# Λύσεις των θεμάτων Β ,Γ και Δ

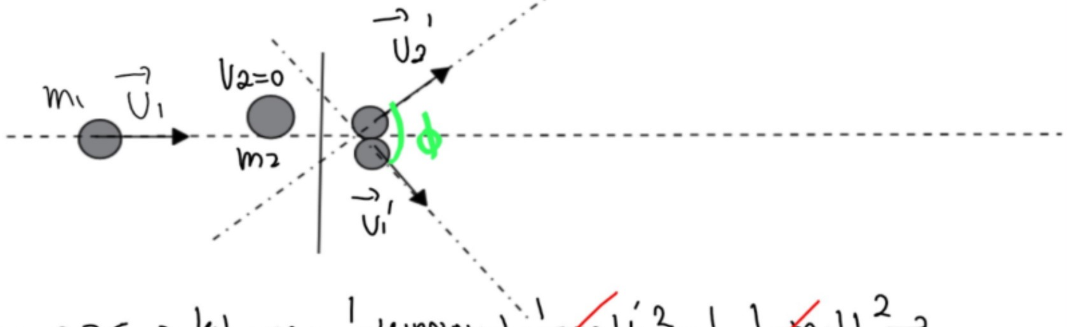
**Β1.** Μια λυχνία ισχύος $P$, η οποία θεωρείται σημειακή πηγή, εκπέμπει ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda$. Σε απόσταση $d$ από τη λυχνία υπάρχει ένα πέτασμα που έχει ένα κυκλικό άνοιγμα ακτίνας $r = d/100$ και ακριβώς πίσω από το άνοιγμα βρίσκεται ένας αισθητήρας. Αν $n_\lambda$ και $n_{\alpha\nu}$ είναι αντίστοιχα ο αριθμός των φωτονίων ανά δευτερόλεπτο που εκπέμπονται από την λυχνία και διέρχονται από το κυκλικό άνοιγμα, τότε ο λόγος $n_{\alpha\nu}/n_\lambda$ είναι:

**α.** $2{,}5\cdot10^{-5}$ **β.** $4\cdot10^{4}$ **γ.** $1$

$I_\eta = \frac{P_\eta}{A_\eta}$ , $I_{\alpha\nu} = \frac{P_{\alpha\nu}}{A_{\alpha}}$

$\frac{P_\eta}{A_\eta} = \frac{P_{\alpha\nu}}{A_\nu} \Rightarrow \frac{N_\eta \cancel{E_\phi}}{\Delta t\, 4\cancel{\pi} d^2} = \frac{N_{\alpha\nu}\cancel{E_\phi}}{\Delta t \cdot \cancel{\pi} r^2} \Rightarrow n = N/\Delta t$

$\frac{n_\eta}{4d^2} = \frac{n_{\alpha\nu}}{r^2} \Rightarrow \frac{n_{\alpha\nu}}{n_\eta} = \frac{r}{4d^2} \Rightarrow \frac{n_{\alpha\nu}}{n_\eta} = \left(\frac{\frac{d}{10^2}}{\frac{2d}{1}}\right)^2 \Rightarrow \frac{n_{\alpha\nu}}{n_\lambda} = \frac{1}{4\cdot10^{-4}} \Rightarrow \boxed{\frac{n_{\alpha\nu}}{n_\lambda} = 0{,}25\cdot10^{-4}}$




**Β2.** Σε λείο οριζόντιο δάπεδο σφαίρα $\Sigma_1$ μάζας $m_1 = m$, κινούμενη με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_0$ συγκρούεται ελαστικά αλλά όχι κεντρικά με δεύτερη όμοια σφαίρα $\Sigma_2$ μάζας $m_2 = m$, που είναι αρχικά ακίνητη. Εξαιτίας της κρούσης η κινητική ενέργεια της σφαίρας $\Sigma_1$ μειώθηκε κατά 75 %. Αν θεωρήσουμε ως χρονική στιγμή $t = 0$ τη στιγμή αμέσως μετά την κρούση τότε η χρονική εξίσωση της απόστασης $d$ που απέχουν μεταξύ τους οι δύο σφαίρες, μετά την κρούση, είναι ίση με:

**α.** $d = \frac{\upsilon_0}{2}t$ **β.** $d = \upsilon_0 t$ **γ.** $d = \frac{\upsilon_0\sqrt{3}}{2}t$

Σφαιρα 1: $\frac{|\Delta K_1|}{K_{ΠΡΙΝ}} = 0{,}75 \Rightarrow \frac{K_{ΠΡΙΝ} - K_{ΜΕΤΑ}}{K_{ΠΡΙΝ}} = 0{,}75 \Rightarrow 1 - \frac{K_{ΜΕΤΑ}}{K_{ΠΡΙΝ}} = 0{,}75 \Rightarrow K_{ΜΕΤΑ} = \frac{1}{4}K_{ΠΡΙΝ} \Rightarrow \cancel{\frac{1}{2}} m \upsilon_1'^2 = \frac{1}{4}\cancel{\frac{1}{2}} m_1 \upsilon_0^2 \Rightarrow$

$\boxed{\upsilon_1' = \frac{\upsilon_0}{2}}$

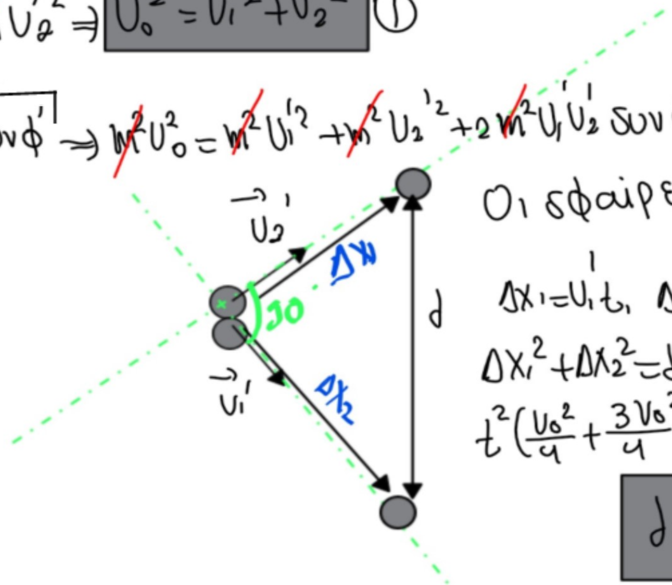
ΑΔΚΕ: $K_{ολ\,ΠΡΙΝ} = K_{ολ\,ΜΕΤΑ} \Rightarrow \cancel{\frac{1}{2}}\cancel{m}\upsilon^2 = \cancel{\frac{1}{2}}\cancel{m}\upsilon_1'^2 + \cancel{\frac{1}{2}}\cancel{m}\upsilon_2'^2 \Rightarrow \boxed{\upsilon_0^2 = \upsilon_1'^2 + \upsilon_2'^2}$ (1)

ΑΔΟ: $\vec{P}_{ολ\,ΠΡΙΝ} = \vec{P}_{ολ\,ΜΕΤΑ}$

$|\vec{P}_{ολ\,ΠΡΙΝ}| = |\vec{P}_{ολ\,ΜΕΤΑ}| \Rightarrow m|\upsilon_0| = \sqrt{(m\upsilon_1')^2 + (m\upsilon_2')^2 + 2(m\upsilon_1')(m\upsilon_2')\sigma\upsilon\nu\phi'} \Rightarrow \cancel{m^2}\upsilon_0^2 = \cancel{m^2}\upsilon_1'^2 + \cancel{m^2}\upsilon_2'^2 + 2\cancel{m^2}\upsilon_1'\upsilon_2'\sigma\upsilon\nu\phi \Rightarrow \boxed{\upsilon_0^2 = \upsilon_1'^2 + \upsilon_2'^2 + 2\upsilon_1'\upsilon_2'\sigma\upsilon\nu\phi}$ (2)

Από (1),(2) $\sigma\upsilon\nu\phi = 0 \Rightarrow \boxed{\phi = 90°}$

(1) $\Rightarrow \upsilon_0^2 = \frac{\upsilon_0^2}{4} + \upsilon_2'^2 \Rightarrow \upsilon_2'^2 = \frac{3\upsilon_0^2}{4} \Rightarrow \boxed{\upsilon_2' = \frac{\sqrt{3}\upsilon_0}{2}}$




Οι σφαίρες μετά την κρούση εκτελούν ΕΟΚ

$\Delta x_1 = \upsilon_1' t$, $\Delta x_2 = \upsilon_2' t$

$\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 = d^2 \Rightarrow \upsilon_1'^2 t^2 + \upsilon_2'^2 t^2 = d^2$

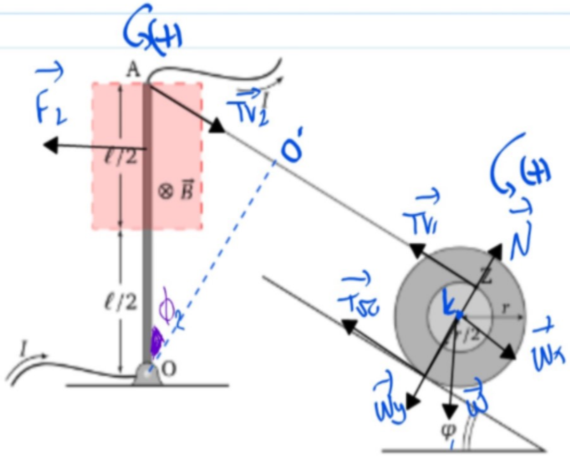
$t^2\left(\frac{\upsilon_0^2}{4} + \frac{3\upsilon_0^2}{4}\right) = d^2 \Rightarrow d^2 = \frac{4\upsilon_0^2}{4}t^2 \Rightarrow$

$\boxed{d = \upsilon_0 t}$

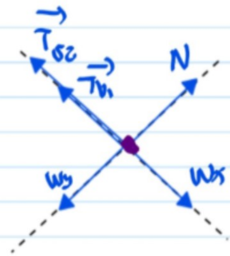
B4 γ

$\hat{\phi}_1 = \hat{\phi}_2$

$(OO') = \ell\,συνφ$




$\vec{T}_{v_1} = -\vec{T}_{v_2}$ < $T_{v_1} = T_{v_2}$ , $\vec{T}_{v_1} \uparrow\downarrow \vec{T}_{v_2}$




Τροχός: Μεταφορική ισορροπία

Οx: $\Sigma \vec{F}_x = 0 \Rightarrow T_{στ} + T_{v_1} - w_x = 0$

$T_{στ} = \frac{w}{2} - T_{v_1}$ (1)

Στροφική ισορροπία

$\Sigma \vec{\tau}_K = \vec{0} \Rightarrow T_{v_1} \cdot \frac{r}{2} - T_{στ} \cdot r = 0 \Rightarrow T_{v_1} = 2T_{στ}$

(1): $3T_{στ} = \frac{w}{2} \Rightarrow T_{στ} = \frac{w}{6}$ (2)

ράβδος: $\Sigma \vec{\tau}_O = \vec{0} \Rightarrow F_L\left(\frac{\ell}{2} + \frac{\ell}{4}\right) - T_{v_2}\,\ell\,συνφ = 0$

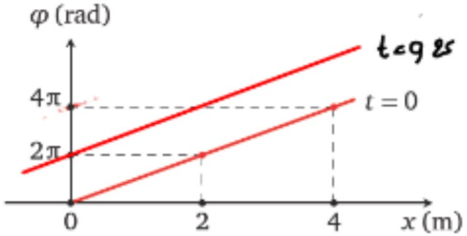
$F_L \frac{3\ell}{4} = T_{v_2} \cancel{\ell} \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow F_L = T_{v_2} \frac{4\sqrt{3}}{6} \Rightarrow F_L = \frac{2\sqrt{3}}{3} T_{v_2}$

(2): $F_L = \frac{\cancel{2} \cdot 2\sqrt{3}}{3} \frac{w}{\cancel{6}_3} \Rightarrow F_L = \frac{2w \cdot \sqrt{3}}{9}$

$F_L = BI \cdot \frac{\ell}{2} \Rightarrow B = \frac{2F_L}{I \cdot \ell} \Rightarrow \boxed{B = \frac{4w\sqrt{3}}{9I\ell}}$

## Θέμα 3

Στο διπλανό διάγραμμα παριστάνεται η γραφική παράσταση της φάσης σε συνάρτηση με την τετμημένη της θέσης $x$ των υλικών σημείων του μέσου τις χρονικές στιγμές $t=0$ και $t=0{,}2\,s$. Τη χρονική στιγμή $t=0$ το υλικό σημείο με τετμημένη θέσης $x=3\,m$ έχει ταχύτητα με μέτρο $2\pi\,m/s$.




**Γ1.** Να γράψετε την εξίσωσή του αρμονικού κύματος.

**Γ2.** Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του αρμονικού κύματος στον αρνητικό ημιάξονα τη χρονική στιγμή $t=0{,}3\,s$.

**Γ3.** Κάποια χρονική στιγμή ένα σημείο Σ έχει απομάκρυνση $y=0{,}2\,m$. Πόση απομάκρυνση θα έχει 75 ms αργότερα ένα σημείο Κ που βρίσκεται σε απόσταση 0,5 m δεξιά του Σ;

**Γ4.** Να υπολογίσετε τον λόγο της κινητικής ενέργειας του σημείου Σ προς την κινητική ενέργεια του σημείου Κ τη χρονική στιγμή που το σημείο Σ έχει απομάκρυνση $y_\Sigma=0{,}1\,m$. Να θεωρήσετε ότι τα δύο υλικά σημείου του ελαστικού μέσου εκτελούν Α.Α.Τ. και έχουν την ίδια στοιχειώδη μάζα.

Θέμα 3. (λύση)

Γ1 $y(t,x) = A\eta\mu\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

$\phi(t,x) = \omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}$ , $t=0{,}2s$

$\phi(x) = \omega 0{,}2 + \frac{2\pi x}{\lambda}$ , $x=0$, $\phi=2\pi$

$\phi(0) = \omega 0{,}2 \Rightarrow 2\pi = \omega 0{,}2 \Rightarrow \omega = 10\pi\, r/s$

$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{10\pi} \Rightarrow T = 0{,}2s$

$\phi(t,x) = 10\pi t + \frac{2\pi x}{\lambda}$ , $t=0$, $x=2m$; $\phi(2)=2\pi$

$2\pi = \frac{2\pi \cdot 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 2m$

$\phi(t,x) = 10\pi t + \frac{2\pi x}{2} \Rightarrow \phi(t,x) = 10\pi t + \pi \cdot x$

$v(x,t) = \omega A\, \sigma\upsilon\nu(10\pi t + \pi x)$, για $t=0$, το $x=3m$, $|v| = 2\pi\, m/s$

$2\pi = 10\pi A |\sigma\upsilon\nu 3\pi| \Rightarrow 2\pi = 10\pi A \Rightarrow \boxed{A = 0{,}2m}$

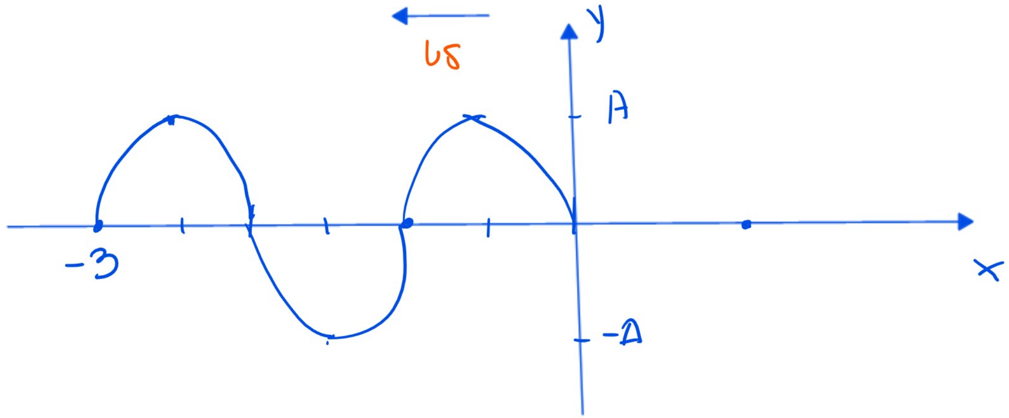
$\boxed{y(t,x) = 0{,}2\eta\mu(10\pi t + \pi x) \ (S.I.)}$

**Γ2.** Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του αρμονικού κύματος στον αρνητικό ημιάξονα τη χρονική στιγμή $t=0{,}3\,s$.

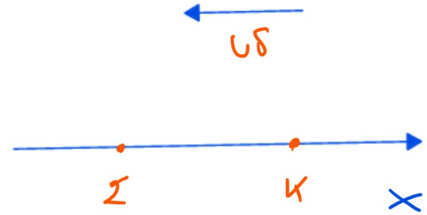
Γ2 $y(t,x) = 0{,}2\eta\mu(10\pi t + \pi x)$ για $t=0{,}3s$

$y(x) = 0{,}2\eta\mu(3\pi + \pi x)$ , $\phi(x) \geq 0 \Rightarrow 3\pi + \pi x \geq 0 \Rightarrow \pi x \geq -3\pi \Rightarrow x \geq -3m$

Για $x=-3m$, $\phi = 0$, $|\Delta x| = N\lambda \Rightarrow N = \frac{3}{2} \Rightarrow N = 1{,}5\lambda \ (|\Delta x| = \lambda + \frac{\lambda}{2})$




**Γ3.** Κάποια χρονική στιγμή ένα σημείο Σ έχει απομάκρυνση $y = 0{,}2\,\text{m}$. Πόση απομάκρυνση θα έχει 75 ms αργότερα ένα σημείο Κ που βρίσκεται σε απόσταση 0,5 m δεξιά του Σ;




$y_Σ = Aημφ_Σ \Rightarrow A = Aημφ_Σ \Rightarrow ημφ_Σ = ημ\frac{π}{2} \Rightarrow φ_Σ = 2κπ + \frac{π}{2}$

$|Δφ| = \frac{2π}{λ}|Δx|_{ΣΚ} = \frac{2π}{2}0{,}5 \Rightarrow φ_Κ - φ_Σ = \frac{π}{2} \Rightarrow φ_Κ = φ_Σ + \frac{π}{2} \Rightarrow φ_Κ = 2κπ + \frac{π}{2} + \frac{π}{2} \Rightarrow$

$\underline{φ_Κ = 2κπ + π}$

Ζητάει την $y_Κ$ αργότερα κατά $Δt = 75\,ms$, $Δφ = ωΔt = 10π\,0{,}075 \Rightarrow Δφ = \frac{3π}{4}$

Δηλαδή η φάση του σημείου Κ μεγαλώνει κατά $\frac{3π}{4}$ άρα την χρονική στιγμή αυτή $φ_Κ = 2κπ + π + \frac{3π}{4} \Rightarrow φ_Κ = 2κπ + \frac{7π}{4}$

$y_Κ = Aημφ_Κ = 0{,}2ημ(2κπ + \frac{7π}{4}) = 0{,}2\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \Rightarrow \boxed{y_Κ = -0{,}1\sqrt{2}\,m}$

**Γ4.** Να υπολογίσετε τον λόγο της κινητικής ενέργειας του σημείου Σ προς την κινητική ενέργεια του σημείου Κ τη χρονική στιγμή που το σημείο Σ έχει απομάκρυνση $y_Σ = 0{,}1\,m$. Να θεωρήσετε ότι τα δύο υλικά σημείου του ελαστικού μέσου εκτελούν Α.Α.Τ. και έχουν την ίδια στοιχειώδη μάζα.

$$v_{max} = \omega A = 10\pi \cdot 0{,}2$$

$$v_{max} = 2\pi\ m/s$$

$$y_Σ = 0{,}2\,ημ\phi_Σ \Rightarrow 0{,}1 = 0{,}2\,ημ\phi_Σ \Rightarrow ημ\phi_Σ = \frac{1}{2} \Rightarrow ημ\phi_Σ = ημ\frac{\pi}{6}$$

$$\phi_Σ = 2k\pi + \frac{\pi}{6},\ v>0 \quad ή \quad \phi_Σ = 2k\pi + \pi - \pi/6 \Rightarrow \phi_Σ = 2k\pi + \frac{5\pi}{6},\ v<0$$

Επειδή ζητάω λόγο κινητικών ενεργειών δεν με ενδιαφέρει το πρόσημο της ταχύτητας άρα παίρνω μια από τις 2 φάσεις που βρήκα.

$$v_Σ = \omega A\,συν\phi_Σ \Rightarrow v_Σ = 2\pi\,συν\left(2k\pi + \frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow v_Σ = 2\pi\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow v_Σ = \pi\sqrt{3}\ m/s$$

$$\phi_K = \phi_Σ + \frac{\pi}{2} \Rightarrow \phi_K = 2k\pi + \frac{\pi}{6} + \frac{\overset{3}{\pi}}{2} \Rightarrow \phi_K = 2k\pi + \frac{2\pi}{3}$$

$$v_K = 2\pi\,συν\left(2k\pi + \frac{2\pi}{3}\right) \Rightarrow v_K = 2\pi\left(-\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \underline{v_K = -\pi\ m/s}$$

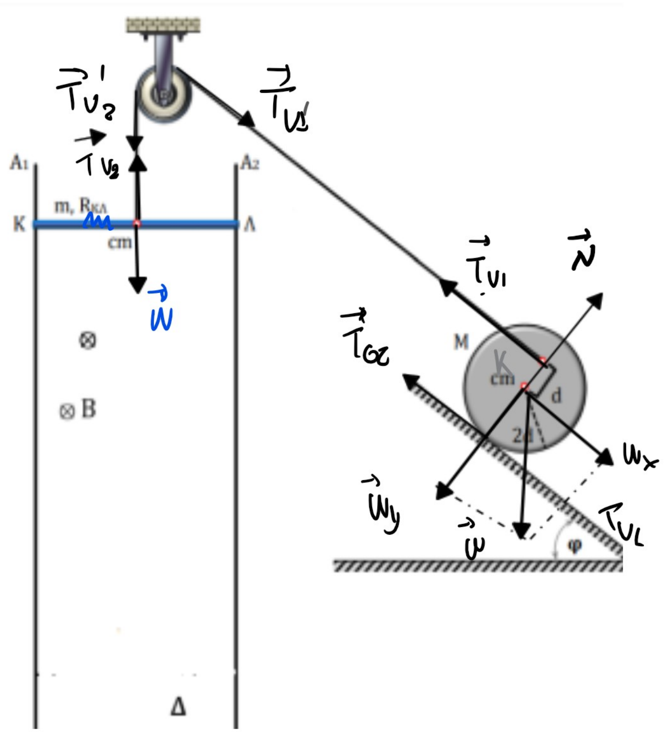
$$\frac{K_Σ}{K_K} = \frac{\cancel{\frac{1}{2}}\cancel{m}v_Σ^2}{\cancel{\frac{1}{2}}\cancel{m}v_K^2} = \left(\frac{v_Σ}{v_K}\right)^2 = \left(\frac{\pi\sqrt{3}}{\pi}\right)^2 \Rightarrow \boxed{\frac{K_Σ}{K_K} = 3}$$

# Θέμα Δ

$M=3kg$, $R=2d$, $\phi=30^\circ$, $R_1=R_2=R$, δ αναχτος, $m_{κλ}=m$, $L=1m$, $R_{κλ}=0{,}8\Omega$

$B=2T$, $R=0{,}2\Omega$, $g=10m/s^2$

Δ1) $T_{στ}=$; Δ2) $m_{κλ}=$;




Δ1) δ αναχτος / Δίσκος: $\Sigma F_x=0 \Rightarrow T_{ν1}+T_{στ}=Mg\etaμ30^\circ \Rightarrow$

$T_{ν1}+T_{στ}=\frac{Mg}{2}$ (1)

$\Sigma\vec{\tau}=0 \Rightarrow T_{ν1}\cdot d - T_{στ}R=0 \Rightarrow T_{ν1}d=T_{στ}\cdot R \Rightarrow T_{ν1}d=2T_{στ}d$

$\Rightarrow T_{ν1}=2T_{στ}$ (2)

(1) $\xrightarrow{(2)}$ $2T_{στ}+T_{στ}=\frac{Mg}{2} \Rightarrow 3T_{στ}=\frac{Mg}{2} \Rightarrow T_{στ}=\frac{Mg}{6} \Rightarrow \boxed{T_{στ}=5N}$

Δ2) Τροχαλία: $\Sigma\vec{\tau}_K=\vec{0} \Rightarrow T_{ν2}'R_1 - T_{ν1}'R_1=0 \Rightarrow T_{ν2}'=T_{ν1}'=T_{ν1}=T_{ν2}$

Με $T_{ν1}=2T_{στ} \Rightarrow T_{ν1}=10N=T_{ν2}$

Αγωγός: $\Sigma F=0 \Rightarrow T_{ν2}-w_{κλ}=0 \Rightarrow w_{κλ}=T_{ν2}=10N \Rightarrow \boxed{m_{κλ}=1kg}$

$h=0{,}8m\,(t_1),\ m_{κη}=1kg,\ B=2T,\ \ell=1m,\ R=0{,}2Ω,\ R_{κη}=0{,}8Ω$

Δ3) 1. την $t_0=0$ κόβουμε τα 2 νήματα ταυτόχρονα;

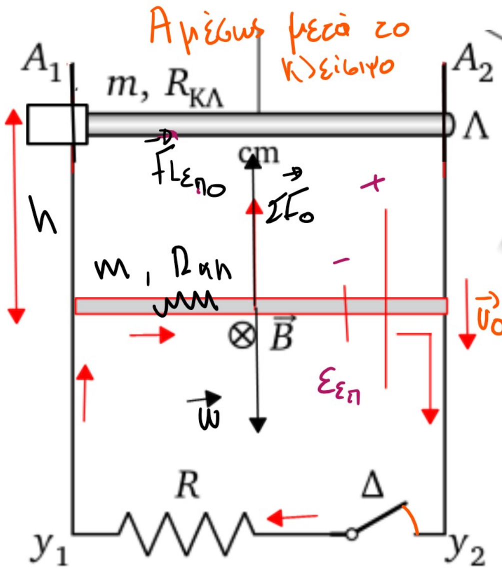
$\boxed{\text{Πριν το κλείσιμο}}$: $\Sigma\vec F=m\vec a \Rightarrow \vec w=m\vec a \Rightarrow mg=ma$

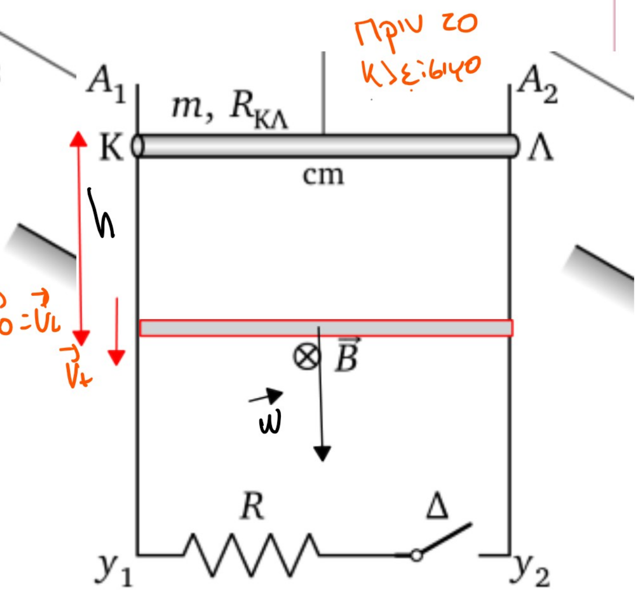
$a=g,\ v_0=0$, $\boxed{\text{ελεύθερη πτώση}}$

$v=gt$ $\quad y=\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h=\frac{1}{2}gt_1^2 \Rightarrow$

$t_1:\ v_1=10\cdot 0{,}4$ $\quad t_1=\sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow t_1=0{,}4s$

$v_1=4m/s$




$\boxed{\text{Αμέσως μετά το κλείσιμο}}$ του διακόπτη:

Αρχικές συνθήκες: $v_0=4m/s$, $E_{επ0}=Bv_0\ell=2\cdot4\cdot1 \Rightarrow E_{επ0}=8V$, $I_{επ0}=\frac{E_{επ0}}{R_{ολ}}=\frac{E_{επ0}}{R_{κη}+R}=\frac{8}{0{,}8+0{,}2} \Rightarrow I_{επ0}=8A$

$F_{Lεπ0}=BI_{επ0}\ell=2\cdot8\cdot1 \Rightarrow F_{Lεπ0}=16N > w_{κη}=m_{κη}g=10N$

Άρα $\Sigma F_0 \uparrow\downarrow \vec v$, $\boxed{\text{επιβραδυνόμενη κίνηση.}}$

2. Για τον αγωγό $\boxed{v_{max}=v_0=4m/s}$, Ν. Ohm για κλειστό κύκλωμα: $I_{επ}=\frac{E_{επ}}{R_{ολ}} \Rightarrow I_{επ}=\frac{Bv\ell}{R_{ολ}}$ (1)

Λίγο μετά το κλείσιμο του διακόπτη: 2ος ΝΝ: $\Sigma\vec F=m\vec a \Rightarrow w-F_{Lεπ}=-m|a| \Rightarrow F_{Lεπ}-w=m|a| \Rightarrow$

$BI_{επ}\ell-mg=m|a| \Rightarrow B\frac{Bv\ell}{R_{ολ}}\ell-mg=ma \Rightarrow \frac{B^2v\ell^2}{R_{ολ}}-mg=m|a|$ (2)

$v\uparrow$, $E_{επ}\uparrow$, $I_{επ}\uparrow$, $F_{Lεπ}\uparrow$, $|\Sigma F|\downarrow$, $|a|\downarrow$, επιβραδυνόμενη με μειούμενη κατά μέτρο επιτάχυνση

μέχρι $\Sigma F=0 \Rightarrow w-F_{Lεπ,ορ}=0 \Rightarrow F_{Lεπ,ορ}=w \Rightarrow F_{Lεπ,ορ}=10N$, $I_{επ}=\frac{F_{Lεπ,ορ}}{B\ell} \Rightarrow I_{επ,ορ}=5A$

(1): $I_{επ,ορ}=\frac{Bv_{ορ}\ell}{R_{ολ}} \Rightarrow v_{ορ}=\frac{I_{επ}R_{ολ}}{B\ell}=\frac{5\cdot1}{2} \Rightarrow \boxed{v_{ορ}=2{,}5m/s}$

3α) τη χρονική στιγμή πριν το κλείσιμο του διακόπτη όπου $υ=3m/s$, ισχύει:

$υ=3m/s$, $a=g=10m/s^2$, $W_{κη}=m_{κη}g \Rightarrow W_{κη}=10N$

$$\frac{dK}{dt}=\Sigma\vec{F}\cdot\vec{υ}=|\Sigma F||υ|συν0=|W||υ| \Rightarrow \frac{dK}{dt}=10\cdot3 \Rightarrow \frac{dK}{dt}=30\,\frac{J}{s}, \quad \frac{dU_B}{dt}=-\frac{dW}{dt}=-\vec{W}\cdot\vec{υ} \Rightarrow \frac{dU_B}{dt}=-30\,\frac{J}{s}$$

το κύκλωμα είναι ανοιχτό, άρα δεν έχουμε $P_{ηλ}$, $P_{ηλ}=0$

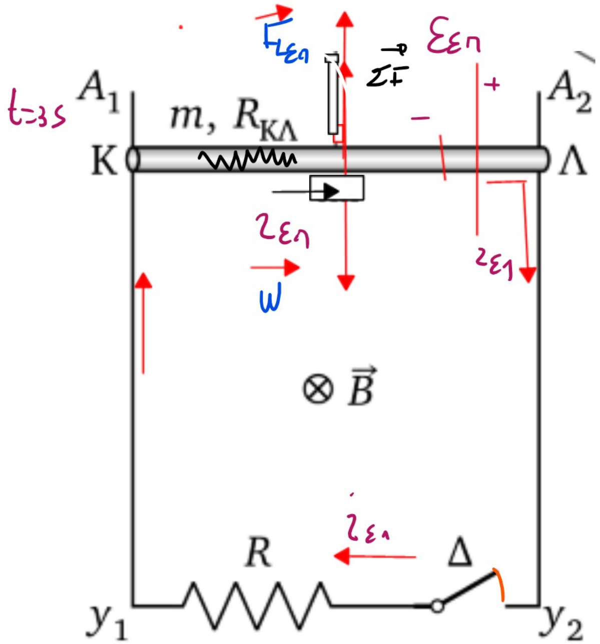
ΑΔΕ: $\frac{dK}{dt}+\frac{dU_B}{dt}=0$ (η μηχανική ενέργεια διατηρείται)

3β) Τη χρονική μετά το κλείσιμο του διακόπτη.

Όταν ο αγωγός έχει ταχύτητα $υ=3m/s$, $E_{επ}=Bυl \Rightarrow E_{επ}=6V$

$I_{επ}=\frac{E_{επ}}{R_{ολ}} \Rightarrow I_{επ}=6A$, $F_{Lεπ}=BI_{επ}l \Rightarrow F_{Lεπ}=12N$, $W-F_{Lεπ}=-m|a|$

$F_{Lεπ}-W=m_{κη}|a| \Rightarrow 12-10=|a| \Rightarrow |a|=2m/s^2$




$$\frac{dK}{dt}=\frac{dW_{\Sigma F}}{dt}=\Sigma\vec{F}\frac{d\vec{x}}{dt}=\Sigma\vec{F}\cdot\vec{υ} \Rightarrow \frac{dK}{dt}=|\Sigma F||υ|συν180^\circ \Rightarrow \frac{dK}{dt}=-m|a||υ| \Rightarrow$$

$$\frac{dK}{dt}=-2\cdot3 \Rightarrow \boxed{\frac{dK}{dt}=-6\,\frac{J}{s}}$$

$$\frac{dU}{dt}=-\frac{dW_W}{dt}=-\vec{W}\cdot\vec{υ}=-|W||υ|=-m_{κη}g|υ| \Rightarrow \boxed{\frac{dU_B}{dt}=-30\,\frac{J}{s}}$$

$$\frac{dE_{μηχ}}{dt}=\frac{dK}{dt}+\frac{dU_B}{dt} \Rightarrow \frac{dE_{μηχ}}{dt}=-36\,\frac{J}{s}, \quad P_{ηλ}=E_{επ}\cdot i_{επ}=6\cdot6 \Rightarrow \boxed{P_{ηλ}=36\,\frac{J}{s}}$$

ΑΔΕ: $\frac{dK}{dt}+\frac{dU_B}{dt}+P_{ηλ}=0$ (ΑΔΕ)

3. Όταν ο αγωγός έχει ταχύτητα $\upsilon=3m/s$, $\mathcal{E}_{επ}=B\upsilon l \Rightarrow \mathcal{E}_{επ}=6V$

$I_{επ}=\frac{\mathcal{E}_{επ}}{R_{ολ}} \Rightarrow I_{επ}=6A$, $F_{Lεπ}=BI_{επ}l \Rightarrow F_{Lεπ}=12N$, $w-F_{Lεπ}=-m|a|$

$F_{Lεπ}-w=m_{κλ}|a| \Rightarrow 12-10=|a| \Rightarrow |a|=2m/s^2$

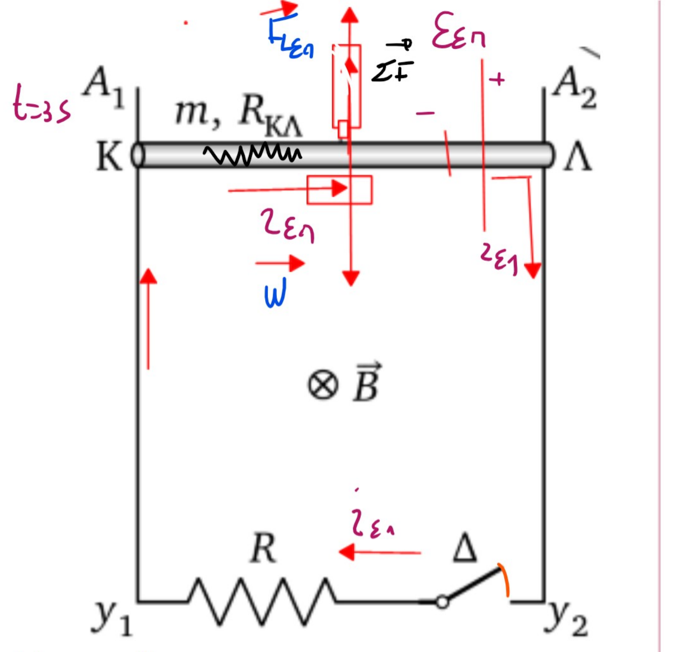
$\frac{dK}{dt}=\frac{dW_{\Sigma F}}{dt}=\Sigma \vec{F}\frac{d\vec{x}}{dt}=\Sigma\vec{F}\cdot\vec{\upsilon} \Rightarrow \frac{dK}{dt}=|\Sigma F||\upsilon|\sigma\upsilon\nu 180^\circ \Rightarrow \frac{dK}{dt}=-m|a||\upsilon| \Rightarrow$

$\frac{dK}{dt}=-2\cdot 3 \Rightarrow \boxed{\frac{dK}{dt}=-6\frac{J}{s}}$

$\frac{dU}{dt}=-\frac{dW_w}{dt}=-\vec{w}\cdot\vec{\upsilon}=-|w||\upsilon|=-m_{κλ}g|\upsilon| \Rightarrow \boxed{\frac{dU_B}{dt}=-30\frac{J}{s}}$

$\frac{dE_{μηχ}}{dt}=\frac{dK}{dt}+\frac{dU_B}{dt} \Rightarrow \frac{dE_{μηχ}}{dt}=-36\frac{J}{s}$, $P_{ολ}=\mathcal{E}_{επ}\cdot i_{επ}=6\cdot 6 \Rightarrow \boxed{P_{ολ}=36\frac{J}{s}}$

$\frac{dK}{dt}+\frac{dU_B}{dt}+P_{ολ}=0$ (ΑΔΕ)




4. $I_{επ,op}=\frac{Q_{επ}}{\Delta t} \Rightarrow Q_{επ}=I_{επ,op}\Delta t=5\cdot 2 \Rightarrow \boxed{Q_{επ}=10C}$ (ή Newman: $Q_{επ}=\frac{|\Delta\Phi|}{R_{ολ}}=\frac{B\Delta A}{R_{ολ}}=\frac{Bl\Delta y}{R_{ολ}}$ με $\Delta y=5m$)

5. $\upsilon=\upsilon_{op}=2,5m/s$, $h_o=10m$

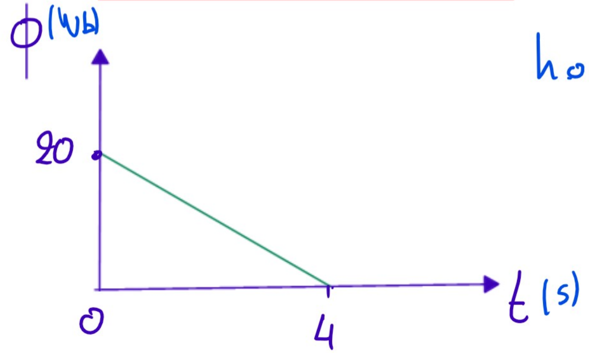
$\Phi=BA=Bl(h_o-y)$ με $0\le y\le h_o$ με $y=\upsilon t$

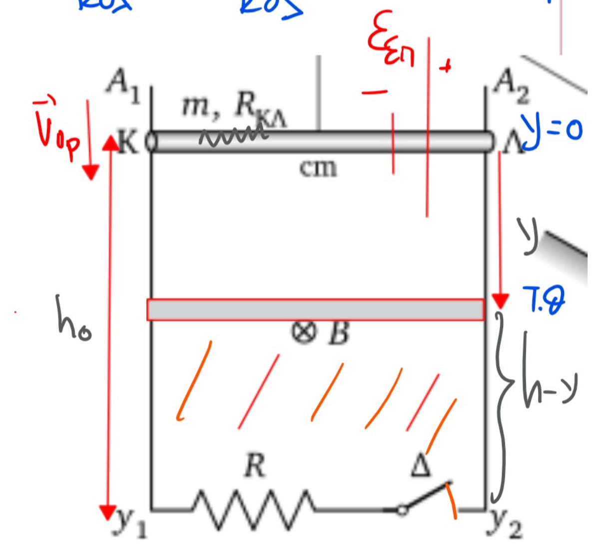
$\Phi=Blh_o-Bly \Rightarrow \boxed{\Phi=Blh_o-Bl\upsilon t} \Rightarrow \Phi=2\cdot 1\cdot 10-2\cdot 2,5\,t$

$\boxed{\Phi=20-5t}$

$h_o=\upsilon t_o \Rightarrow t_o=4s$

με $0\le t\le 4s$

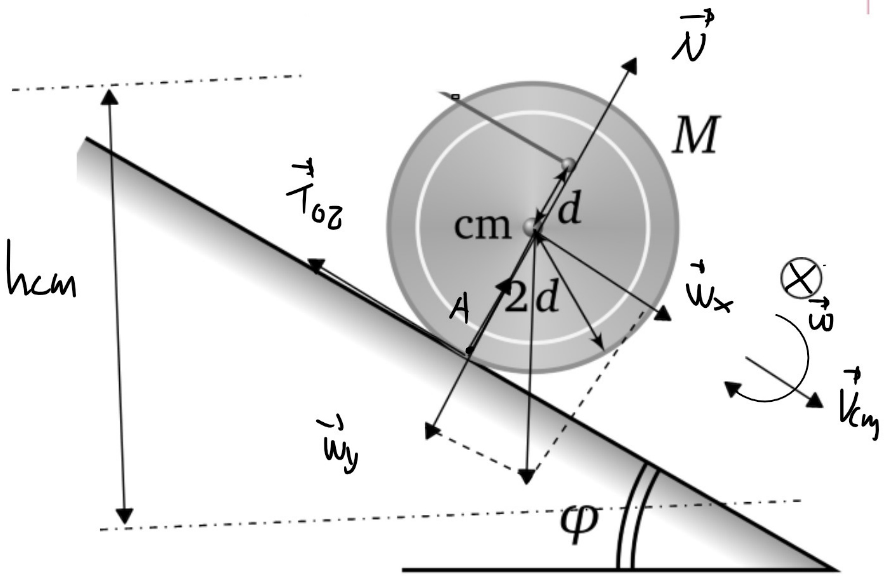


Δ5

$\kappa.x.o \quad \Delta x_{cm} = \Delta\theta \cdot R, \quad V_{cm} = \omega R, \quad a_{cm} = a_\gamma R$

$\eta\mu 30^\circ = \frac{h_{cm}}{\Delta x_{cm}} \Rightarrow \Delta x_{cm} = \frac{h_{cm}}{\eta\mu 30^\circ} \Rightarrow \Delta x_{cm} = 0{,}3\,m$




$V = V_0 + a_{cm} t$

$V = a_{cm} t$

$t = \frac{V_{cm}}{a_{cm}}$

$\Delta x_{cm} = \frac{1}{2} a_{cm} t^2 \Rightarrow$

$\Delta x_{cm} = \frac{1}{2} \cancel{a_{cm}} \frac{V_{cm}^2}{a_{cm}^{\cancel{2}}}$

$\Delta x_{cm} = \frac{V_{cm}^2}{2 a_{cm}} \Rightarrow a_{cm} = \frac{V_{cm}^2}{2 \Delta x_{cm}}$

$a_{cm} = \frac{4}{2 \cdot 0{,}3} \Rightarrow \boxed{a_{cm} = \frac{20}{3}\, m/s^2}$

$\vec{a}_A = \cancel{\vec{a}_{cm}} + \cancel{\vec{a}_{\varepsilon A}} + \vec{a}_{\kappa A} \Rightarrow a_A = a_{\kappa A}, \quad a_{\kappa A} = \frac{U_{\pi A}^2}{R} = \frac{4}{1} \Rightarrow a_{\kappa A} = 4\, m/s^2$

$\mu\varepsilon \quad |U_{\pi A}| = |V_{cm}| = 2\, m/s$

$\alpha\rho\alpha: \; |\vec{a}_A| = |\vec{a}_{\kappa A}| = 4\, m/s^2$