2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

ΦΥΣΙΚΗ

Β' Γενικού Λυκείου

Θετικών Σπουδών

Τετάρτη 11 Απριλίου 2018 | Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ Α

Για τις ερωτήσεις **Α1** έως **Α4** να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή πρόταση.

Α1. Στην ομαλή κυκλική κίνηση:

α. η γραμμική ταχύτητα είναι σταθερή.
β. η γωνιακή ταχύτητα είναι σταθερή.
γ. η κεντρομόλος επιτάχυνση είναι σταθερή.
δ. η συχνότητα περιστροφής του σώματος μεταβάλλεται.

Μονάδες 5

Α2. Σε κάθε κρούση δύο σωμάτων διατηρείται:

α. η ορμή κάθε σώματος.
β. η κινητική ενέργεια κάθε σώματος.
γ. η ορμή του συστήματος των δύο σωμάτων.
δ. η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων.

Μονάδες 5

Α3. Σε μια αδιαβατική αντιστρεπτή συμπίεση ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου:

α. η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον είναι διάφορη του μηδενός και αρνητική.
β. η πίεση είναι ανάλογη με τον όγκο του αερίου.
γ. η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας είναι ίση με το έργο.
δ. η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας είναι θετική.

Μονάδες 5

Α4. Νετρόνιο εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα υ_0 κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Η κίνηση του νετρονίου μέσα στο πεδίο είναι:

α. ευθύγραμμη και ομαλή.
β. ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη.
γ. ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη.
δ. παραβολική.

Μονάδες 5

Α5. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις γράφοντας στο τετράδιό σας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη ***Σωστό,*** αν η πρόταση είναι σωστή, ή ***Λάθος*** αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Η κεντρομόλος δύναμη έχει ίδια κατεύθυνση με τη γραμμική ταχύτητα.
β. Κατά την ισόθερμη εκτόνωση όλο το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο μετατρέπεται σε έργο, που σημαίνει ότι η ισόθερμη μεταβολή παραβιάζει το 2ο θερμοδυναμικό νόμο.
γ. Το σώμα που εκτελεί οριζόντια βολή φτάνει στο έδαφος με ταχύτητα που είναι μικρότερη κατά μέτρο από την ταχύτητα εκτόξευσης.
δ. Η επιτάχυνση των φορτισμένων σωματιδίων σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο είναι σταθερή.
ε. Περίοδος T σε μια ομαλή κυκλική κίνηση ονομάζεται ο χρόνος που χρειάζεται το κινητό για να εκτελέσει μια περιστροφή.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σώμα μάζας m κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου υ προς τα δεξιά, προσκρούει σε κατακόρυφο τοίχο και ανακλάται, επίσης οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $\frac{\upsilon}{3}$. Η μεταβολή της ορμής του σώματος έχει μέτρο:

α. $\frac{2m\upsilon}{3}$ **β.** $\frac{4m\upsilon}{3}$ **γ.** $-\frac{4m\upsilon}{3}$

(Θεωρείστε ως θετική φορά κίνησης τη δεξιά.)

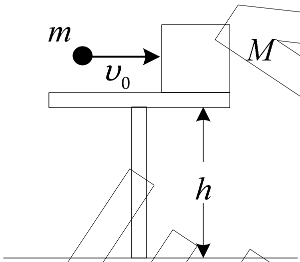
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

Β2. Βλήμα μάζας $m = 0{,}1$ kg εκτοξεύεται οριζόντια με ταχύτητα $\upsilon_0 = 200$ m/s και σφηνώνεται σε ξύλινο κύβο μάζας $M = 0{,}9$ kg που ισορροπεί στο άκρο λείου τραπεζιού ύψους $h = 20$ m όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



i) Η ταχύτητα που αποκτά το συσσωμάτωμα κύβος-βλήμα αμέσως μετά την κρούση ισούται με:

α. 40 m/s **β.** 100 m/s **γ.** 20 m/s

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδα 1

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 3

ii) Το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος όταν φτάνει στο έδαφος ισούται με :

α. $20\sqrt{2}$ m/s **β.** $40\sqrt{2}$ m/s **γ.** 400 m/s

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδα 1

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

B3. Οι οπλισμοί ενός επίπεδου φορτισμένου πυκνωτή έχουν μήκος L, είναι οριζόντιοι και ανάμεσά τους δημιουργείται ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης E. Πρωτόνιο και σωμάτιο α (πυρήνας He) εισέρχονται στο ηλεκτρικό πεδίο ταυτόχρονα από το ίδιο σημείο με αρχική ταχύτητα υ_0 παράλληλη στους οπλισμούς.
Δίνονται: $m_\alpha = 4m_p$, $q_\alpha = 2q_p$

i) Αν τα σωματίδια εξέρχονται από το πεδίο, τότε οι χρόνοι παραμονής τους t_α και t_p ικανοποιούν τη σχέση:

α. $t_\alpha = 2t_p$ **β.** $t_\alpha = t_p$ **γ.** $t_\alpha = \dfrac{t_p}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδα 1

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 3

ii) Κατά την έξοδό τους από το ηλεκτρικό πεδίο τα σωματίδια απέχουν μεταξύ τους κατακόρυφη απόσταση:

α. $\Delta y = \dfrac{q_p \cdot E \cdot L^2}{4m_p \cdot \upsilon_0^2}$ **β.** $\Delta y = \dfrac{2q_p \cdot E \cdot L^2}{m_p \cdot \upsilon_0^2}$ **γ.** $\Delta y = \dfrac{q_p \cdot E \cdot L^2}{2m_p \cdot \upsilon_0^2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδα 1

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

ΘΕΜΑ Γ

Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας $n = \dfrac{2}{R}$ mol (όπου R η παγκόσμια σταθερά των αερίων σε $\mathrm{J/mol \cdot K}$) βρίσκεται σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο, που κλείνει το αέριο με έμβολο από πάνω, σε θερμοκρασία $\theta_A = 27\,^oC$ και πίεση $P_A = 2 \cdot 10^5\ \mathrm{N/m^2}$ (κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A). Το έμβολο έχει βάρος w και εμβαδόν $S = 20\ \mathrm{cm^2}$. Η ατμοσφαιρική πίεση ισούται με $P_{\alpha\tau\mu} = 1\ \mathrm{atm}$. Το αέριο μεταβαίνει από την κατάσταση A στην κατάσταση B εκτελώντας ισοβαρή αντιστρεπτή μεταβολή, με τον όγκο του αερίου στην κατάσταση B να είναι διπλάσιος του αρχικού όγκου A. Στη συνέχεια στερεώνουμε το έμβολο ώστε να μη μπορεί να κινηθεί και ψύχουμε πολύ αργά μέχρι την κατάσταση $Γ$, όπου το αέριο έχει την αρχική του θερμοκρασία. Κατόπιν τοποθετούμε το δοχείο σε λουτρό νερού σταθερής θερμοκρασίας, ίσης με την αρχική θερμοκρασία του αερίου, ελευθερώνουμε το έμβολο και το μετακινούμε πολύ αργά μέχρι το αέριο να βρεθεί στην αρχική του κατάσταση.

Γ1. Να υπολογίσετε το βάρος του εμβόλου.

Μονάδες 4

Γ2. Να υπολογίσετε το λόγο $\dfrac{\Delta U_{A\to B}}{\Delta U_{B\to Γ}}$.

Μονάδες 4

Γ3. Να σχεδιάσετε διάγραμμα P-V σε βαθμολογημένους άξονες.

Μονάδες 7

Γ4. Αν η παραπάνω κυκλική μεταβολή παριστάνει θερμοδυναμικό κύκλο μιας θερμικής μηχανής, τότε:

i) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης αυτής της μηχανής.

Μονάδες 7

ii) Το αποτέλεσμα που βρήκατε για το συντελεστή απόδοσης συμφωνεί με το θεώρημα Carnot;

Δίνονται: 1 atm = 10^5 N/m^2, ln2 = 0,7.

Μονάδες 3

ΘΕΜΑ Δ

Πυκνωτής αποτελείται από οριζόντιους οπλισμούς με τάση ανάμεσά τους $V = 200\,\text{V}$. Από τον έναν οπλισμό αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί σημειακό φορτίο $Σ_1$ με μάζα $m_1 = 10^{-6}\,\text{kg}$ και φορτίο $q_1 = 1\,\mu\text{C}$. Το σωματίδιο επιταχύνεται από την επίδραση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή και εξέρχεται από οπή που βρίσκεται στο δεξί οπλισμό του.

Σε απόσταση $r = 0{,}9\,\text{m}$ από το δεξί άκρο του πυκνωτή ισορροπεί σε μονωτικό οριζόντιο δάπεδο σημειακό σώμα $Σ_2$ μάζας $m_2 = 4\cdot 10^{-6}\,\text{kg}$ και φορτίου $q_2 = 4\,\text{nC}$.

Δ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία εξέρχεται το σωματίδιο Σ_1 από το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ2. **i)** Να υπολογίσετε την ταχύτητα των σωματιδίων όταν βρίσκονται στην ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους.

Μονάδες 4

ii) Να υπολογίσετε την ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση.

Μονάδες 6

Όταν τα δύο σωματίδια αποκτήσουν την ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση το Σ_1 απομακρύνεται από το οριζόντιο επίπεδο και το Σ_2 εισέρχεται σε λείο οριζόντιο ημικύκλιο ακτίνας $R = 10\ \text{cm}$.

Δ3 Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σώμα Σ_2 από το ημικύκλιο.

Μονάδες 5

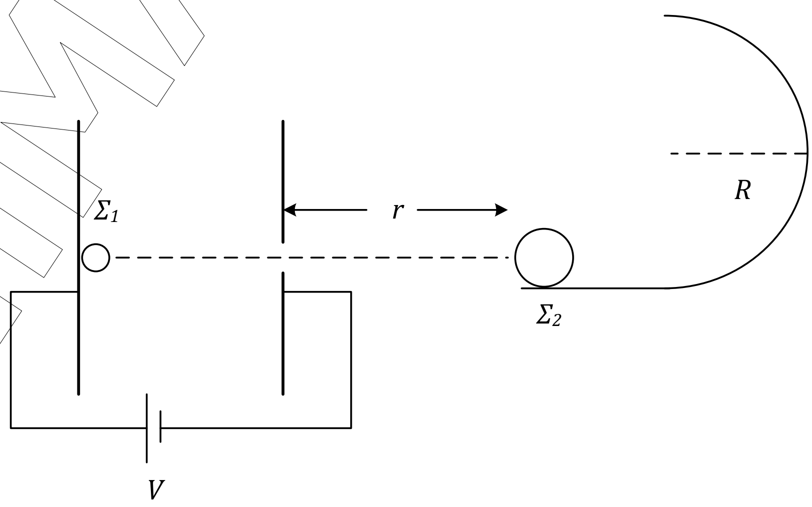
Δ4. Σε πόσο χρόνο θα διανύσει το σώμα Σ_2 το ημικύκλιο;

Μονάδες 4

Θεωρήστε ότι κατά την παραμονή του εντός του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή το σωματίδο Σ_1 δεν αλληλεπιδρά με το σωματίδιο Σ_2.

Δίνονται: $K_C = 9 \cdot 10^9\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, $1\ \text{nC} = 10^{-9}\ \text{C}$

Η κίνηση των σωματιδίων περιγράφεται από το σχήμα (κάτοψη) που ακολουθεί:



ΦΥΣΙΚΗ

Β' Γενικού Λυκείου

Θετικών Σπουδών

Τετάρτη 11 Απριλίου 2018 | Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. β

Α2. γ

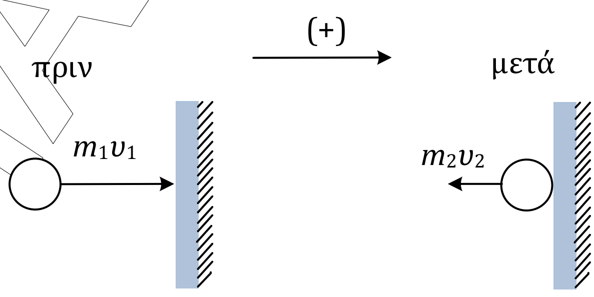
Α3. δ

Α4. α

Α5. **α)** Λάθος **β)** Λάθος **γ)** Λάθος **δ)** Σωστό **ε)** Σωστό

ΘΕΜΑ Β

Β1.



$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 \Rightarrow \Delta\vec{p} = m\vec{\upsilon}_2 - m\vec{\upsilon}_1 \Rightarrow \Delta p = -\frac{m\upsilon}{3} - m\upsilon \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta p = -\frac{m\upsilon}{3} - \frac{3m\upsilon}{3} \Rightarrow \Delta p = -\frac{4m\upsilon}{3}.$$

Άρα σωστή απάντηση είναι η **(γ)**.

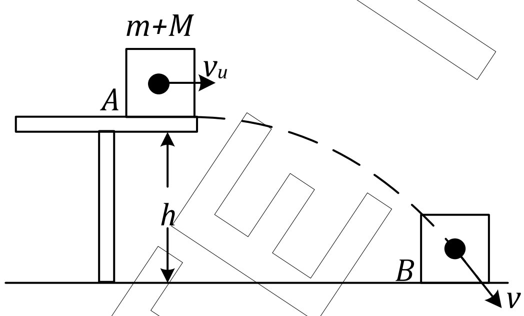
Β2. **i)** Για την πλαστική κρούση βλήματος-κύβου ισχύει η Αρχή Διατήρησης της Ορμής:

$$\vec{p}_{\alpha\rho\chi} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow m \cdot \upsilon_0 = (m+M) \cdot v_u \Rightarrow v_u = \frac{m \cdot \upsilon_0}{m+M} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_u = \frac{0{,}1 \cdot 200}{0{,}1+0{,}9} \Rightarrow v_u = 20\,\text{m/s}$$

Άρα σωστή απάντηση είναι η **(γ)**.

ii) Α′ τρόπος



Εφαρμόζουμε το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας από τη θέση *A* στη θέση *B*:

$$\Delta K = W_w \Rightarrow K_B - K_A = (m+M) \cdot g \cdot h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\cancel{(m+M)} \cdot v^2 - \frac{1}{2}\cancel{(m+M)} \cdot v_u^2 = \cancel{(m+M)} \cdot g \cdot h \Rightarrow v = \sqrt{v_u^2 + 2 \cdot g \cdot h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{400 + 2 \cdot 10 \cdot 20} \Rightarrow v = \sqrt{400+400} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 400} \Rightarrow v = 20\sqrt{2}\ \text{m/s}$$

Β′ τρόπος

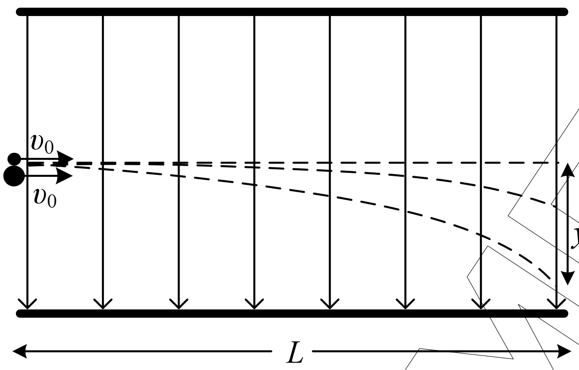
$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} \Rightarrow t = \sqrt{4} = 2\ \text{sec}$$

$$v_y = g \cdot t \Rightarrow v_y = 20\,\text{m/s} \quad \text{και}$$

$$v = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2} \overset{v_x = v_u}{\Rightarrow} v = \sqrt{20^2 + 20^2} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 20^2} \Rightarrow v = 20\sqrt{2}\ \text{m/s}$$

Άρα σωστή απάντηση είναι η **(α)**.

Β3.



Αναλύουμε τις κινήσεις των σωμάτων στους δύο άξονες:

Άξονας x: $x = \upsilon_0 \cdot t$

Άξονας y: $\upsilon_y = \alpha \cdot t$, $y = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2$

i) Για το χρόνο παραμονής στο ηλεκτρικό πεδίο ισχύει:

$t = \frac{L}{\upsilon_0}$, δηλαδή είναι ανεξάρτητος από το φορτίο και τη μάζα άρα $t_\alpha = t_p$.

Άρα σωστή απάντηση είναι η **(β)**.

ii) Το κάθε σωματίδιο εκτρέπεται κατά $y = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2$. Έχουμε:

$$\alpha_p = \frac{q_p \cdot E}{m_p} \quad \text{και} \quad \alpha_\alpha = \frac{q_\alpha \cdot E}{m_\alpha} = \frac{2 \cdot q_p \cdot E}{4 m_p} = \frac{\alpha_p}{2}, \text{ άρα}$$

$$\left.\begin{array}{r} y_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_p \cdot E}{m_p} \cdot \frac{L^2}{\upsilon_0^2} \\ y_\alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{\alpha_p}{2} \cdot \frac{L^2}{\upsilon_0^2} \Rightarrow y_\alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_p \cdot E}{2 m_p} \cdot \frac{L^2}{\upsilon_0^2} \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta y = y_p - y_\alpha =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{q_p \cdot E \cdot L^2}{m_p \cdot \upsilon_0^2} - \frac{1}{4} \cdot \frac{q_p \cdot E \cdot L^2}{m_p \cdot \upsilon_0^2} \Rightarrow \Delta_y = \frac{q_p \cdot E \cdot L^2}{4 \cdot m_p \cdot \upsilon_0^2}$$

Άρα σωστή απάντηση είναι η **(α)**.

ΘΕΜΑ Γ

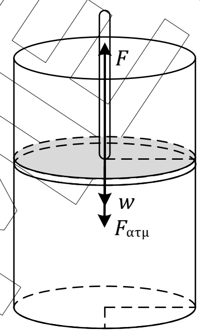
Έχουμε:

$n = \frac{2}{R}\,\text{mol}$, $w = 200$ N,

$\theta_A = 27^o\text{C} \Rightarrow T_A = 273 + \theta_A \Rightarrow T_A = 273 + 27 \Rightarrow T_A = 300\,\text{K}$,

$S = 20\ \text{cm}^2 = 20 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2 = 2 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^2$ και

$P_{\alpha\tau\mu} = 1\,\text{atm} = 10^5\ \text{N/m}^2$.



Γ1. Εφόσον το έμβολο ισορροπεί ισχύει:

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow F = w + F_{\alpha\tau\mu} \Rightarrow \frac{F}{S} = \frac{w}{S} + \frac{F_{\alpha\tau\mu}}{S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_A = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{w}{S} \Rightarrow = \frac{w}{S} \Rightarrow w = \left(P_A - P_{\alpha\tau\mu}\right) \cdot S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow w = \left(2 \cdot 10^5 - 10^5\right) \cdot 2 \cdot 10^{-3} \Rightarrow w = 200\,\text{N}$$

Γ2. Η μεταβολή είναι κυκλική άρα:

$$\Delta U_{O\Lambda} = 0 \Rightarrow \Delta U_{A \to B} + \Delta U_{B \to \Gamma} = 0 \Rightarrow$$

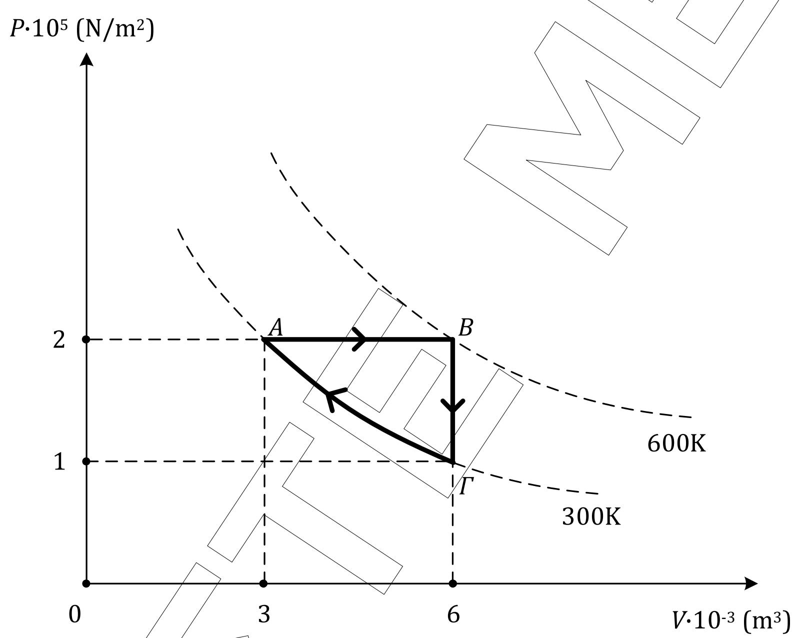
$$\Rightarrow \Delta U_{A \to B} = -\Delta U_{B \to \Gamma} \Rightarrow \frac{\Delta U_{A \to B}}{\Delta U_{B \to \Gamma}} = -1$$

Γ3. Έχουμε: $P_A V_A = nRT_A \Rightarrow V_A = \frac{nRT_A}{P_A} \Rightarrow V_A = \frac{\frac{2}{\cancel{R}} \cdot \cancel{R} \cdot 300}{2 \cdot 10^5} \Rightarrow V_A = 3 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$

$$A \to B:\ P = \sigma\tau\alpha\theta \Rightarrow \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{\cancel{V_A}}{T_A} = \frac{2\cancel{V_A}}{T_B} \Rightarrow T_B = 2T_A = 600\,\text{K}$$

$$B \to \Gamma:\ V = \sigma\tau\alpha\theta \Rightarrow \frac{P_B}{T_B} = \frac{P_\Gamma}{T_\Gamma} \Rightarrow P_\Gamma = \frac{T_\Gamma \cdot P_B}{T_B} \overset{T_\Gamma = \frac{T_B}{2}}{\Rightarrow} P_\Gamma = \frac{P_B}{2} = 10^5\ \text{N/m}^2$$

	P (N/m²)	V (m³)	T (K)
A	$2\cdot10^5$	$3\cdot10^{-3}$	300
B	$2\cdot10^5$	$6\cdot10^{-3}$	600
Γ	10^5	$6\cdot10^{-3}$	300
A	$2\cdot10^5$	$3\cdot10^{-3}$	300



Γ4. **i)** Έχουμε $e=\dfrac{W}{Q_h}$, όπου $W_{ΟΛ}=W_{AB}+\cancel{W_{BΓ}}^{0}+W_{ΓA}$ και:

$$W_{AB}=P_A\left(V_B-V_A\right)=2\cdot10^5\left(6-3\right)\cdot10^{-3}=6\cdot10^2=600\,\text{J}\Rightarrow W_{AB}=600\,\text{J}$$

$$W_{ΓA}=nRT_Γ\ln\left(\frac{V_A}{V_Γ}\right)=\frac{2}{\cancel{R}}\cdot\cancel{R}\cdot300\cdot\ln\left(\frac{3\cdot\cancel{10^{-3}}}{6\cdot\cancel{10^{-3}}}\right)=600\cdot\ln\left(\frac{1}{2}\right)\Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{ΓA}=600\cdot\left(\cancel{\ln1}^{0}-\ln2\right)\Rightarrow W_{ΓA}=-600\cdot\ln2\Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{ΓA}=-600\cdot0{,}7\Rightarrow W_{ΓA}=-420\,\text{J}$$

Άρα $W_{ΟΛ}=600-420\Rightarrow W_{ΟΛ}=180\,\text{J}$

και ακόμη $Q_h=Q_{AB}=W_{AB}+\Delta U_{AB}$. Υπολογίζουμε το ΔU_{AB}:

$$\Delta U_{AB}=\frac{3}{2}nR\left(T_B-T_A\right)=\frac{3}{\cancel{2}}\cdot\frac{\cancel{2}}{\cancel{R}}\cdot\cancel{R}\cdot300\Rightarrow\Delta U_{AB}=900\,\text{J}$$, άρα

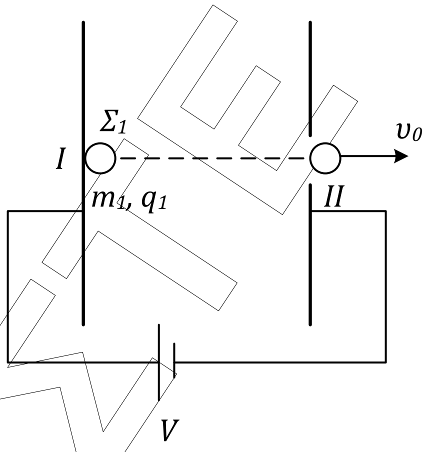
$Q_h = 600 + 900 \Rightarrow Q_h = 1500\,\mathrm{J}$, επομένως $e = \dfrac{W}{Q_h} \Rightarrow e = \dfrac{18\cancel{0}}{150\cancel{0}} \Rightarrow e = 0{,}12$.

ii) $e_C = 1 - \dfrac{T_C}{T_h} = 1 - \dfrac{300}{600} \Rightarrow e_C = 1 - \dfrac{1}{2} \Rightarrow e_C = 0{,}5$

Ισχύει $e_C > e$, άρα ο συντελεστής απόδοσης που βρήκαμε συμφωνεί με το θεώρημα Carnot.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

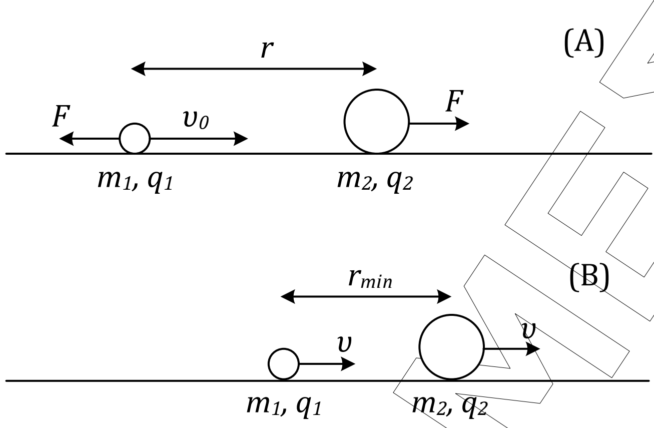


Εφαρμόζουμε το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας από τη θέση *I* στη θέση *II*:

$$\Delta K = W_{F_{\eta\lambda}} \Rightarrow K_{II} - \cancel{K_I}^{0} = q_1 \cdot V \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot \upsilon_0^{2} = q_1 \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot q_1 \cdot V}{m_1}} \Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot \cancel{10^{-6}} \cdot 200}{\cancel{10^{-6}}}} \Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{400} \Rightarrow \upsilon_0 = 20\ \mathrm{m/s}$$

Δ2.



Το σωματίδιο Σ_1 επιβραδύνεται με αυξανόμενο ρυθμό, ενώ το Σ_2 επιταχύνεται με αυξανόμενο ρυθμό. Τα σωματίδια βρίσκονται μεταξύ τους σε ελάχιστη απόσταση όταν αποκτούν ίσες ταχύτητες.

i) Επειδή το σύστημα των δύο σωματιδίων είναι μονωμένο μπορούμε να εφαρμόσουμε την Αρχή Διατήρησης της Ορμής:

$$\vec{p}_A = \vec{p}_B \Rightarrow m_1 \cdot \upsilon_0 = m_1 \cdot \upsilon + m_2 \cdot \upsilon \Rightarrow m_1 \cdot \upsilon_0 = (m_1 + m_2) \cdot \upsilon \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \upsilon_0 = \upsilon \Rightarrow \upsilon = \frac{10^{-6}}{5 \cdot 10^{-6}} \cdot 20 \Rightarrow \upsilon = 4 \text{ m/s}$$

ii) Εφαρμόζουμε στη συνέχει την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας για το σύστημα των φορτίων στις θέσεις (A) και (B):

$$K_A + U_A = K_B + U_B \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot \upsilon_0^{\,2} + K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} = \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot \upsilon^2 + K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{\min}} \Rightarrow$$

$$K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{\min}} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot \upsilon_0^{\,2} - \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot \upsilon^2 + K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} \Rightarrow$$

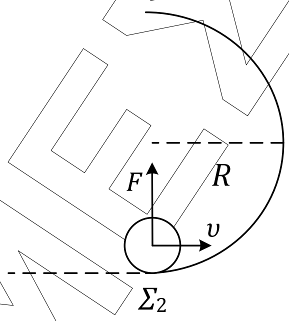
$$\Rightarrow r_{\min} = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{\frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot \upsilon_0^{\,2} - \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot \upsilon^2 + K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r}} \Rightarrow$$

$$r_{\min} = \frac{9 \cdot \cancel{10^9} \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot \cancel{10^{-9}}}{\frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \cdot 400 - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 16 + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-9}}{0{,}9}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r_{\min} = \frac{36 \cdot 10^{-6}}{200 \cdot 10^{-6} - \cancel{40 \cdot 10^{-6}} + \cancel{40 \cdot 10^{-6}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r_{\min} = \frac{36 \cdot \cancel{10^{-6}}}{200 \cdot \cancel{10^{-6}}} \Rightarrow r_{\min} = 0{,}18\,\text{m}$$

Δ3. Η δύναμη F που δέχεται το σώμα Σ_2 από το ημικύκλιο παίζει το ρόλο κεντρομόλου δύναμης για την κίνησή του. Άρα:



$$F = \frac{m_2 \upsilon^2}{R} = \frac{10^{-6} \cdot 16}{10^{-1}} \Rightarrow F = 16 \cdot 10^{-5}\ \text{N}$$

Δ4. **Α′ τρόπος**

Η χρονική διάρκεια της κίνησης στο ημικύκλιο αντιστοιχεί σε απόσταση

$$S = \frac{\cancel{2}\pi R}{\cancel{2}} \Rightarrow S = \pi R$$

Ακόμη $S = \upsilon \cdot t \Rightarrow t = \frac{S}{\upsilon} = \frac{\pi R}{\upsilon} \Rightarrow t = \frac{\pi \cdot 10^{-1}}{4} \Rightarrow t = \frac{\pi}{40}$ sec

Β′ τρόπος

Ισχύει:

$$\left.\begin{array}{l} \omega = \dfrac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta\varphi}{\omega} \\ \Delta\varphi = \pi\,\text{rad} \quad \text{και} \quad \omega = \dfrac{2\pi}{T} \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2\pi} \cdot \Delta\varphi \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2\cancel{\pi}} \cdot \cancel{\pi} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\cancel{2}\pi R}{\cancel{2}\upsilon} \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi R}{\upsilon} \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi \cdot 10^{-1}}{4} \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi}{40}\ \text{sec}$$