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 $F = \frac{GmM_\Gamma}{(R_\Gamma+h)^2} = m\frac{\upsilon^2}{(R_\Gamma+h)} \Rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{GM_\Gamma}{R_\Gamma+h}} = \sqrt{\frac{2GM_\Gamma}{3R_\Gamma}}$

β. Σωστή απάντηση **Ι .**

Καθώς οι δορυφόροι περιστρέφονται στο ίδιο ύψος h από την επιφάνεια της Γης έχουν ταχύτητες ίσων μέτρων $\upsilon_1 = \upsilon_2 = \sqrt{\frac{GM_\Gamma}{R_\Gamma+h}} = \sqrt{\frac{2GM_\Gamma}{3R_\Gamma}}$, 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:

$K_{\pi\rho\iota\nu} = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 + \frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2 = \frac{2GmM_\Gamma}{3R_\Gamma}$.

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

Αρα: $m_1\vec{\upsilon_1} + m_2\vec{\upsilon_2} = (m_\alpha + m_\beta)\vec{\upsilon_\kappa}$ ή $m_1\upsilon_1 - m_2\upsilon_2 = (m_1 + m_2)\upsilon_\kappa$.

Καθώς $m_1 = m_2$ έχουμε $\upsilon_\kappa = 0$.

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:

$$-\frac{G2mM_Γ}{R_Γ+h} = -\frac{G2mM_Γ}{R_Γ} + K_{μετά} \quad ή \quad K_{μετά} = -\frac{2G2mM_Γ}{3R_Γ} + \frac{G2mM_Γ}{R_Γ} \quad ή \quad K_{μετά} = \frac{2GmM_Γ}{3R_Γ}.$$

Β2.

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

$Q_{AB} = ΔU_{AB} = 1200$ J .

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

$Q_{BΓ} = W_{BΓ} = 1120$ J .

Στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ ισχύει ότι $ΔU_{ABΓA} = 0$ J .

Οπότε $ΔU_{AB} + ΔU_{BΓ} + ΔU_{ΓA} = 0 \Rightarrow ΔU_{AB} + 0 + ΔU_{ΓA} = 0$

$\Rightarrow ΔU_{ΓA} = -ΔU_{AB} = -1200$ J .

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

Στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ για το συνολικό έργο έχουμε ότι:

$W_{ABΓA} = W_{AB} + W_{BΓ} + W_{ΓA} \Rightarrow W_{ABΓA} = 0 + 1120 + (-800) = 320$ J .

Εφαρμόζουμε τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ :

$Q_{ABΓA} = ΔU_{ABΓA} + W_{ABΓA} \Rightarrow Q_{ABΓA} = 0 + W_{ABΓA}$ Οπότε $Q_{ABΓA} = W_{ABΓA} = 320$ 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:

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

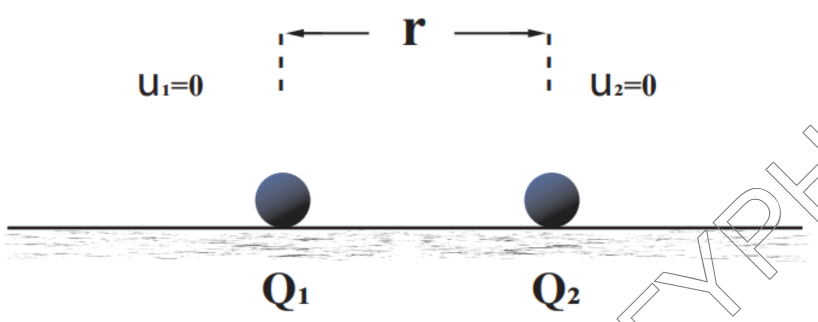
Γ3. Κατά την μετακίνηση της φορτισμένης σφαίρας Σ_2 η δύναμη Coulomb που της ασκείται συνεχώς μειώνεται κατά μέτρο με αποτέλεσμα η σφαίρα Σ_2 να εκτελέσει ευθύγραμμη επιταχυνόμενη κίνηση με συνεχώς ελαττούμενο μέτρο επιτάχυνσης. Μέγιστη ταχύτητα θα αποκτήσει όταν πάψει να αλληλεπιδρά με τη φορτισμένη 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: $E_{ΜΗΧ(αρχ)} = E'_{ΜΗΧ(τελ)}$

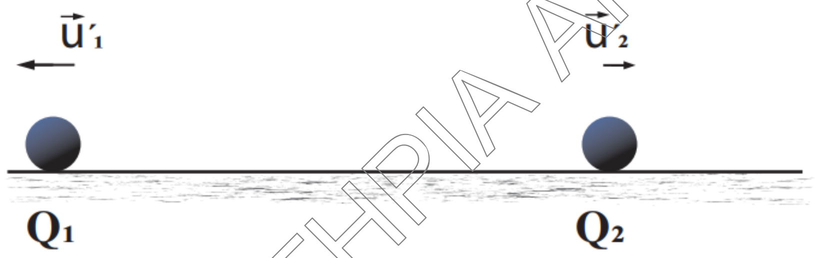
$$\Rightarrow K\frac{Q1Q2}{r} + 0 = 0 + \frac{1}{2} m\, u_{max}^2 \quad \Rightarrow \quad u_{max} = 6\ \frac{m}{s} .$$

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.



(αρχή)



(τυχαία χρονική στιγμή)

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:

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

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.

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

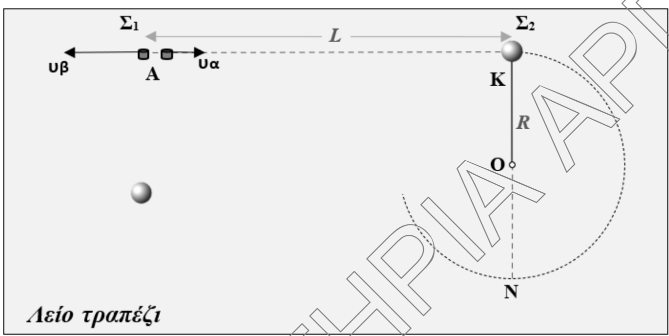
II) Η ορμή του συσσωματώματος στα σημεία Κ και Ν έχει μέτρο:

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

Θεωρώντας θετική τη φορά της ταχύτητας στο Ν:

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

Δ3.

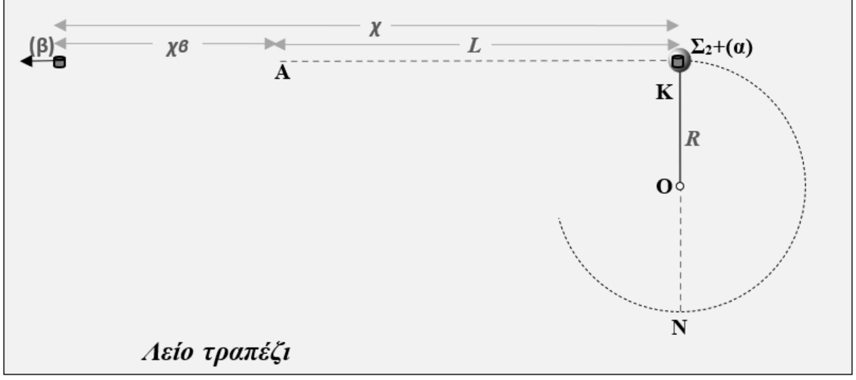


I) Το σώμα Σ_1 είναι αρχικά ακίνητο. Από τη διατήρηση της ορμής στη διάσπαση του Σ_1 η συνολική ορμή των (α) και (β) είναι ίση με μηδέν. Επομένως το σώμα (β) θα αποκτήσει αντίθετη ορμή από την ορμή του σώματος (α) και ταχύτητα υ_β αντίθετης κατεύθυνσης από την κατεύθυνση της ταχύτητας υ_α, του σώματος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

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

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

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 .