S.T.E.M.

Επαναληπτικές εξετάσεις 2024

Published
28 August 2024
Category
Άσκηση
Tags
Βαθμολογικό 21

Ενδεικτικές απαντήσεις και από γραπτά μαθητών

Θέμα Α

A1 - γ

A2 - α

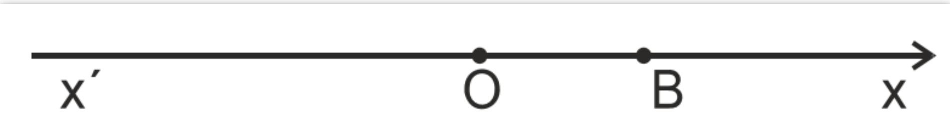
A3 - β

A4 - δ

A5: $\Sigma-\Sigma-\Lambda-\Lambda-\Sigma$

Θέμα Β

B1-$(ii)-2-6$



$$\alpha)\underline{\tau\rho\acute{o}\pi o\varsigma}$$

Το σημείο B για πρώτη φορά τη χρονική στιγμή $t_1=\frac{9T}{4}$ έχει $y_B=+A$ Η χρονική διάρκεια κίνησής του από τη θέση ισορροπίας του μέχρι την ακραία θέση είναι $\frac{T}{4}$. Άρα

$$t_{\varepsilon\kappa\kappa(B)}=\frac{9T}{4}-\frac{T}{4}=2T$$

$$t_{\varepsilon\kappa\kappa(B)}=\frac{x_B}{\upsilon_\Delta}\Rightarrow x_B=\upsilon_\Delta\cdot 2T\Rightarrow x_B=\frac{\lambda}{T}\cdot 2T\Rightarrow x_B=2\lambda$$

$$\beta)\underline{\tau\rho\acute{o}\pi o\varsigma}$$

Εξίσωση κύματος $y=A\cdot\eta\mu(\frac{2\pi t}{T}-\frac{2\pi x}{\lambda})$

Για το σημείο B ισχύει την χρονική στιγμή $t_1 = \frac{9T}{4}$, $y_B = +A$
άρα από την εξίσωση κύματος

$$+A = A \cdot \eta\mu(\frac{2\pi t}{T} \cdot \frac{9T}{4} - \frac{2\pi x_B}{\lambda}) \Rightarrow \frac{9\pi}{2} - \frac{2\pi x_B}{\lambda} = 2k\pi + \frac{\pi}{2}$$

Για πρώτη φορά $k = 0$

$$\frac{9}{2} - \frac{2x_B}{\lambda} = 0 + \frac{1}{2} \Rightarrow 4 = \frac{2x_B}{\lambda} \Rightarrow x_B = 2\lambda$$

Την χρονική στιγμή $t_1 = \frac{9T}{4}$ για $x/le0$ η διαταραχή έφτασε μέχρι
x_1

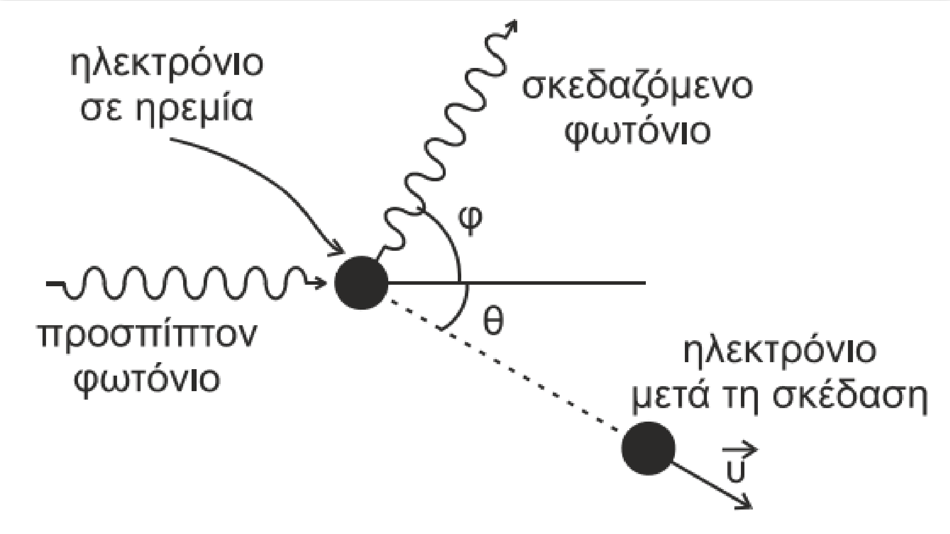
$$\upsilon_\Delta = \frac{x_1}{t_1} \Rightarrow \frac{\lambda}{T} = \frac{x_1}{\frac{9T}{4}} \Rightarrow x_1 = \frac{9\lambda}{4}$$

$$y = \begin{cases} A\eta\mu(\frac{2\pi t}{T} \cdot \frac{9T}{4} - \frac{2\pi x_B}{\lambda}) = A \cdot \eta\mu(\frac{9\pi}{2} - \frac{2\pi x}{\lambda}) & 0 \le x \le \frac{9\lambda}{4} \\ 0 \quad 0 \le t < 5sec \end{cases}$$

Άρα μεταξύ των σημείων O και B τα σημεία που είναι ακίνητα
$(y = \pm A)$ είναι 3.

άρα σωστό το ii)

B2-$(i) - 2 - 6$



Ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής $\vec{p} = \vec{p'} + \vec{p_e}$

Αρχή διατήρησης της ορμής κατά τον οριζόντιο άξονα x

$$p = p' \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi + p_e \cdot \sigma\upsilon\nu\theta \Rightarrow \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\lambda'} \cdot \frac{1}{2} + p_e \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Παρόμοια κατά τον κατακόρυφο άξονα y

$$0 = p' \cdot \eta\mu\varphi - p_e \cdot \eta\mu\theta \Rightarrow \frac{h}{\lambda'} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = p_e \cdot \frac{1}{2}$$

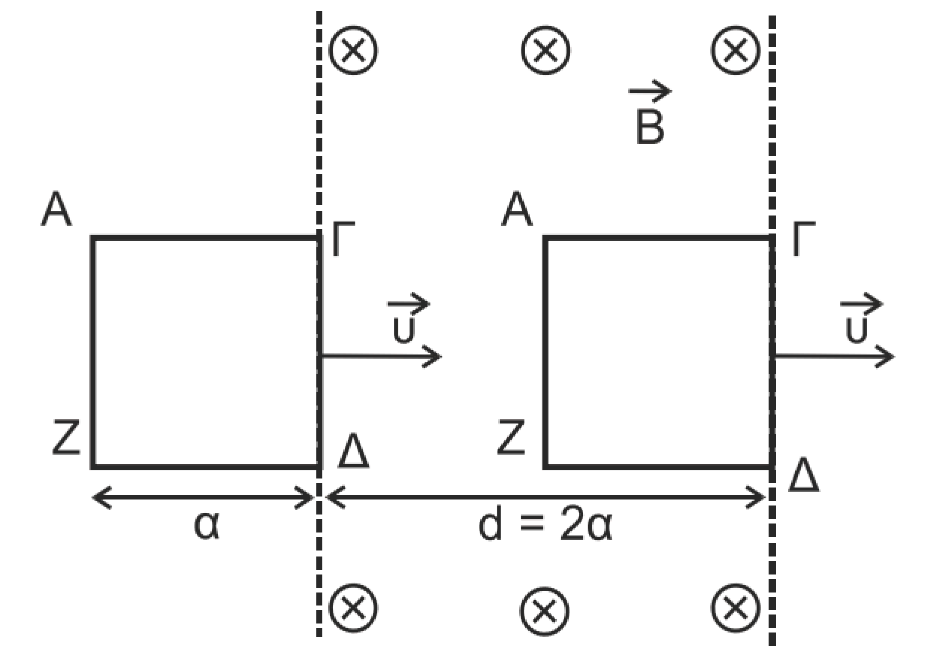
Λύνοντας το σύστημα των δύο εξισώσεων προκύπτει $\lambda' = 2 \cdot \lambda$

οπότε από το φαινόμενο Compton έχουμε:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c}(1 - \sigma\upsilon\nu 60^o) \Rightarrow 2\lambda - \lambda = \frac{h}{m \cdot c}(1 - \frac{1}{2}) \Rightarrow \lambda = \frac{h}{2mc}$$

άρα σωστό το i)

B3-$\alpha - (i), \beta - (iii) - 3 - 6$



Κατά την είσοδο αφού $x = \upsilon t$ ισχύουν

$$0 < x < \alpha, \quad 0 < t < \frac{\alpha}{\upsilon}$$

Κατά την παραμονή

$$\alpha < x < d, \quad \frac{\alpha}{\upsilon} < t < \frac{d}{\upsilon} = t_1$$

Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το συρμάτινο τετράγωνο πλαίσιο δίνεται από τη συνάρτηση

$$\Phi = \begin{cases} B \cdot \alpha \cdot x = B \cdot \alpha \cdot \upsilon \cdot t & 0 < t < \frac{\alpha}{\upsilon} \\ B \cdot \alpha^2 = \sigma\tau\alpha\theta & \frac{\alpha}{\upsilon} < t < \frac{d}{\upsilon} = t_1 \end{cases}$$

Το μέτρο της επαγωγικής τάσης που αναπτύσεται στο πλαίσιο υπολογίζεται από τη σχέση

$$E_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = B \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = B \cdot \alpha \cdot \upsilon$$

Άρα η συνάρτηση για τη μαγνητική ροή είναι

$$E_{\varepsilon\pi} = \begin{cases} B \cdot \alpha \cdot \upsilon = \sigma\tau\alpha\theta & 0 < t < \frac{\alpha}{\upsilon} \\ 0 (\Phi = \sigma\tau\alpha\theta) & \frac{\alpha}{\upsilon} < t < \frac{d}{\upsilon} = t_1 \end{cases}$$

Ενώ η συνάρτηση για την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι

$$I = \begin{cases} \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} = B \cdot \alpha \cdot \upsilon = \sigma\tau\alpha\theta & 0 < t < \frac{\alpha}{\upsilon} \\ 0 \frac{\alpha}{\upsilon} < t < \frac{d}{\upsilon} = t_1 \end{cases}$$

Η δύναμη $Laplace$ στα άκρα του αγωγού $\Gamma\Delta$ υπολογίζεται από τη σχέση

$$F_L = B \cdot I \cdot l = \frac{B^2\alpha^2\upsilon}{R} = \sigma\tau\alpha\theta$$

και η συνάρτηση για τη δύναμη είναι

$$F = \begin{cases} \frac{B^2\alpha^2\upsilon}{R} & 0 < t < \frac{\alpha}{\upsilon} \\ 0 & \frac{\alpha}{\upsilon} < t < \frac{d}{\upsilon} = t_1 \end{cases}$$

Οι δυνάμεις $Laplace$ που ασκούνται από το μαγνητικό πεδίο στους αγωγούς $A\Gamma$ και $Z\Delta$ καθώς το πλαίσιο εισέρχεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς, άρα η συνολική δύναμη που ασκείται στο πλαίσιο είναι μόνο η δύναμη που ασκείται στον αγωγό $\Gamma\Delta$ κατά τη χρονική διάρκεια που διαρκεί η είσοδος του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο. Όσο το πλαίσιο βρίσκεται εξ' ολοκλήρου στο μαγνητικό πεδίο δεν ασκείτα καμία δύναμη.

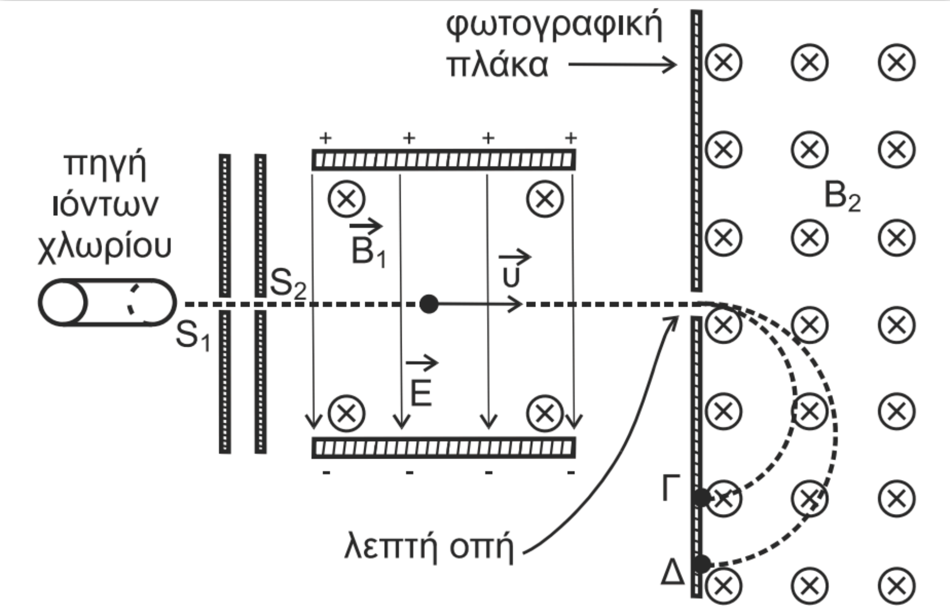
άρα σωστό το i

Το έργο της δύναμης για την κίνηση του πλαισίου είναι

$$W_{F_{(0-t_1)}} = W_{F_{(0-\frac{\alpha}{\upsilon})}} + W_{F_{(\frac{\alpha}{\upsilon}-t_1)}} = F \cdot \Delta x + 0 = \frac{B^2\alpha^2\upsilon}{R} \cdot \alpha = \frac{B^2\alpha^3\upsilon}{R}$$

άρα σωστό το iii

Θέμα Γ



Γ1-(5)

Τα ιόντα Cl^- δέχονται μαγνητική δύναμη $F_{\mu\alpha\gamma\nu}$ από το μαγνητικό πεδίο και ηλεκτρική δύναμη $F_{\eta\lambda}$ από το ηλεκτρικό πεδίο.

$$F_{\mu\alpha\gamma\nu} = B_1 \cdot |q_{Cl^-}| \cdot \upsilon = B_1 \cdot e \cdot \upsilon \quad F_{\eta\lambda} = |q_{Cl^-}| \cdot E = e \cdot E$$

Για μερικά από τα ιόντα Cl^- ισχύει

$$F_{\mu\alpha\gamma\nu} = F_{\eta\lambda}$$

Για αυτά τα ιόντα επειδή $\Sigma F = 0$ η ταχύτητά τους παραμένει σταθερή και δεν εκτρέπονται κατά την κίνησή τους μέσα στον επιλογέα.

Γ2-(6)

Η ταχύτητα υπολογίζεται από τη σχέση

$$B_1 \cdot e \cdot \upsilon = e \cdot E \Rightarrow \upsilon = \frac{E}{B_1} \Rightarrow \upsilon = 5 \cdot 10^4 \frac{m}{s}$$

Γ3-(6)

Η μόνη δύναμη που ασκείται σε κάθε ιόν που διέρχεται από τη λεπτή οπή του διαφράγματος είναι η μαγνητική δύναμη και παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης. Οπότε αυτά τα ιόντα εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση.

$$F_{\kappa\varepsilon\nu\tau\rho} = F_{\mu\alpha\gamma\nu} \Rightarrow \frac{m\upsilon^2}{R} = B_2 \cdot e \cdot \upsilon \Rightarrow R = \frac{m\upsilon}{eB_2}$$

Επειδή ισχύει $m_1 > m_2$ θα ισχύει $R_1 > R_2$. Άρα το m_1 δημιουργεί στίγμα στο σημείο Δ και το m_2 στο σημείο Γ.

Γ4-(8)

Έστω A το σημείο εισόδου στο ομογενές μαγνητικό πεδίο (λεπτή οπή)

$$(A\Delta) = 2R_1 = 2 \cdot \frac{m_1\upsilon}{eB_2} \Rightarrow m_1 \frac{R_1 \cdot e \cdot B_2}{\upsilon}$$

$$(A\Gamma) = 2R_2 = 2 \cdot \frac{m_2\upsilon}{eB_2} \Rightarrow m_2 \frac{R_2 \cdot e \cdot B_2}{\upsilon}$$

$$m_1 - m_2 = \frac{(R_1 - R_2)eB_2}{\upsilon}$$

όμως για την απόσταση $\Gamma\Delta$ ισχύει

$$(\Gamma\Delta) = (A\Delta) - (A\Gamma) \Rightarrow 0,02 = 2R_1 - 2R_2 \Rightarrow R_1 - R_2 = 0,01m$$

οπότε για τη διαφορά των μαζών

$$m_1 - m_2 = \frac{0,01 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,1}{5 \cdot 10^4} \Rightarrow m_1 - m_2 = \frac{1,6}{5} \cdot 10^{-26} kg$$

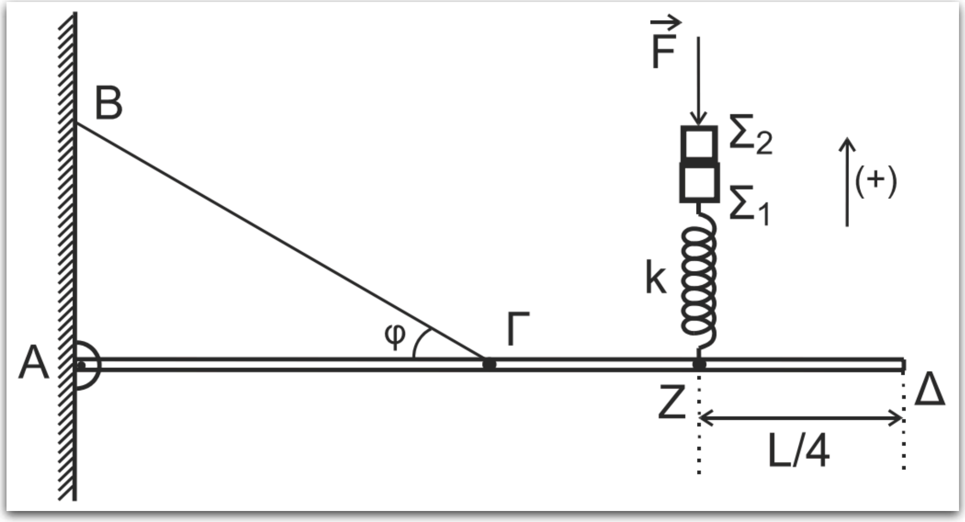
με δεδομένη τη μάζα του νετρονίου $m_n = 1,6 \cdot 10^{-27} kg$

$$\frac{m_1 - m_2}{m_n} = \frac{\frac{1,6}{5} \cdot 10^{-26}}{1,6 \cdot 10^{-27}} \Rightarrow \frac{m_1 - m_2}{m_n} = 2$$

$$m_1 - m_2 = 2 \cdot m_n$$

Άρα το ισότοπο του χλωρίου μάζας m_1 έχει δύο νετρόνια περισσότερα από το ισότοπο μάζας m_2.

Θέμα Δ



Δ1-(4)

Για το σύστημα των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 που ισορροπεί ισχύει

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} - W_{o\lambda} - F = 0 \Rightarrow k \cdot \Delta l - (m_1 + m_2) \cdot g - F = 0 \Rightarrow F = 20N$$

Δ2-(6)

Στη θέση ισορροπίας της Α.Α.Τ. του συστήματος των σωμάτων Σ_1 και Σ_2

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} - W_{o\lambda} = 0 \Rightarrow k \cdot \Delta l_0 - (m_1 + m_2) \cdot g = 0 \Rightarrow \Delta l_0 = 0,1m$$

Άρα το πλάτος ταλάντωσης είναι $A = \Delta l - \Delta l_0 \Rightarrow A = 0,2m$

$$D = k = (m_1 + m_2)\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \Rightarrow \omega = 10\frac{rad}{s}$$

Για την Α.Α.Τ. του σώματος Σ_2

$$D_2 = m_2 \cdot \omega^2 \Rightarrow D_2 = 40\frac{N}{m}$$

$$\Sigma F = N - W_2 \Rightarrow -D_2 \cdot x = N - W_2 \Rightarrow N = 4 - 40 \cdot x, \quad (S.I.)$$

Για να είναι σε επαφή τα δύο σώματα θα πρέπει $N > 0$

$$4 - 40x > 0 \Rightarrow x < 0,1m \Rightarrow -0,2m \leq x < 0,1m$$

Για $x = 0,1m = \Delta l_0$ δηλαδή στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου χάνεται η επαφή.

Δ3-(6)

Την χρονική στιγμή t_1 το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος, άρα $F_{\varepsilon\lambda} = 0$, οπότε το ελατήριο δεν ασκεί δύναμη στη ράβδο. Άρα για την ισορροπία της ράβου ισχύει:

$$\Sigma\tau_{(A)} = 0 \Rightarrow -W_\rho \cdot \frac{L}{2} + T \cdot \eta\mu\varphi \cdot \frac{L}{2} = 0 \Rightarrow T = 80N$$

Δ4-(4)

Την χρονική στιγμή t_1 το σώμα Σ_2 αποσπάται από το σώμα Σ_1 στη θέση φυσικού μήκους (Λ) του ελατηρίου έχοντας ταχύτητα υ_1. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας ταλάντωσης έχουμε:

$$E = K_{(\Lambda)} + U_{(\Lambda)} \Rightarrow \frac{1}{2}D \cdot A^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) \cdot \upsilon^2_{(\Lambda)} + \frac{1}{2}D \cdot (O\Lambda)^2 \Rightarrow \upsilon_{(\Lambda)} = \sqrt{3}\frac{m}{s}$$

Το Θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργεια για το σώμα Σ_2

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{W_2} \Rightarrow -\frac{1}{2}m_2 \cdot \upsilon^2_\Lambda = -m_2 \cdot g \cdot h \Rightarrow h = 0,15m$$

Δ5-(5)

Μετά την απομάκρυνση του Σ_2 το σώμα Σ_1 εκτελεί Α.Α.Τ. με

$$D = k = m_1 \cdot \omega^2$$

Για τη θέση ισορροπίας ισχύει

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} - W_1 = 0 \Rightarrow k \cdot \Delta l_1 = m_1 \cdot g \Rightarrow \Delta l_1 = 0,06m$$

και από την ΑΔΕΤ υπολογίζουμε την ενέργεια ταλάντωσης του σώματος Σ_1

$$E = K_\Lambda + U_\Lambda = \frac{1}{2} m_1 \cdot \upsilon_\Lambda^2 + \frac{1}{2} D \cdot (O'\Lambda)^2 \Rightarrow E = 1,08J$$

Μπορείτε να εκτυπώσετε τις λύσεις σε μορφή pdf από εδώ και τα θέματα από εδώ

Ο κώδικας σε Mathematica για τη δημιουργία της γραφικής παράστασης στο θέμα B_1

```
        A = Symbol["A"];
        λ = Symbol["λ"];
        f[t_] := Piecewise[ { {0, 0<=t<5}, {π/5*Cos[π*t - 5 π], 5<=t<=8} }]
        Plot[f[t], {t, 0, 8},
        PlotRange -> {All, {-π/4, π/4}},
                AxesLabel -> {"t(s)", Subscript[υ, Δ]},
                Ticks -> {Automatic, Table[{k Pi/5, Row[{k, "π/5"}]}, {k, -4, 4}]},
                TicksStyle -> Directive[FontSize -> 14]]
```