

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2022
Β' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ2Θ(α)

ΤΑΞΗ: Β' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία: Σάββατο 16 Απριλίου 2022
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

B1. α. Στην ομαλή κυκλική κίνηση των δορυφόρων το βάρος τους είναι η κεντρομόλος δύναμη, δηλαδή $F = \frac{GmM_{\Gamma}}{(R_{\Gamma}+h)^2} = m \frac{v^2}{(R_{\Gamma}+h)} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_{\Gamma}}{R_{\Gamma}+h}} = \sqrt{\frac{2GM_{\Gamma}}{3R_{\Gamma}}}$

β. Σωστή απάντηση I.

Καθώς οι δορυφόροι περιστρέφονται στο ίδιο ύψος h από την επιφάνεια της Γης έχουν ταχύτητες ίσων μέτρων $v_1 = v_2 = \sqrt{\frac{GM_{\Gamma}}{R_{\Gamma}+h}} = \sqrt{\frac{2GM_{\Gamma}}{3R_{\Gamma}}}$, 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:

$$K_{\text{πριν}} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{2GmM_{\Gamma}}{3R_{\Gamma}}.$$

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

$$\text{Αρα: } m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_{\alpha} + m_{\beta}) \vec{v}_{\kappa} \quad \text{ή} \quad m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_{\kappa}.$$

Καθώς $m_1 = m_2$ έχουμε $v_{\kappa} = 0$.

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:

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

B2.

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

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

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

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

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

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

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

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

Στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ για το συνολικό έργο έχουμε ότι:

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

Εφαρμόζουμε τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ :

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

Μεταβολή	Q	ΔU	W
AB	1200J	1200J	0
BΓ	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:

$$U = K \frac{Q_1 Q_2}{r} = 36 \cdot 10^{-2} \text{ J}.$$

Γ2.

Επειδή στο σύστημα των δύο φορτιών 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:

$$\begin{aligned} E_{\text{ΜΗΧ}(αρχ)} &= E_{\text{ΜΗΧ}(τελ)} \Rightarrow U_{(αρχ)} + K_{(αρχ)} = U_{(τελ)} + K_{(τελ)} \\ &\Rightarrow K \frac{Q_1 Q_2}{r} + 0 = K \frac{Q_1 Q_2}{2r} + K_{(τελ)} \\ &\Rightarrow 36 \cdot 10^{-2} = 18 \cdot 10^{-2} + K_{(τελ)} \end{aligned}$$

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

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

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \Sigma F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 0,9 \text{ N (Kg m/s}^2\text{)}.$$

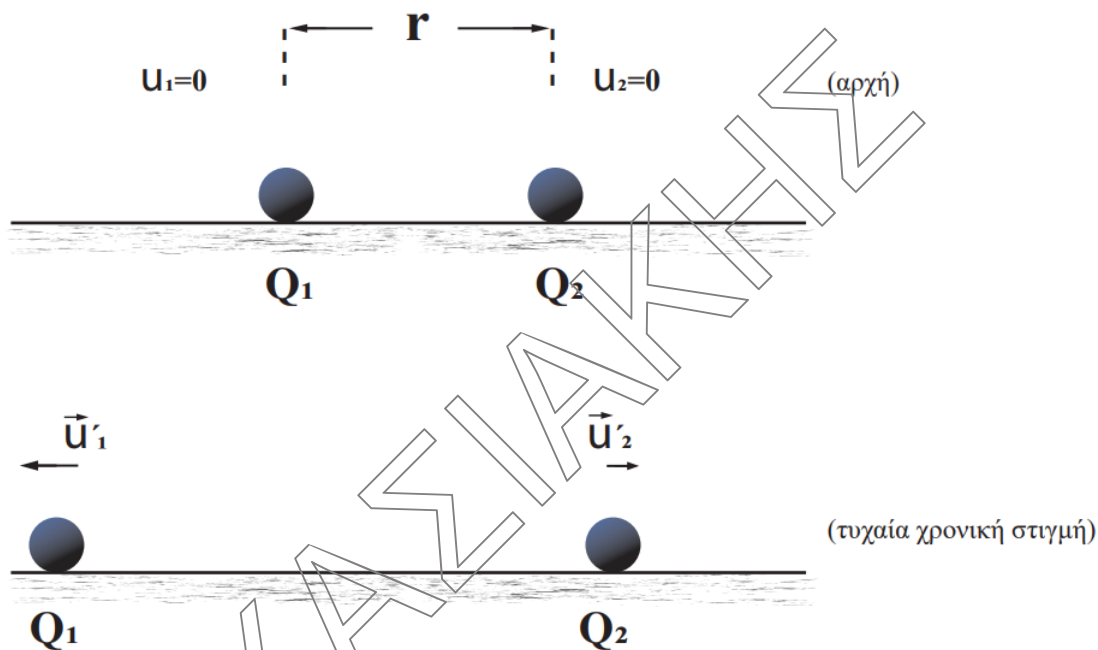
Γ3. Κατά την μετακίνηση της φορτισμένης σφαίρας Σ_2 η δύναμη Coulomb που της ασκείται συνεχώς μειώνεται κατά μέτρο με αποτέλεσμα η σφαίρα Σ_2 να εκτελέσει ευθύγραμμη επιταχυνόμενη κίνησή με συνεχώς ελαττούμενο μέτρο επιτάχυνσης. Μέγιστη ταχύτητα θα αποκτήσει όταν πάψει να αλληλεπιδρά με τη φορτισμένη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

$$\Rightarrow K \frac{Q_1 Q_2}{r} + 0 = 0 + \frac{1}{2} m u_{\text{max}}^2 \Rightarrow u_{\text{max}} = 6 \frac{m}{s}.$$

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 .

$$\vec{P}_{\text{αρχ}} = \vec{P}_{\text{τελ}} \Rightarrow 0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \Rightarrow m_1 \vec{v}_1 = -m_2 \vec{v}_2$$

$$\Rightarrow m_1 \vec{v}_1 = -2m_1 \vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_1 = -2 \vec{v}_2$$

Για τις κινητικές των δύο φορτίων έχουμε ότι:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\frac{1}{2} m_1 u_1^2}{\frac{1}{2} m_2 u_2^2} = \frac{m_1 \cdot 4 u_2^2}{2 m_1 u_2^2} = 2.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

Από τη διατήρηση της ορμής στην πλαστική κρούση:

$$m_a \vec{v}_a = (m_a + M) \vec{v}_κ \quad \text{ή} \quad m_a v_a = (m_a + M) v_κ \quad \text{ή} \quad v_κ = 2 \frac{m}{s}.$$

Δ2.

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

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

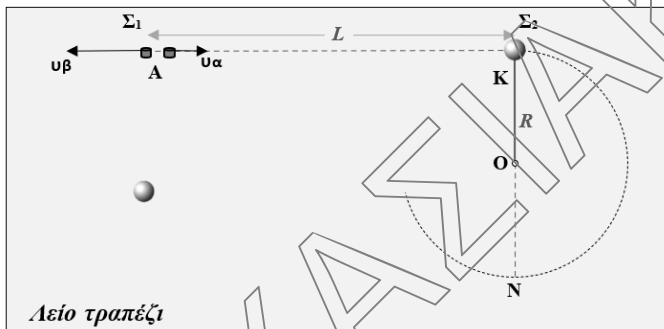
II) Η ορμή του συσσωματώματος στα σημεία K και N έχει μέτρο:

$$\vec{p}_K = \vec{p}_N = (m_\alpha + M)\vec{v}_K \quad \text{ή} \quad p_K = p_N = (m_\alpha + M)v_K = 2 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Θεωρώντας θετική τη φορά της ταχύτητας στο N:

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

Δ3.



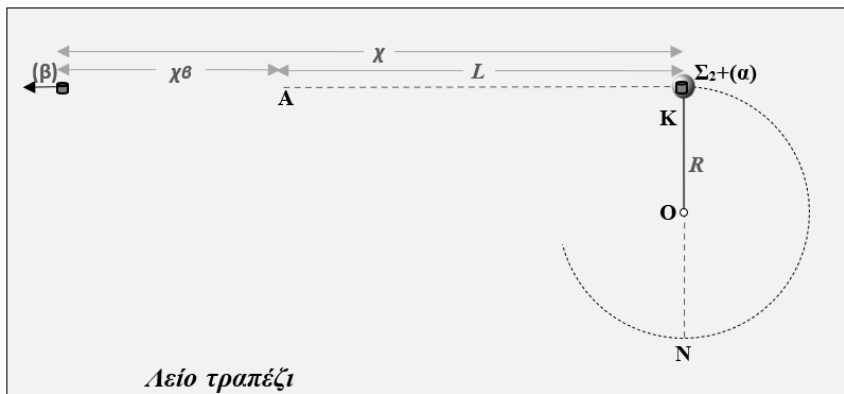
I) Το σώμα Σ_1 είναι αρχικά ακίνητο. Από τη διατήρηση της ορμής στη διάσπαση του Σ_1 η συνολική ορμή των (α) και (β) είναι ίση με μηδέν. Επομένως το σώμα (β) θα αποκτήσει αντίθετη ορμή από την ορμή του σώματος (α) και ταχύτητα u_β αντίθετης κατεύθυνσης από την

κατεύθυνση της ταχύτητας u_α , του σώματος (α) .

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

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

Δ4. Το σώμα (α) διανύει απόσταση $L = u_\alpha t_1 = 4 \text{ m}$ μέχρι να συγκρουστεί με το



σώμα Σ_2 . Στη συνέχεια το συσσωμάτωμα εκτελεί μία πλήρη περιστροφή σε χρόνο μιας περιόδου $T_{\text{περ}}$.

$$T_{\text{περ}} = \frac{2\pi R}{v_K} = 0.5 \text{ s.}$$



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2022
Β' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ2Θ(α)

Το σώμα (β) σε χρόνο $(t_1 + T_{\text{περ}})$ διανύει διάστημα $\chi_\beta = v_\beta \cdot (t_1 + T_{\text{περ}}) = 18 \text{ m}$.

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

$$\chi = \chi_\beta + L = 22 \text{ m} .$$

ΧΑΣΙΔΑΚΤΗΝ