

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

**Ημερομηνία:** Τετάρτη 11 Απριλίου 2018  
**Διάρκεια Εξέτασης:** 3 ώρες

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

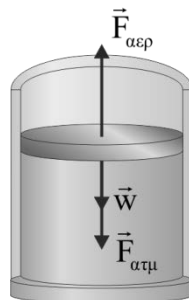
ΕΡΩΤΗΣΗ	A1	A2	A3	A4	A5
ΑΠΑΝΤΗΣΗ	β	α	γ	δ	α. Σωστό β. Λάθος γ. Λάθος δ. Σωστό ε. Σωστό

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.1** Σωστή απάντηση είναι η α.

**Αιτιολόγηση**

Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω στο έμβολο. Λόγω ισορροπίας του εμβόλου και με εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> νόμου του Νεύτωνα έχουμε:



$$\Sigma \vec{F} = 0 \text{ ή } \vec{w} + \vec{F}_{\alpha\tau\mu} + \vec{F}_{\alpha\epsilon\rho} = 0 \text{ ή}$$

$$w + F_{\alpha\tau\mu} - F_{\alpha\epsilon\rho} = 0 \text{ ή } w + F_{\alpha\tau\mu} = F_{\alpha\epsilon\rho} \xrightarrow{p = \frac{F}{A}} w + p_{\alpha\tau\mu} A = p \cdot A \text{ ή } \frac{w}{A} + p_{\alpha\tau\mu} = p$$

Από την τελευταία σχέση προκύπτει ότι η πίεση του αερίου εξαρτάται από το βάρος, το εμβαδόν διατομής του εμβόλου και την ατμοσφαιρική πίεση. Όλα τα προηγούμενα μεγέθη είναι ίδια για τα δύο δοχεία. Επομένως οι πιέσεις των ιδανικών αερίων στα δυο δοχεία είναι ίσες και ο λόγος τους είναι  $\frac{p_k}{p_\lambda} = 1$ .

**B1.2 Σωστή απάντηση είναι η β.**

**Αιτιολόγηση**

Εφαρμόζουμε την καταστατική εξίσωση για κάθε αέριο και στην συνέχεια διαιρούμε κατά μέλη τις εξισώσεις.

$$\left\{ \begin{array}{l} p_k V_k = n_k RT \\ p_\lambda V_\lambda = n_\lambda RT \end{array} \right\} (\div) \frac{V_k}{V_\lambda} = \frac{n_\lambda}{n_k} \quad \text{ή} \quad \frac{V_k}{V_\lambda} = \frac{1}{2}$$

**B2. Σωστή απάντηση είναι η α.**

**Αιτιολόγηση**

Γνωρίζουμε ότι σε κάθε κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή ιδανικού αερίου η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του είναι μηδέν ( $\Delta U = 0$ ). Με εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> Θερμοδυναμικού νόμου για την αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή προκύπτει:

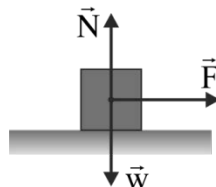
$$Q = \Delta U + W \quad \text{ή} \quad Q = W$$

Όπως γνωρίζουμε η αριθμητική τιμή του εμβαδού σε διάγραμμα p-V ισούται με το έργο που παράγεται από το ιδανικό αέριο.

$$Q = W \quad \text{ή} \quad Q = E_{\text{τραπέζιου}} \quad \text{ή} \quad Q = \frac{(B + \beta)v}{2} \quad \text{ή} \quad Q = \frac{(2,5V_1 - V_1 + 2V_1 - 1,5V_1)(2p_1 - p_1)}{2} \quad \text{ή} \quad Q = p_1 V_1$$

**B3. Σωστή απάντηση είναι η γ.**

**Αιτιολόγηση**



Εφαρμόζοντας το γενικευμένο 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα σε κάθε σώμα προκύπτει:

$$\Sigma \vec{F}_x = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad \vec{F} = \frac{\vec{p} - \vec{p}_0}{t - t_0} \quad \text{ή} \quad \frac{p_0=0}{t_0=0} \rightarrow p = F \cdot t$$

Επειδή η δύναμη και ο χρόνος έχουν την ίδια τιμή για τα δύο σώματα προκύπτει:  $p_1 = p_2$

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1.** Το φορτίο εισέρχεται με ταχύτητα κάθετη στις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου, με αποτέλεσμα να δεχτεί ηλεκτρική δύναμη κάθετη ως προς την ταχύτητα εισόδου. Επομένως, θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση με παραβολική τροχιά. Για την μελέτη της κίνησης του φορτίου θα εφαρμόσουμε την αρχή της επαλληλίας:

Στον άξονα  $x'x$  (άξονας αρχικής ταχύτητας) θα ισχύει  $\Sigma F_x = 0$ , επομένως το φορτίο θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, άρα θα έχουμε:

$$x = v_0 \cdot t \quad (1)$$

Στον άξονα  $y'y$  θα ισχύει:

$$\Sigma F = m \cdot \alpha_y \quad \text{ή} \quad F_{\eta\lambda} = m \cdot \alpha_y \quad (2)$$

Η δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου θα υπολογιστεί από την σχέση:

$$F_{\eta\lambda} = E \cdot |q| = \frac{V}{d} \cdot |q| = \frac{4 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^{-2}} \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ N} \quad \text{ή} \quad F_{\eta\lambda} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ N},$$

οπότε η επιτάχυνση του φορτίου θα είναι ίση με:

$$(2) \Rightarrow \alpha_y = \frac{F_{\eta\lambda}}{m} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{10^{-12}} = 2 \cdot 10^{10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{ή} \quad \alpha_y = 2 \cdot 10^{10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Επιπλέον, για τον άξονα  $y'y$  θα έχουμε ότι:

Για το μέτρο της ταχύτητας:  $v_y = \alpha_y \cdot t \quad (3)$ ,

ενώ για την κατακόρυφη απόκλιση:  $y = \frac{1}{2} \cdot \alpha_y \cdot t^2 \quad (4)$

**Γ2.** Εφόσον γνωρίζουμε ότι το φορτίο εισέρχεται από το μέσον της απόστασης  $d$  των πλακών και ότι μόλις που εξέρχεται από το πεδίο, ο χρόνος εξόδου μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση (4):

$$y = \frac{1}{2} \cdot \alpha_y \cdot t^2 \quad \text{ή} \quad \frac{d}{2} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_y \cdot t_{\epsilon\xi}^2 \quad \text{ή} \quad 10^{-2} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{10} \cdot t_{\epsilon\xi}^2 \quad \text{ή} \quad t_{\epsilon\xi} = 10^{-6} \text{ s}$$

**Γ3.** Από την στιγμή που υπολογίσαμε τον χρόνο εξόδου του φορτίου από το πεδίο, το μήκος  $L$  των πλακών θα βρεθεί από την σχέση (1):

$$(1) \Rightarrow L = v_0 \cdot t_{\epsilon\xi} \quad \text{ή} \quad L = 10^5 \cdot 10^{-6} \quad \text{ή} \quad L = 10^{-1} \text{ m}.$$

**Γ4.** Η διαφορά δυναμικού μεταξύ σημείου εισόδου και εξόδου μπορεί να υπολογιστεί με δυο τρόπους:

**1<sup>ος</sup> τρόπος:** Με εφαρμογή της σχέσης για την ένταση στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έχουμε:

$$E = \frac{V_{\epsilon\iota\sigma} - V_{\epsilon\xi}}{y} \quad \text{ή} \quad V_{\epsilon\iota\sigma} - V_{\epsilon\xi} = E \cdot \frac{d}{2} \quad \text{ή} \quad V_{\epsilon\iota\sigma} - V_{\epsilon\xi} = 2 \cdot 10^4 \cdot 10^{-2} = 200\text{V}$$

**2<sup>ος</sup> τρόπος:** Με εφαρμογή του Θ.Μ.Κ.Ε μεταξύ σημείου εισόδου και εξόδου: Το μέτρο της ταχύτητας εξόδου θα είναι ίσο με:

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \quad \text{ή} \quad v = \sqrt{v_0^2 + \alpha^2 \cdot t_{\epsilon\xi}^2} \quad \text{ή} \quad v = 10^4 \cdot \sqrt{104} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

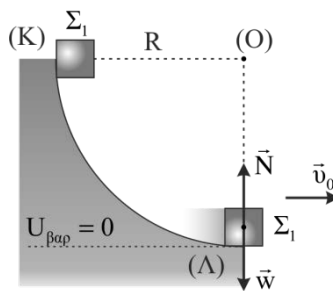
Εφαρμόζοντας Θ.Μ.Κ.Ε θα έχουμε:

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_F \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = q \cdot (V_{\epsilon\iota\sigma} - V_{\epsilon\xi}) \quad \text{ή} \quad V_{\epsilon\iota\sigma} - V_{\epsilon\xi} = \frac{m \cdot (v^2 - v_0^2)}{2 \cdot q}$$

$$\text{ή} \quad V_{\epsilon\iota\sigma} - V_{\epsilon\xi} = \frac{10^{-12} \cdot (104 \cdot 10^8 - 100 \cdot 10^8)}{2 \cdot 10^{-6}} \quad \text{ή} \quad V_{\epsilon\iota\sigma} - V_{\epsilon\xi} = 200\text{V}$$

### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Εφαρμόζουμε αρχή διατήρηση μηχανικής ενέργειας για την κίνηση του σώματος  $\Sigma_1$  από το σημείο K που αφέθηκε μέχρι το κατώτερο σημείο Λ αφού η μόνη δύναμη που παράγει έργο είναι το βάρος. Ορίζουμε επίπεδο βαρυτικής ενέργειας μηδέν το οριζόντιο επίπεδο που περνάει από το κατώτερο σημείο Λ.



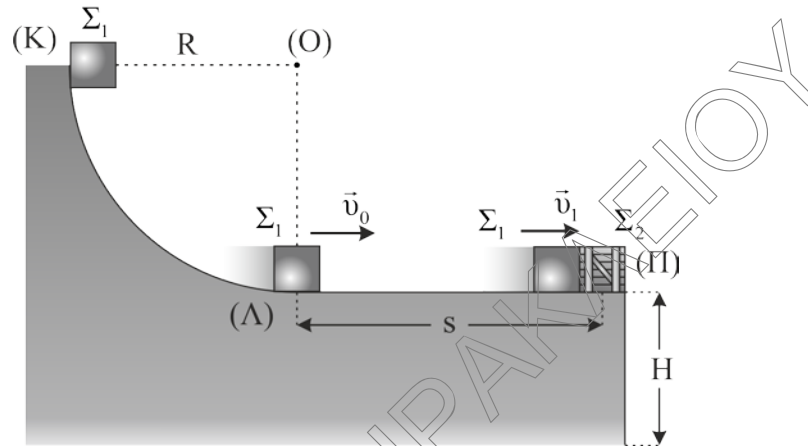
$$E_{M,\alpha\rho\chi} = E_{M,\tau\epsilon\lambda} \quad \text{ή} \quad K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} + U_{\tau\epsilon\lambda} \quad \text{ή} \quad 0 + m_1 \cdot g \cdot R = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_0^2 + 0 \quad \text{ή}$$

$$v_0^2 = 2 \cdot g \cdot R \quad \text{ή} \quad v_0 = 10 \text{ m/s.}$$

Το σώμα εκτελεί κυκλική κίνηση και επομένως η συνισταμένη των δυνάμεων που του ασκούνται στην ακτινική διεύθυνση στο σημείο Λ παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης, επομένως έχουμε:

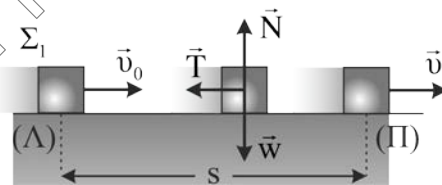
$$F_K = m_1 \cdot \alpha_K \xrightarrow{F_K = \Sigma F_{\text{ακτινικά}} = N - w} N - w = \frac{m_1 \cdot v_0^2}{R} \quad \text{ή} \quad N = m_1 \cdot g + \frac{m_1 \cdot v_0^2}{R} \quad \text{ή} \quad N = 30 \text{ N}$$

Δ2. Εφαρμόζουμε το Θεώρημα έργου – ενέργειας για την κίνηση του σώματος  $\Sigma_1$  από τη θέση Λ μέχρι τη θέση Π ακριβώς πριν τη κρούση με το σώμα  $\Sigma_2$ . Η μόνη δύναμη που εκτελεί έργο είναι η τριβή ολίσθησης:



Για την κίνηση του σώματος  $\Sigma_1$  πάνω στο επίπεδο, στην κατακόρυφη διεύθυνση ισχύει ο 1<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα:

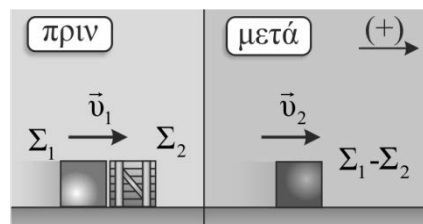
$$\Sigma F_y = 0 \text{ ή } N = w \text{ ή } N = m_1 \cdot g \text{ ή } N = 10 \text{ N.}$$



$$W_T = K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} \text{ ή } -T \cdot s = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 - \frac{1}{2} m_1 \cdot v_0^2 \text{ ή } -\mu \cdot N \cdot s = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 - \frac{1}{2} m_1 \cdot v_0^2 \text{ ή}$$

$$-64 = v_1^2 - 100 \text{ ή } v_1 = 6 \text{ m/s.}$$

Κατά την κρούση των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$ , το σύστημα είναι μονωμένο και επομένως εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης τη ορμής, θεωρώντας ως θετική φορά την προς τα δεξιά.



$$\text{Α.Δ.Ο.: } \vec{p}_{\text{αρχ.συσ}} = \vec{p}_{\text{τελ.συσ}} \text{ ή } m_1 \cdot v_1 = (m_1 + m_2) \cdot v_2 \text{ ή } v_2 = \frac{m_1 \cdot v_1}{m_2 + m_1} \text{ ή } v_2 = 2 \text{ m/s}$$

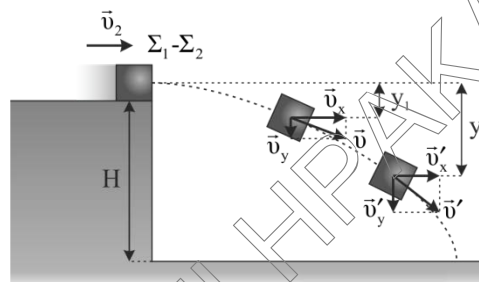
Δ3. Η μεταβολή της ορμής του σώματος  $\Sigma_1$  είναι:

$$\Delta \vec{p}_1 = \vec{p}_{1,\text{τελ}} - \vec{p}_{1,\text{αρχ}} \quad \text{ή} \quad \Delta p_1 = m_1 \cdot v_2 - m_1 \cdot v_1 \quad \text{ή}$$

$$\Delta p_1 = -4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Το μείον δηλώνει ότι η φορά της μεταβολής της ορμής του  $\Sigma_1$  είναι προς τα αριστερά.

Δ4. **1<sup>ος</sup> τρόπος:** Στην κίνηση του συσσωματώματος μετά την κρούση, η μοναδική δύναμη που παράγει έργο είναι η συντηρητική βαρυτική δύναμη. Επομένως από το Θεώρημα έργου – ενέργειας έχουμε:



$$W_w = K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad \Delta K = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot y_2 - (m_1 + m_2) \cdot g \cdot y_1 \quad (1)$$

Η διάρκεια του 2<sup>ου</sup> δευτερολέπτου είναι από  $t_1 = 1 \text{ s}$  έως  $t_2 = 2 \text{ s}$ . Επομένως υπολογίζουμε τις κατακόρυφες μετατοπίσεις:

$$y_1 = \frac{1}{2} g \cdot t_1^2 \quad \text{ή} \quad y_1 = 5 \text{ m} \quad (2)$$

$$y_2 = \frac{1}{2} g \cdot t_2^2 \quad \text{ή} \quad y_2 = 20 \text{ m} \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (1), (2), (3) έχουμε:

$$\Delta K = (1+2) \cdot 10 \cdot 20 - (1+2) \cdot 10 \cdot 5 \quad \text{ή} \quad \Delta K = 450 \text{ J}$$

**2<sup>ος</sup> τρόπος:** Η διάρκεια του 2<sup>ου</sup> δευτερολέπτου είναι από  $t_1 = 1 \text{ s}$  έως  $t_2 = 2 \text{ s}$ . Υπολογίζουμε το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος για τις προηγούμενες χρονικές στιγμές.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad \text{ή} \quad v = \sqrt{v_0^2 + (g \cdot t_1)^2} \quad \text{ή} \quad \xrightarrow{v_0=2 \text{ m/s}} v = \sqrt{104} \text{ m/s},$$

$$v' = \sqrt{v_x'^2 + v_y'^2} \quad \text{ή} \quad v' = \sqrt{v_0^2 + (g \cdot t_2)^2} \quad \text{ή} \quad \xrightarrow{v_0=2 \text{ m/s}} v' = \sqrt{404} \text{ m/s}$$

Επομένως η μεταβολή της κινητικής ενέργειας είναι:

$$\Delta K = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \cdot v'^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \cdot v^2 \quad \text{ή} \quad \Delta K = 450 \text{ J}$$