάτωμα είναι η κεντρομόλος δύναμη.

$$T = F_K = \frac{(m_\alpha + M)\upsilon_\kappa^2}{R} = 8\pi \ \text{N}.$$

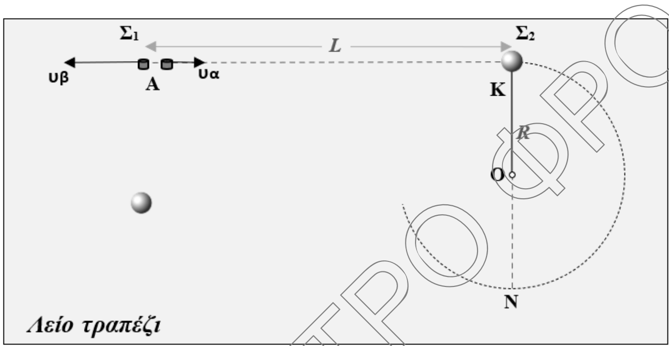
II) Η ορμή του συσσωματώματος στα σημεία Κ και Ν έχει μέτρο:

$$\vec{p_\kappa} = \vec{p_N} = (m_\alpha + M)\,\vec{\upsilon_\kappa} \quad \text{ή} \quad p_K = p_N = (m_\alpha + M)\upsilon_\kappa = 2 \ \text{kg}\frac{m}{s}.$$

Θεωρώντας θετική τη φορά της ταχύτητας στο Ν:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p_N} - \vec{p_\kappa} \quad \text{ή} \quad \Delta p = 2 \ \text{kg}\frac{m}{s} - (-2 \ \text{kg}\frac{m}{s}) = 4 \ \text{kg}\frac{m}{s}.$$

Δ3.

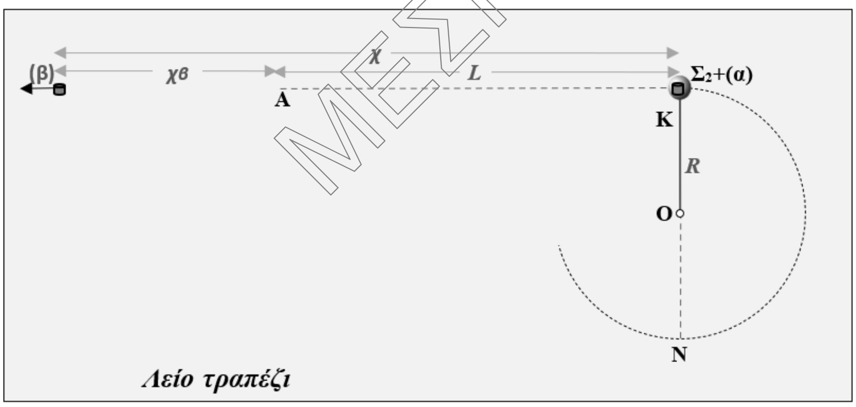


I) Το σώμα Σ_1 είναι αρχικά ακίνητο. Από τη διατήρηση της ορμής στη διάσπαση του Σ_1 η συνολική ορμή των (α) και (β) είναι ίση με μηδέν. Επομένως το σώμα (β) θα αποκτήσει αντίθετη ορμή από την ορμή του σώματος (α) και ταχύτητα υ_β αντίθετης κατεύθυνσης από την κατεύθυνση της ταχύτητας υ_α, του σώματος (α) .

II) Από τη διατήρηση της ορμής στη διάσπαση του σώματος Σ_1, θεωρώντας θετική τη φορά κίνησης του (β)

$$0 = m_\alpha\vec{\upsilon_\alpha} + m_\beta\vec{\upsilon_\beta} \quad \text{ή} \quad 0 = m_\beta\upsilon_\beta - m_\alpha\upsilon_\alpha \quad \text{ή} \quad m_\beta = 0.1 \ \text{Kg}.$$

Δ4. Το σώμα (α) διανύει απόσταση $L = \upsilon_\alpha t_1 = 4$ m μέχρι να συγκρουστεί με το σώμα Σ_2. Στη συνέχεια το συσσωμάτωμα εκτελεί μία πλήρη περιστροφή σε χρόνο μιας περιόδου $T_{\pi\varepsilon\rho}$.



$$T_{\pi\varepsilon\rho} = \frac{2\pi R}{\upsilon_\kappa} = 0.5 \ \text{s}.$$

Το σώμα (β) σε χρόνο $(t_1 + T_{περ})$ διανύει διάστημα $χ_β = υ_β \cdot (t_1 + T_{περ}) = 18$ m.

Επομένως τη στιγμή που το συσσωμάτωμα φτάνει στο σημείο Κ ολοκληρώνοντας την πρώτη περιστροφή του, απέχει από το σώμα (β) κατά:

$χ = χ_β + L = 22$ m .