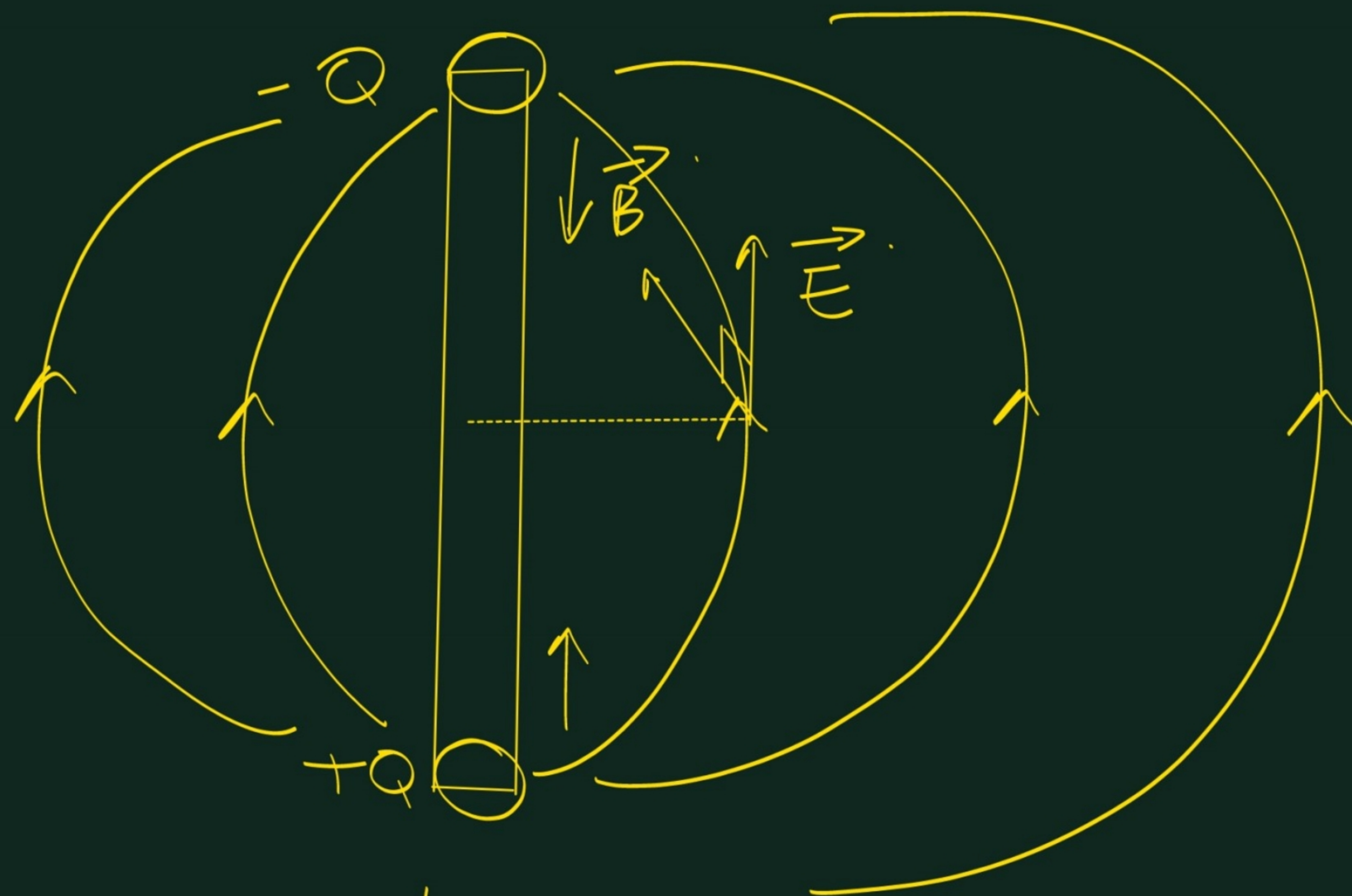
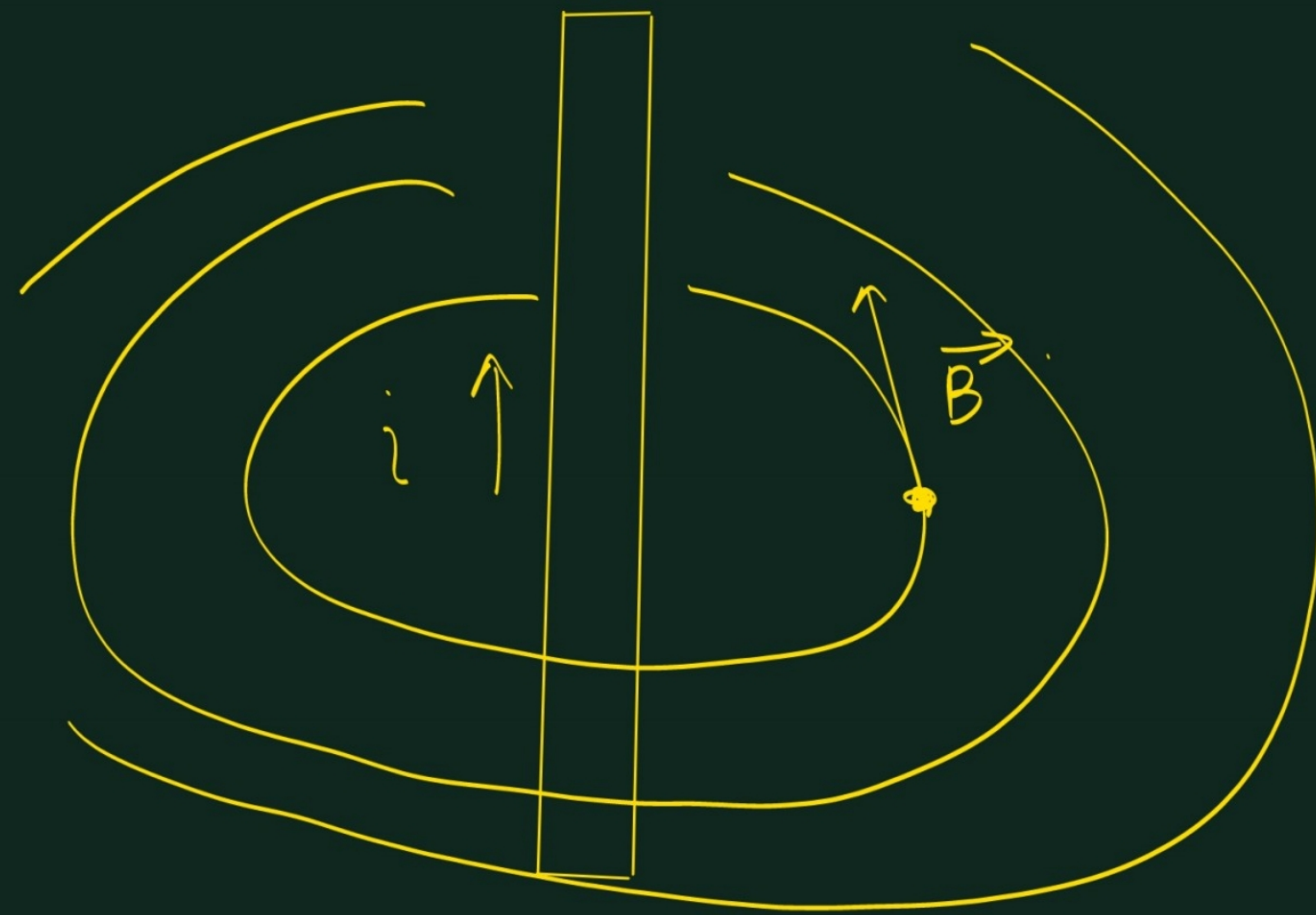


Η / μ κύματα.



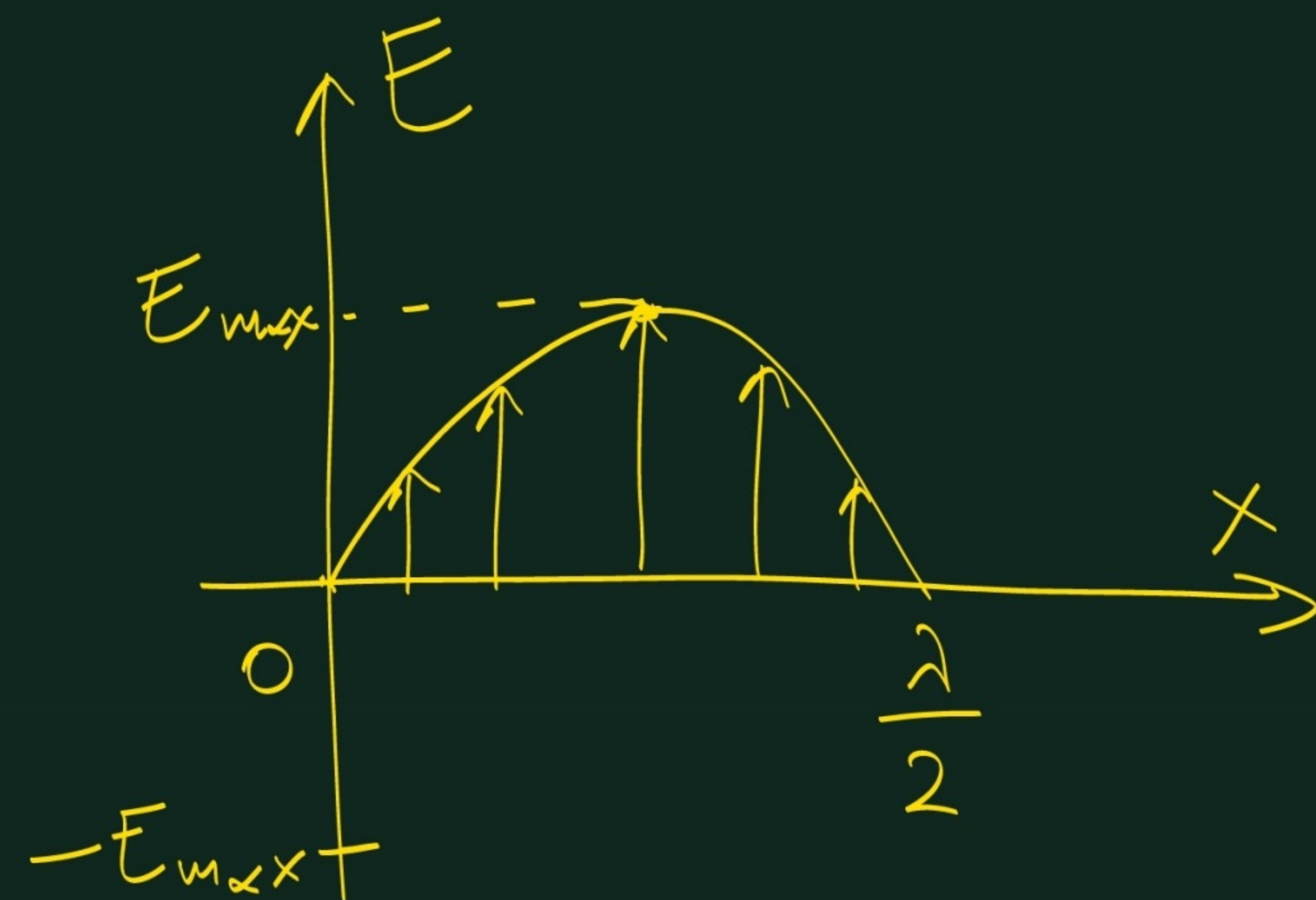
$$t=0$$

Ηλεκτρικό διπολό

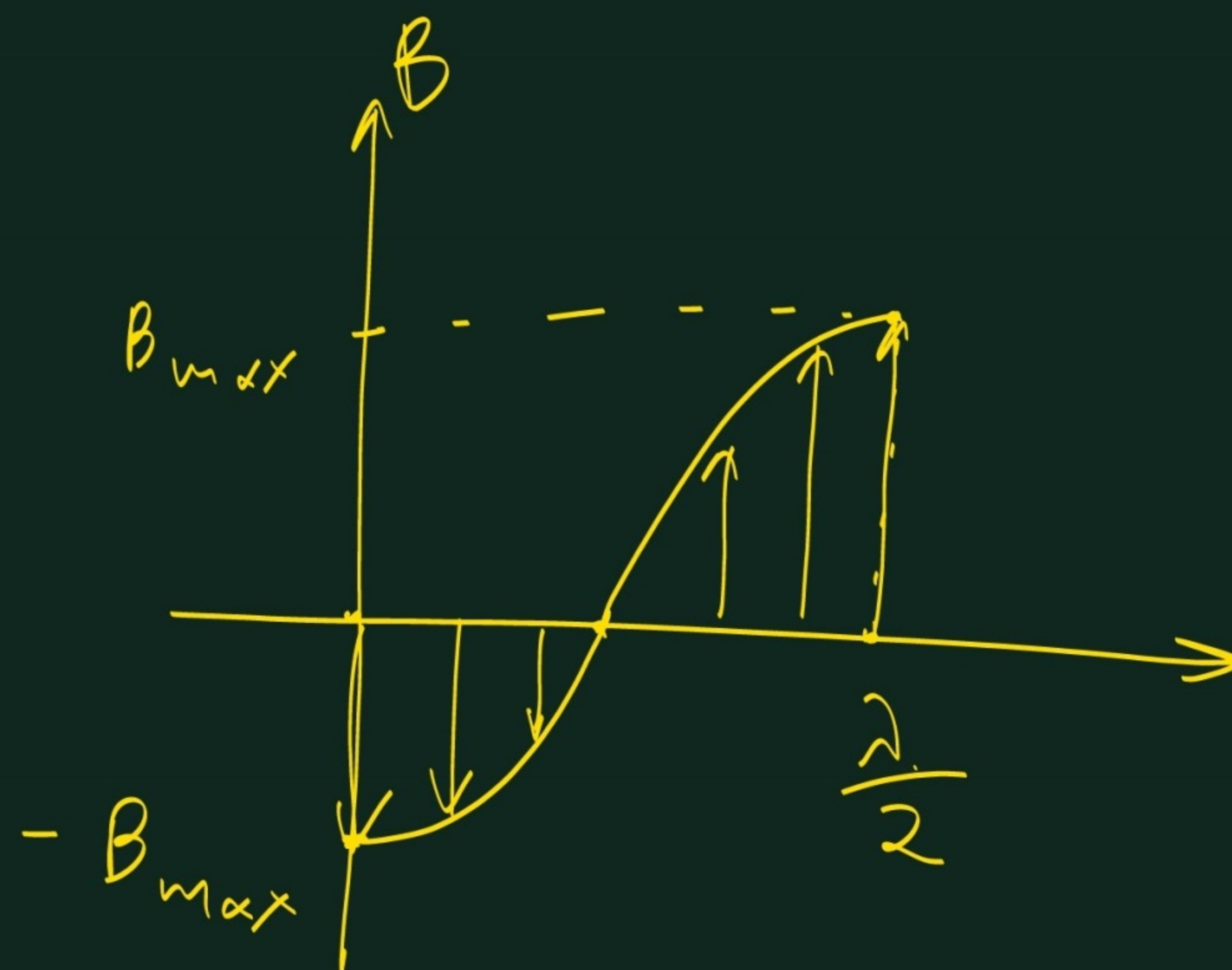


$$t = \frac{T}{4}$$

Μαγνητικό διπολό



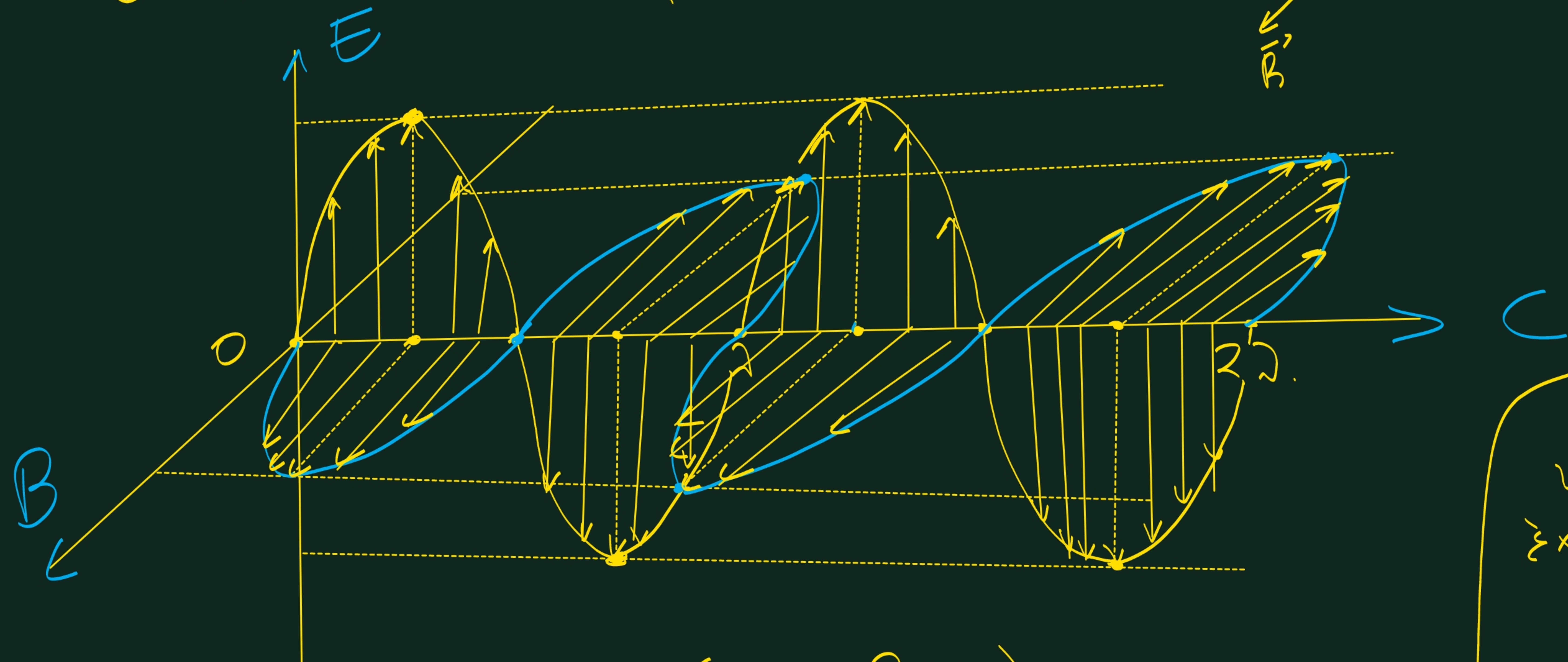
$$t = T/2$$



Το Η/Μ που παράγεται ριχνιτά" στην υερρούα (και είναι γιγρίς ευθέλειας) έκει $\vec{E}$ και $\vec{B}$ που παρκειόφουν διαφορά φάσης 90° .

Το οδεύον Η/Μ υύγα (που πάει γομπυά από την υερρούα) έκει $\vec{E}$ και $\vec{B}$ γε διαφορά φάσης μηδέν.

Ο δέσμος ΗΙΜ κούρα.



$$E = E_{\max} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$B = B_{\max} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$\text{Ο λόγος } \frac{E}{B} = c$$

↑
σταθερά ταχύτητας

Αν το κύμα διαδίδεται
στο κενό (ή του αέρα)
έχουμε:

$$\frac{E_{\max}}{B_{\max}} = c$$

Αν διαδίδεται σε
κάποιο διαφανές υέσο
έχουμε:

$$\frac{E_{\max}}{B_{\max}} = v \quad \left(\begin{array}{l} \text{ταχύτητα} \\ \text{διάδοσης} \\ \text{φωτός στο} \\ \text{υέσο} \end{array} \right)$$

Ισχύει
μόνο για οδεύοντα
κύματα στο κενό.

Ασκ. 3.29.

$$\varphi = (2\pi \cdot 10^9 \cdot t - 10\pi x) \text{ (SI)}$$

$$a) \omega = 2\pi \cdot 10^9 \text{ rad/sec} \Rightarrow$$

$$2\pi f = 2\pi \cdot 10^9 \Rightarrow$$

$$f = 10^9 \text{ Hz.}$$

$$10\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Αρα: } v = \lambda f = 0,2 \cdot 10^9 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s} < c$$

Αρα διαδίδεται σε váκιο γίσο.

β) Για τα πεδία E και B έχουμε:

$$E = E_{\max} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$B = B_{\max} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$\text{Αρα: } \frac{E}{B} = \frac{E_{\max}}{B_{\max}} = v \text{ (υπόθεσιν)}$$

$$\text{Αρα αν } E = \frac{E_{\max}}{2} \text{ τότε:}$$

$$\frac{E}{B} = \frac{E_{\max}}{B_{\max}} \Rightarrow \frac{\frac{E_{\max}}{2}}{B} = \frac{E_{\max}}{B_{\max}} \Rightarrow$$

$$B = \frac{B_{\max}}{2} = 0,5 \cdot 10^{-7} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Tesla.}$$

$$\gamma) \frac{E_{max}}{B_{max}} = 2 \cdot 10^8 \Rightarrow$$

$$E_{max} = 2 \cdot 10^8 \cdot 10^{-7} \Rightarrow$$

$$E_{max} = 20 \text{ V/m}.$$

$$\text{Αρα: } E = 20 \sin(2\pi \cdot 10^9 t - 10\pi x) \quad (\text{SI})$$

$$B = 10^{-7} \sin(2\pi \cdot 10^9 t - 10\pi x)$$

δ) Τα Η/Μ κύματα στα διάφορα μέσα
 μεταδίδονται με την ίδια συχνότητα
 αλλά διαφορετικού μήκους κύματος.

Αρα αν το ηλεκτρικό πεδίο διαδοθεί
 στο νερό θα έχει πάλι:

$$f = 10^9 \text{ Hz}$$

αλλά μήκος κύματος που βρίσκεται
 από τη σχέση:

$$c = \lambda' \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda' \cdot 10^9 \Rightarrow$$

$$\lambda' = 3 \cdot 10^{-1} = 0,3 \text{ m}.$$

Επομένως σε μήκος $\ell = 600 \text{ m}$
 χωράνε:

$$N = \frac{\ell}{\lambda'} = \frac{600}{0,3} = 2.000 \text{ } \begin{matrix} \text{μήκη} \\ \text{κύματος} \end{matrix}$$

Αβλ. 3.28.

$$B = 2 \cdot 10^{-10} \text{ W} \left[6n \cdot 10^6 \cdot (2 \cdot 10^8 t - x) \right] (\text{SI}) \Rightarrow$$

$$B = 2 \cdot 10^{-10} \text{ W} (12n \cdot 10^{14} t - 6n \cdot 10^6 x)$$

α) $\omega = 12n \cdot 10^{14} \text{ rad/sec} \Rightarrow$

β) $2\pi f = 12n \cdot 10^{14} \Rightarrow$

$$f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = 6n \cdot 10^6 \Rightarrow$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{6n \cdot 10^6} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-6} = \frac{10}{3} \cdot 10^{-7} \text{ m} = \frac{1000}{3} \cdot 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow$$

$$\lambda = \frac{1000}{3} \text{ nm}$$

$$v = \lambda f = \frac{1}{3} \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{14} = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s} < c$$

άρα διαδίδεται σε υάηοιο
διαφανές υέο.

Αν η κυανοβόλιδ αυτί
 διαδίδεται στο νερό θα είχε
 η λ' $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
 και γύρος κύματος λ' :

$$c = \lambda' \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda' \cdot 6 \cdot 10^{14} \Rightarrow$$

$$\lambda' = 0,5 \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow$$

$$\lambda' = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \lambda' = 500 \text{ nm}$$

άρα ανήκει

στην

ορατή περιοχή του φάσματος επειδή $400 \text{ nm} < \lambda' < 700 \text{ nm}$

$$\gamma) \text{ Γίνεται: } B'_{\max} = B_{\max} + \frac{5}{100} B_{\max} = \frac{105}{100} B_{\max}$$

$$\frac{B'_{\max}}{E'_{\max}} = \frac{1}{c} \quad \text{και} \quad \frac{B_{\max}}{E_{\max}} = \frac{1}{v}$$

$$E'_{\max} = c B'_{\max}$$

$$E_{\max} = v B_{\max}$$

$$\Rightarrow \frac{E'_{\max}}{E_{\max}} = \frac{c}{v} \cdot \frac{B'_{\max}}{B_{\max}}$$

κόσμος



κόσμος



$$400 \text{ nm} < \lambda' < 700 \text{ nm}$$

Γ₁ α το αρχικό μήκος έχουν:

$$B_{max} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Tesla}$$

$$\frac{E'_{max}}{E_{max}} = \frac{c}{v} \cdot \frac{B'_{max}}{B_{max}} \Rightarrow$$

$$\text{Αλλά: } E_{max} = v \cdot B_{max}$$

οπότε:

$$E'_{max} = c \cdot B'_{max} = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{10^5}{100} \cdot 2 \cdot 10^{-10} =$$

$$= \frac{630}{100} \cdot 10^{-2} = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ V/m}$$