| | |
|---|---|
| Ωρίωνας ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΦΥΣΙΚΗΣ | **ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ** |

**ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
**ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

**Ημερομηνία: Δευτέρα 3 Ιανουαρίου 2022**
**Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες**

# ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

## ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

**Α1.** Ένας ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης I. Σ’ ένα σημείο Κ του χώρου που απέχει απόσταση r από τον αγωγό η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι μηδέν.

**α.** Στο σημείο Κ εκτός από το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο ευθύγραμμος αγωγός, υπάρχει και άλλο ή άλλα μαγνητικά πεδία.

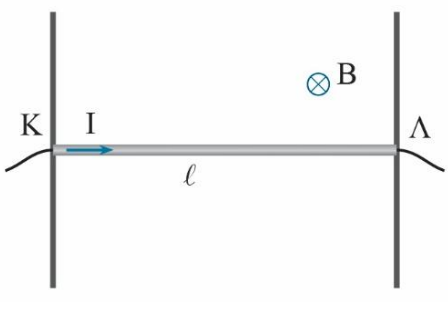
**β.** Στο σημείο Κ υπάρχει μόνο το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο ευθύγραμμος αγωγός.

**γ.** Στο σημείο Κ υπάρχουν δυο μαγνητικά πεδία κάθετα μεταξύ τους.

**δ.** Στο σημείο Κ υπάρχουν δυο ομόρροπα μαγνητικά πεδία ίσης έντασης.

**Μονάδες 5**

**Α2.** Στο παρακάτω σχήμα ο αγωγός ΚΛ μήκους $\ell$ και μάζας m μπορεί να κινείται χωρίς τριβές έχοντας συνεχώς τα άκρα του στα δυο κατακόρυφα σύρματα. Όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης I και στο χώρο υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B ο αγωγός ισορροπεί. Κάποια χρονική στιγμή δίνουμε στον αγωγό ταχύτητα υ προς τα πάνω ενώ ταυτόχρονα διπλασιάζουμε την ένταση του ρεύματος και υποδιπλασιάζουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου.



**α.** Ο αγωγός θα κινηθεί προς τα πάνω κάνοντας ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

**β.** Ο αγωγός θα κινηθεί προς τα πάνω κάνοντας ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

**γ.** Ο αγωγός θα κινηθεί προς τα πάνω κάνοντας ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.

**δ.** Ο αγωγός θα παραμείνει ακίνητος.

**Μονάδες 5**

**Α3.** Τροφοδοτούμε μια ωμική αντίσταση R με εναλλασσόμενο ρεύμα περιόδου T που η τάση του μεταβάλλεται χρονικά σύμφωνα με την εξίσωση v=Vημωt.

**α.** Τη χρονική στιγμή T/2 η στιγμιαία ισχύς που δαπανάται στην αντίσταση είναι μέγιστη.

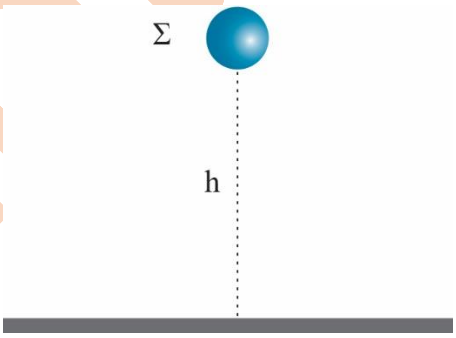
**β.** Τη χρονική στιγμή T/4 η στιγμιαία ισχύς που δαπανάται στην αντίσταση είναι ίση με τη μέση ισχύ.

**γ.** Τη χρονική στιγμή T/8 η στιγμιαία ισχύς που δαπανάται στην αντίσταση είναι μικρότερη από τη στιγμιαία ισχύ τη χρονική στιγμή T/4.

**δ.** Η στιγμιαία ισχύς που δαπανάται στην αντίσταση είναι σταθερή.

**Μονάδες 5**

**Α4.** Στο παρακάτω σχήμα η σφαίρα Σ βρίσκεται ακίνητη σε ύψος h πάνω από το έδαφος. Κάποια χρονική στιγμή αφήνουμε τη σφαίρα ελεύθερη να κινηθεί. Σε κάθε κρούση της με το έδαφος η σφαίρα πηγαίνει στο 1/4 του ύψους από αυτό που είχε πριν την κρούση.




**α.** Η κρούση της σφαίρας με το έδαφος είναι ελαστική.

**β.** Σε κάθε κρούση η σφαίρα χάνει το 75% της ενέργειας που είχε πριν την κρούση.

**γ.** Σε κάθε κρούση ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής για τη σφαίρα.

**δ.** Σε κάθε κρούση το 50% της ενέργειας της σφαίρας μετατρέπεται σε θερμότητα.

**Μονάδες 5**

**Α5.** *Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη* ***Σωστό****, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη* ***Λάθος****, για τη λανθασμένη.*

**α.** Ένας κυκλικός αγωγός ακτίνας r διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο του, είναι κάθετη στο επίπεδό του.

**β.** Ένα σωληνοειδές μήκους $\ell$ έχει Ν σπείρες και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι. Το σωληνοειδές δημιουργεί στο κέντρο του μαγνητικό πεδίο έντασης Β. Τοποθετούμε στο εσωτερικό του σωληνοειδούς πυρήνα μαλακού σιδήρου μαγνητικής διαπερατότητας μ. Τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς αυξάνεται και γίνεται $B'=\mu BN$.

**γ.** Ένας ευθύγραμμος αγωγός μήκους $\ell$ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β κάθετα στις δυναμικές του γραμμές. Στρέφουμε τον αγωγό πάνω στο επίπεδο των δυναμικών γραμμών κατά γωνία $60^o$. Τότε η δύναμη Laplace μειώνεται κατά 50% σε σχέση με την αρχική της τιμή.

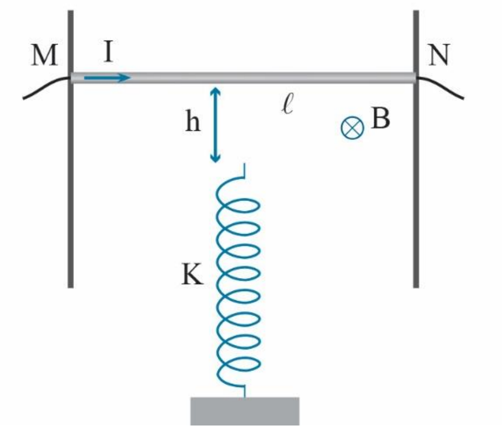
**δ.** Η ενεργός τιμή της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος μεταβάλλεται ημιτονικά με το χρόνο.

**ε.** Ένα σώμα μάζας $m_1=m$ κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα $\upsilon_1$ και συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας $m_2=3m$. Μετά την κρούση και σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, το διάστημα που έχει διανύσει το πρώτο σώμα είναι ίσο με το διάστημα που έχει διανύσει το δεύτερο.

**Μονάδες 5**

## ΘΕΜΑ Β

**Β1.** Ένας ευθύγραμμος αγωγός ΜΝ μήκους $\ell$ ισορροπεί σε οριζόντια θέση με τα άκρα του να είναι εφαπτόμενα σε δυο κατακόρυφα σύρματα όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης Ι, ενώ στον χώρο υπάρχει οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης Β. Σε απόσταση h κάτω από τον αγωγό υπάρχει το άνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς Κ, το κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σταθερά. Η προέκταση του άξονα του ελατηρίου διέρχεται από το κέντρο μάζας του αγωγού. Τη χρονική στιγμή $t_o=0$ μηδενίζουμε την ένταση του ρεύματος και ο αγωγός αρχίζει να κινείται χωρίς τριβές παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος. Αν η ένταση της βαρύτητας είναι g, την στιγμή που ο αγωγός αποκτά μέγιστη ταχύτητα το μέτρο της ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του είναι:




**α.** $E_{\varepsilon\pi} = B\ell\sqrt{g\left(2h + \dfrac{BI\ell}{K}\right)}$

**β.** $E_{\varepsilon\pi} = B\ell\sqrt{2gh}$

**γ.** $E_{\varepsilon\pi} = B\ell\sqrt{2g\left(h + \dfrac{BI\ell}{K}\right)}$

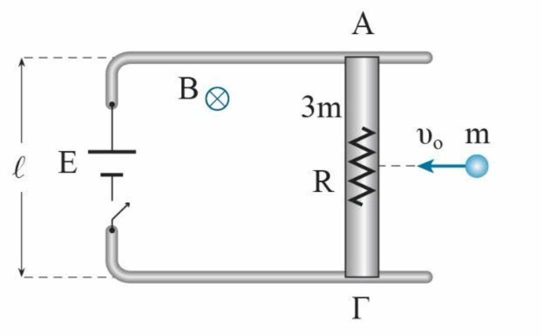
Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

**Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 6**

**Β2.** Ένας αγωγός ΑΓ μάζας 3m, μήκους $\ell$ και αντίστασης R μπορεί να κινείται χωρίς τριβές έχοντας συνεχώς τα άκρα του πάνω σε δυο οριζόντια σύρματα αμελητέας αντίστασης και μεγάλου μήκους. Τα δυο άκρα των συρμάτων είναι ενωμένα με ηλεκτρική πηγή που έχει ΗΕΔ Ε και αμελητέα εσωτερική αντίσταση. Κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β. Ο αγωγός ΑΓ αρχικά ισορροπεί με τον διακόπτη του κυκλώματος ανοιχτό. Μια μικρή σφαίρα μάζας m κινείται με ταχύτητα $\upsilon_o$ και τη χρονική στιγμή $t_o=0$ συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το κέντρο μάζας του αγωγού. Ταυτόχρονα με την κρούση την ίδια χρονική στιγμή κλείνουμε και τον διακόπτη του κυκλώματος. Η κινητική ενέργεια του αγωγού μηδενίζεται για πρώτη φορά τη χρονική στιγμή:




**α.** $t = \dfrac{\upsilon_o mR}{2BE\ell}$

**β.** $t = \dfrac{3\upsilon_o mR}{2BE\ell}$

**γ.** $t = \dfrac{5\upsilon_o mR}{2BE\ell}$

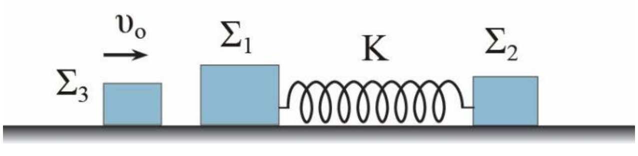
Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

**Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 6**

**Β3.** Δυο σώματα $\Sigma_1$ και $\Sigma_2$ με μάζες $m_1=3m$ και $m_2=2m$ βρίσκονται πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο στερεωμένα στα δυο άκρα ιδανικού ελατηρίου σταθεράς Κ. Τα σώματα ισορροπούν με το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Ένα τρίτο σώμα $\Sigma_3$ μάζας m κινείται με ταχύτητα $\upsilon_o$ και τη χρονική στιγμή $t_o=0$ συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με το σώμα $\Sigma_1$. Ο λόγος των ταχυτήτων $\dfrac{\upsilon_1'}{\upsilon_2'}$ των σωμάτων $\Sigma_1$ και $\Sigma_2$ όταν το ελατήριο θα έχει πάλι το φυσικό του μήκος μετά την χρονική στιγμή $t_o=0$ είναι:




**α.** $\dfrac{\upsilon_1'}{\upsilon_2'} = \dfrac{1}{2}$

**β.** $\dfrac{\upsilon_1'}{\upsilon_2'} = \dfrac{1}{4}$

**γ.** $\frac{\upsilon_1'}{\upsilon_2'} = \frac{1}{6}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

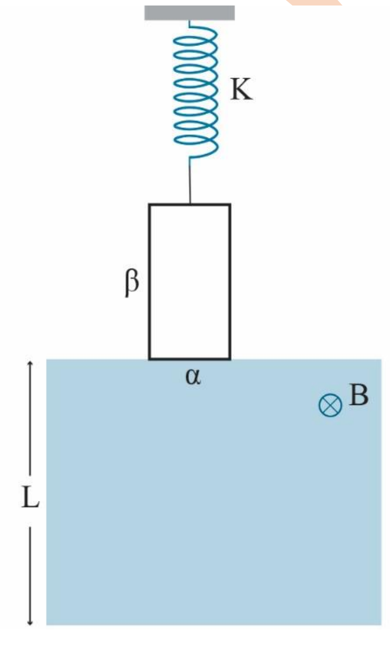
**Μονάδες 2**

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 7**

## ΘΕΜΑ Γ

Ορθογώνιο κατακόρυφο συρμάτινο πλαίσιο με πλευρές α=10cm και β=40cm και αντίσταση R=0,1Ω βρίσκεται ακίνητο με την κάτω πλευρά του να εφάπτεται στο άνω όριο οριζόντιου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης B, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το άνω άκρο του πλαισίου είναι στερεωμένο μέσω ενός αβαρούς νήματος με ιδανικό ελατήριο σταθεράς K=100N/m. Το άνω άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο. Όταν το πλαίσιο ισορροπεί, το ελατήριο έχει δυναμική ενέργεια U=0,5J. Το ύψος του πεδίου είναι L=1,4m. Τη χρονική στιγμή $t_o$=0 κόβουμε το νήμα και το πλαίσιο αρχίζει να κινείται στο κατακόρυφο επίπεδο και αποκτά σταθερή ταχύτητα $\upsilon_{ορ}$=1m/s τη χρονική στιγμή που έχει κινηθεί κατά d=30cm.




**Γ1.** Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

**Μονάδες 6**

**Γ2.** Να υπολογίσετε τη θερμότητα που παράγεται στην αντίσταση του πλαισίου, μέχρι να εισέλθει ολόκληρο στο μαγνητικό πεδίο.

**Μονάδες 7**

**Γ3.** Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του πλαισίου τη χρονική στιγμή που η κάτω πλευρά του φτάνει στο κάτω όριο του μαγνητικού πεδίου.

**Μονάδες 5**

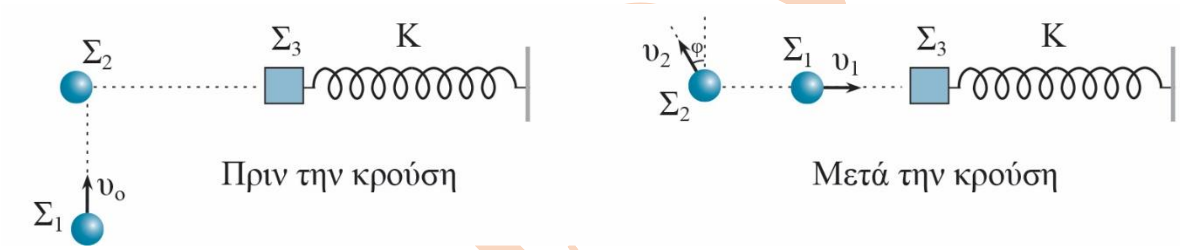
**Γ4.** Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του πλαισίου τη χρονική στιγμή που έχει κινηθεί κατά D=1,15m.

**Μονάδες 7**

Δίνεται η ένταση της βαρύτητας $g=10m/s^2$.

## ΘΕΜΑ Δ

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κάτοψη ενός οριζόντιου επιπέδου. Πάνω στο επίπεδο κινείται χωρίς τριβές μια σφαίρα $Σ_1$ μάζας $m_1=0,2Kg$ με ταχύτητα $υ_ο$ και συγκρούεται έκκεντρα και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα $Σ_2$ μάζας $m_2=0,4Kg$. Μετά την κρούση η σφαίρα $Σ_1$ κινείται χωρίς τριβές σε διεύθυνση κάθετη της αρχικής της και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ένα σώμα $Σ_3$ μάζας $m_3=0,2Kg$ το οποίο ισορροπεί στερεωμένο στο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K=138N/m. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο. Μετά την πλαστική κρούση το συσσωμάτωμα συσπειρώνει το ελατήριο κατά $x_1=0,1m$ μέχρι να σταματήσει στιγμιαία. Στην κίνηση του συσσωματώματος υπάρχει τριβή με συντελεστή τριβής ο οποίος μεταβάλλεται με την μετατόπιση x από την αρχική θέση του συσσωματώματος σύμφωνα με τη σχέση μ=0,25+0,5x.




**Δ1.** Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος $Σ_1$ και $Σ_3$ κατά την κρούση.

**Μονάδες 7**

**Δ2.** Να υπολογίσετε την ταχύτητα της σφαίρας $Σ_2$ μετά την κρούση κατά μέτρο και διεύθυνση.

**Μονάδες 5**

**Δ3.** Να υπολογίσετε το μέτρο $υ_ο$ της ταχύτητας της σφαίρας $Σ_1$ πριν την κρούση.

**Μονάδες 6**

**Δ4.** Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής της σφαίρας $Σ_1$ στην ελαστική κρούση.

**Μονάδες 7**

Δίνεται η ένταση της βαρύτητας $g=10m/s^2$.

# ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

## ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

**Α1.** α

**Α2.** β

**Α3.** γ

**Α4.** β

**Α5.** Σ, Λ, Σ, Λ, Σ

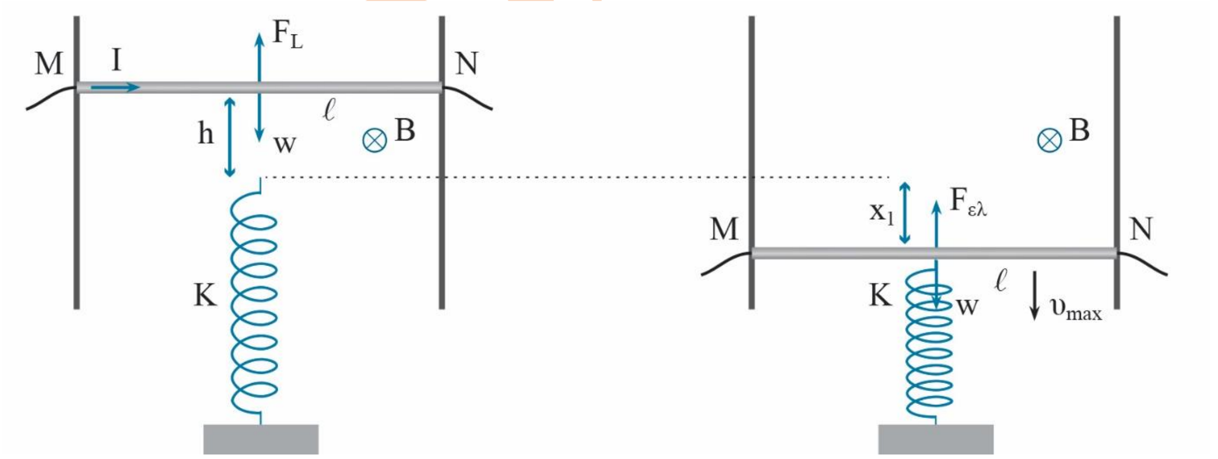
## ΘΕΜΑ Β

**Β1.** Σωστή η α.

Από την αρχική ισορροπία του αγωγού παίρνουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = w \Rightarrow BI\ell = mg \Rightarrow m = \frac{BI\ell}{g}$$

Ο αγωγός αφού φτάσει στο ελατήριο το συσπειρώνει και αποκτά μέγιστη ταχύτητα στο σημείο που ισχύει ΣF=0. Υπολογίζουμε τη συσπείρωση του ελατηρίου στη θέση αυτή.




$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w \Rightarrow Kx_1 = mg \Rightarrow Kx_1 = \frac{BI\ell}{g}g \Rightarrow x_1 = \frac{BI\ell}{K}$$

Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. μεταξύ των δυο θέσεων.

$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow mg(h+x_1) - \frac{1}{2}Kx_1^2 = \frac{1}{2}m\upsilon_{max}^2 \Rightarrow 2mgh + 2mgx_1 - Kx_1^2 = m\upsilon_{max}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon_{max}^2 = 2gh + 2gx_1 - \frac{K}{m}x_1^2 \Rightarrow \upsilon_{max}^2 = 2gh + 2g\frac{BI\ell}{K} - \frac{K}{\frac{BI\ell}{g}}\frac{B^2I^2\ell^2}{K^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon_{max}^2 = 2gh + 2g\frac{BI\ell}{K} - g\frac{BI\ell}{K} \Rightarrow \upsilon_{max}^2 = 2gh + g\frac{BI\ell}{K} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon_{max} = \sqrt{2gh + g\frac{BI\ell}{K}} = \sqrt{g\left(2h + \frac{BI\ell}{K}\right)}$$

Και το μέτρο της ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του αγωγού είναι:

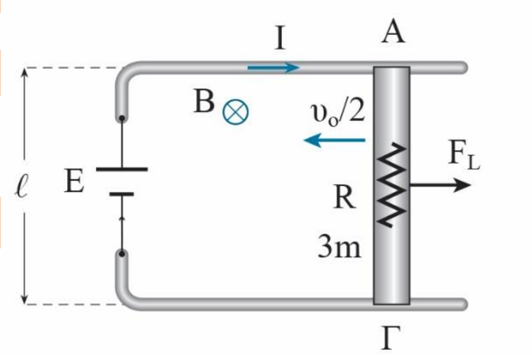
$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon_{max}\ell = B\ell\sqrt{g\left(2h + \frac{BI\ell}{K}\right)}$$

**Β2.** Σωστή η β.

Η ταχύτητα του αγωγού μετά την ελαστική κρούση είναι:

$$\upsilon_{A\Gamma} = \frac{2m}{m+3m}\upsilon_o = \frac{2m}{4m}\upsilon_o = \frac{\upsilon_o}{2}$$

Όταν κλείσουμε τον διακόπτη θα ασκηθεί στον αγωγό δύναμη Laplace και αυτός θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση. Υπολογίζουμε την επιβράδυνση του αγωγού.




$$\Sigma F = 3m\alpha \Rightarrow F_L = 3m\alpha \Rightarrow BI\ell = 3m\alpha \Rightarrow B\frac{E}{R}\ell = 3m\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{BE\ell}{3mR}$$

Και ο χρόνος κίνησης του αγωγού είναι:

$$\upsilon = \upsilon_{A\Gamma} - \alpha t \Rightarrow 0 = \upsilon_{A\Gamma} - \alpha t \Rightarrow \alpha t = \upsilon_{A\Gamma} \Rightarrow \frac{BE\ell}{3mR}t = \frac{\upsilon_o}{2} \Rightarrow t = \frac{3mR\upsilon_o}{2BE\ell}$$

**Β3.** Σωστή η γ.

Υπολογίζουμε την ταχύτητα του σώματος $\Sigma_1$ μετά την ελαστική κρούση.

$$\upsilon_1 = \frac{2m}{m+3m}\upsilon_o = \frac{2m}{4m}\upsilon_o = \frac{\upsilon_o}{2}$$

Εφαρμόζουμε διατήρηση της ορμής και διατήρηση της κινητικής ενέργειας για τα σώματα $\Sigma_1$ και $\Sigma_2$ από την αρχική θέση, μέχρι τη θέση που το ελατήριο θα έχει ξανά το φυσικό του μήκος.


$$\vec{p}_{\alpha\rho\chi} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow m_1\upsilon_1 = m_1\upsilon_1' + m_2\upsilon_2' \Rightarrow m_1(\upsilon_1 - \upsilon_1') = m_2\upsilon_2' \quad (1)$$

$$K_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1'^2 + \frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 \Rightarrow m_1(\upsilon_1^2 - \upsilon_1'^2) = m_2\upsilon_2'^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1(\upsilon_1 - \upsilon_1')(\upsilon_1 + \upsilon_1') = m_2\upsilon_2'^2 \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \rightarrow \frac{m_1(\upsilon_1 - \upsilon_1')(\upsilon_1 + \upsilon_1')}{m_1(\upsilon_1 - \upsilon_1')} = \frac{m_2\upsilon_2'^2}{m_2\upsilon_2'} \Rightarrow \upsilon_1 + \upsilon_1' = \upsilon_2' \quad (3)$$

Από τις (1) και (3) παίρνουμε:

$$m_1(\upsilon_1 - \upsilon_1') = m_2\upsilon_2' \Rightarrow 3m(\upsilon_1 - \upsilon_1') = 2m(\upsilon_1 + \upsilon_1') \Rightarrow 3\upsilon_1 - 3\upsilon_1' = 2\upsilon_1 + 2\upsilon_1' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5\upsilon_1' = \upsilon_1 \Rightarrow 5\upsilon_1' = \frac{\upsilon_o}{2} \Rightarrow \upsilon_1' = \frac{\upsilon_o}{10}$$

$$\upsilon_1 + \upsilon_1' = \upsilon_2' \Rightarrow \upsilon_2' = \frac{\upsilon_o}{2} + \frac{\upsilon_o}{10} = \frac{6\upsilon_o}{10}$$

Και ο λόγος των ταχυτήτων είναι:

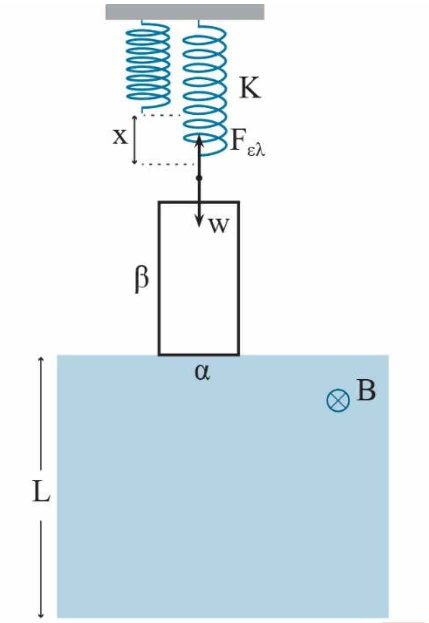
$$\frac{\upsilon_1'}{\upsilon_2'} = \frac{\frac{\upsilon_o}{10}}{\frac{6\upsilon_o}{10}} = \frac{1}{6}$$

## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Η αρχική επιμήκυνση του ελατηρίου είναι:

$$U = \frac{1}{2}Kx^2 \Rightarrow 0{,}5 = \frac{1}{2}100x^2 \Rightarrow x^2 = \frac{1}{100} \Rightarrow x = 0{,}1m$$

Από την ισορροπία του πλαισίου υπολογίζουμε τη μάζα του.




$$\Sigma F = 0 \Rightarrow w - F_{ελ} = 0 \Rightarrow w = F_{ελ} \Rightarrow mg = Kx \Rightarrow m = \frac{Kx}{g} = \frac{100 \cdot 0,1}{10} = 1Kg$$

Στο σημείο στο οποίο ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα ισχύει ΣF=0.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = w \Rightarrow BI\alpha = mg \Rightarrow B\frac{E_{επ}}{R}\alpha = mg \Rightarrow B\frac{B\upsilon_{ορ}\alpha}{R}\alpha = mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{B^2\upsilon_{ορ}\alpha^2}{R} = mg \Rightarrow B = \sqrt{\frac{mgR}{\upsilon_{ορ}\alpha^2}} \Rightarrow B = \sqrt{\frac{1 \cdot 10 \cdot 0,1}{1 \cdot 0,1^2}} = 10T$$

**Γ2.** Παίρνουμε Θ.Μ.Κ.Ε. από τη χρονική στιγμή $t_0$ μέχρι τη χρονική στιγμή που εισέρχεται ολόκληρο το πλαίσιο στο πεδίο και υπολογίζουμε το έργο της δύναμης Laplace.

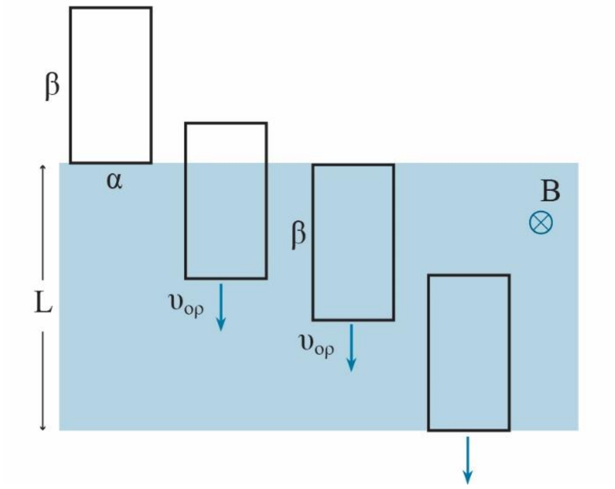
$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_w + W_{F_L} = K_{τελ} - K_{αρχ} \Rightarrow mg\beta + W_{F_L} = \frac{1}{2}m\upsilon_{ορ}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 \cdot 10 \cdot 0,4 + W_{F_L} = \frac{1}{2}1 \cdot 1^2 \Rightarrow W_{F_L} = -3,5J$$

Και η θερμότητα που παράγεται στην αντίσταση του πλαισίου είναι:

$$Q_R = \left|W_{F_L}\right| = 3,5J$$

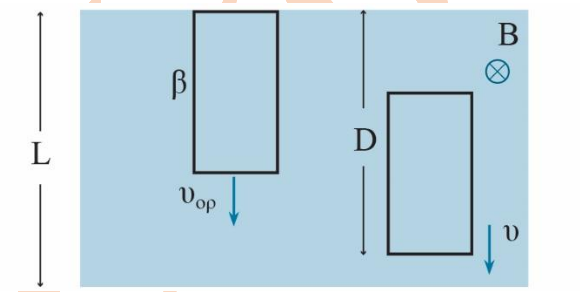
**Γ3.** Όταν το πλαίσιο εισέλθει ολόκληρο στο μαγνητικό πεδίο η ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται σ' αυτό μηδενίζεται. Επομένως μηδενίζεται το επαγωγικό ρεύμα και η δύναμη Laplace. Το πλαίσιο κινείται μόνο με την επίδραση του βάρους του. Με Θ.Μ.Κ.Ε. υπολογίζουμε την τελική κινητική ενέργεια του πλαισίου.




$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_w = K_{τελ} - K_{αρχ} \Rightarrow mg(L-\beta) = K_{τελ} - \frac{1}{2}m\upsilon_{ορ}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1\cdot 10\cdot 1 = K_{τελ} - \frac{1}{2}1\cdot 1^2 \Rightarrow K_{τελ} = 10,5\,J$$

**Γ4.** Εφαρμόζοντας το Θ.Μ.Κ.Ε. υπολογίζουμε την ταχύτητα του πλαισίου όταν έχει κινηθεί κατά D.




$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_w = K_{τελ} - K_{αρχ} \Rightarrow mg(D-\beta) = \frac{1}{2}m\upsilon^2 - \frac{1}{2}m\upsilon_{ορ}^2 \Rightarrow$$

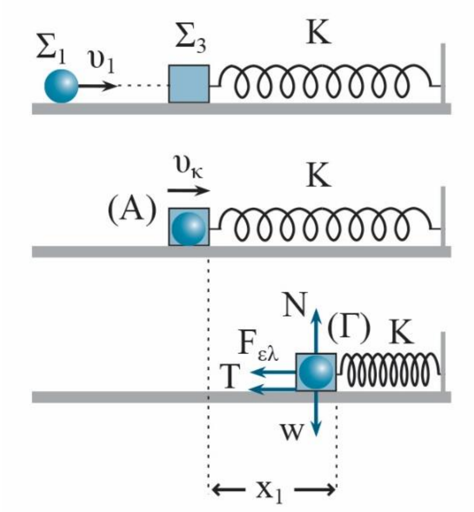
$$\Rightarrow 1\cdot 10\cdot 0,75 = \frac{1}{2}1\upsilon^2 - \frac{1}{2}1\cdot 1^2 \Rightarrow \upsilon = 4\,m/s$$

Και το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του πλαισίου είναι

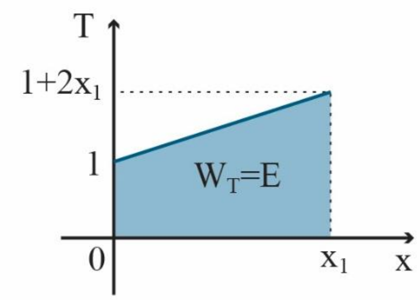
$$\left|\frac{dU}{dt}\right| = |P_w| = |w\cdot\upsilon| = |mg\cdot\upsilon| = 40\,J/s$$

## <u>ΘΕΜΑ Δ</u>

**Δ1.** Εφαρμόζοντας το Θ.Μ.Κ.Ε. υπολογίζουμε την ταχύτητα του συσσωματώματος μετά την πλαστική κρούση. Το έργο της τριβής το υπολογίζουμε από το διάγραμμα τριβής – μετατόπισης.




$$T=\mu N=\mu\left(m_1+m_3\right)g=\left(0,25+0,5x\right)0,4\cdot 10\Rightarrow T=1+2x$$




$$W_T=E=\frac{1+1+2x_1}{2}x_1=\frac{1+1+2\cdot 0,1}{2}0,1=0,11\text{J}$$

$$\Sigma W=\Delta K\Rightarrow W_{\varepsilon\lambda}+W_T=K_{\tau\varepsilon\lambda}-K_{\alpha\rho\chi}\Rightarrow -\frac{1}{2}Kx_1^2+W_T=-\frac{1}{2}\left(m_1+m_3\right)\upsilon_\kappa^2\Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{2}138\cdot 0,1^2-0,11=-\frac{1}{2}0,4\upsilon_\kappa^2\Rightarrow 0,8=0,2\upsilon_\kappa^2\Rightarrow \upsilon_\kappa=2\,\text{m/s}$$

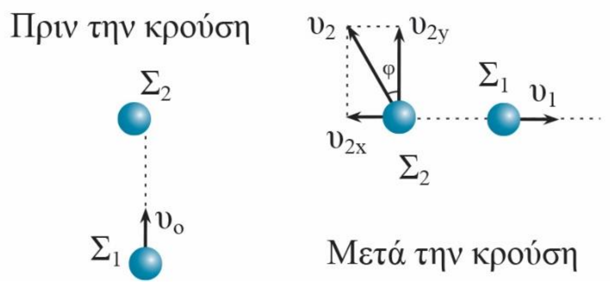
Με διατήρηση της ορμής υπολογίζουμε την ταχύτητα της σφαίρας $\Sigma_1$ πριν την κρούση.

$$\vec{p}_{\alpha\rho\chi}=\vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda}\Rightarrow m_1\upsilon_1=\left(m_1+m_2\right)\upsilon_\kappa\Rightarrow 0,2\upsilon_1=0,4\cdot 2\Rightarrow \upsilon_1=4\,\text{m/s}$$

Και η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος $\Sigma_1$ και $\Sigma_3$ κατά την κρούση είναι.

$$\Delta K=K_{\tau\varepsilon\lambda}-K_{\alpha\rho\chi}=\frac{1}{2}\left(m_1+m_3\right)\upsilon_\kappa^2-\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2=0,8-1,6=-0,8\text{J}$$

**Δ2.** Εφαρμόζουμε τη διατήρηση της ορμής στην ελαστική κρούση σε κάθε άξονα ξεχωριστά.




$$\vec{p}_{x,\alpha\rho\chi}=\vec{p}_{x,\tau\varepsilon\lambda}\Rightarrow 0=m_1\upsilon_1-m_2\upsilon_{2x}\Rightarrow m_2\upsilon_2\eta\mu\varphi=m_1\upsilon_1\Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,4\upsilon_2\eta\mu\varphi=0,2\cdot 4\Rightarrow \upsilon_2\eta\mu\varphi=2\Rightarrow \upsilon_2^2\eta\mu^2\varphi=4\quad(1)$$

$$\vec{p}_{y,\alpha\rho\chi}=\vec{p}_{y,\tau\varepsilon\lambda}\Rightarrow m_1\upsilon_o=m_2\upsilon_{2y}\Rightarrow m_2\upsilon_2\sigma\upsilon\nu\varphi=m_1\upsilon_o\Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,4\upsilon_2\sigma\upsilon\nu\varphi=0,2\cdot\upsilon_o\Rightarrow \upsilon_2\sigma\upsilon\nu\varphi=\frac{\upsilon_o}{2}\Rightarrow \upsilon_2^2\sigma\upsilon\nu^2\varphi=\frac{\upsilon_o^2}{4}\quad(2)$$

Αθροίζοντας κατά μέλη τις (1) και (2) παίρνουμε.

$$\upsilon_2^2\eta\mu^2\varphi+\upsilon_2^2\sigma\upsilon\nu^2\varphi=4+\frac{\upsilon_o^2}{4}\Rightarrow \upsilon_2^2\left(\eta\mu^2\varphi+\sigma\upsilon\nu^2\varphi\right)=4+\frac{\upsilon_o^2}{4}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon_2^2=4+\frac{\upsilon_o^2}{4}\Rightarrow \upsilon_o^2=4\upsilon_2^2-16\quad(3)$$

Στην ελαστική κρούση ισχύει η διατήρηση της κινητικής ενέργειας.

$$K_{\alpha\rho\chi}=K_{\tau\varepsilon\lambda}\Rightarrow \frac{1}{2}m_1\upsilon_o^2=\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2+\frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2\Rightarrow 0,2\upsilon_o^2=0,2\cdot 4^2+0,4\upsilon_2^2\Rightarrow \upsilon_o^2=16+2\upsilon_2^2\quad(4)$$

Από τις (3) και (4) υπολογίζουμε την ταχύτητα της σφαίρας $\Sigma_2$ μετά την κρούση.

$$4\upsilon_2^2-16=16+2\upsilon_2^2\Rightarrow 2\upsilon_2^2=32\Rightarrow \upsilon_2^2=16\Rightarrow \upsilon_2=4\,m/s$$

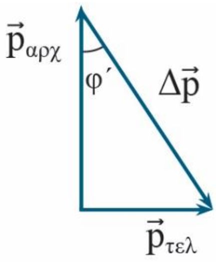
Και η διεύθυνση της ταχύτητας $\upsilon_2$ είναι.

$$\vec{p}_{x,\alpha\rho\chi}=\vec{p}_{x,\tau\varepsilon\lambda}\Rightarrow 0=m_1\upsilon_1-m_2\upsilon_{2x}\Rightarrow m_2\upsilon_2\eta\mu\varphi=m_1\upsilon_1\Rightarrow \eta\mu\varphi=\frac{1}{2}\Rightarrow \varphi=30^o$$

**Δ3.** Από τη σχέση (4) υπολογίζουμε την ταχύτητα $\upsilon_o$ της σφαίρας $\Sigma_1$ πριν την κρούση.

$$\upsilon_o^2=16+2\upsilon_2^2\Rightarrow \upsilon_o^2=16+2\cdot 4^2\Rightarrow \upsilon_o^2=3\cdot 16\Rightarrow \upsilon_o=4\sqrt{3}\,m/s$$

**Δ4.** Από το παρακάτω σχήμα υπολογίζουμε τη μεταβολή της ορμής της σφαίρας $\Sigma_1$ στην κρούση.




$$Δp^2 = p_{αρχ}^2 + p_{τελ}^2 \Rightarrow Δp = \sqrt{(m_1υ_o)^2 + (m_1υ_1)^2} \Rightarrow Δp = m_1\sqrt{υ_o^2 + υ_1^2} = 0,2\sqrt{48+16} = 1,6\,Kg\frac{m}{s}$$

$$ημφ΄ = \frac{p_{τελ}}{Δp} = \frac{0,8}{1,6} = \frac{1}{2} \Rightarrow φ = 30^o$$

Οι γωνίες φ και φ΄ είναι ίσες. Κατά την κρούση η μεταβολή της ορμής της σφαίρας $Σ_1$ και η μεταβολή της ορμής της σφαίρας $Σ_2$ είναι αντίθετες.