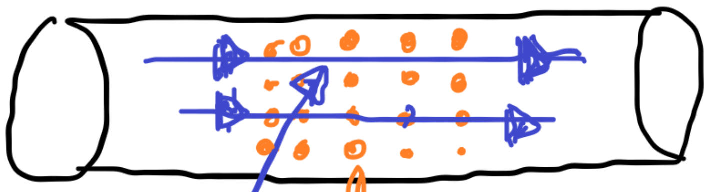
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 26 — ΡΕΥΜΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

9.4.21



ΙΟΝΤΑ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

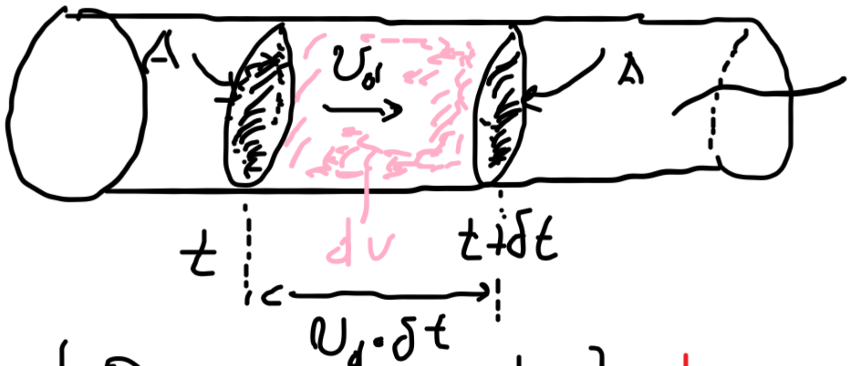
Ελεύθερα ηλεκτρόνια

$$i(t) = \frac{dQ}{dt} \rightarrow \frac{\text{Coulomb}}{\text{sec}} = \text{Amper}$$

↳ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ / ΕΝΤΑΣΗ

- ΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΑ e^- ΚΙΝΟΥΝΤΑΙ ΠΡΟΣ ΜΙΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΚΑΠΟΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

$$\boxed{v_d \sim 10^{-5} - 10^{-4} \ \frac{m}{sec}}$$



$$n_e = \frac{\# e^-}{m^3}$$

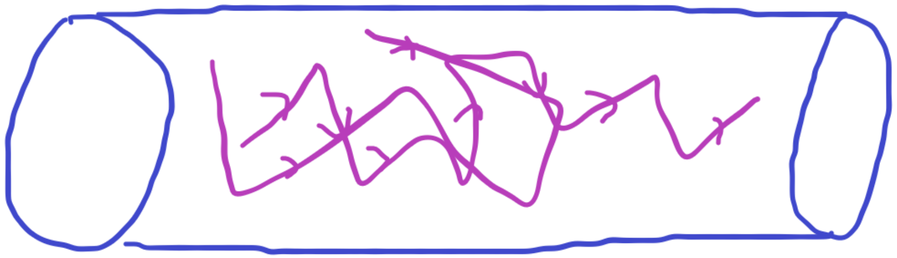
↳ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

$$\left.\begin{array}{l} dQ = n_e \cdot e \cdot dV \\ dV = v \cdot dt \cdot A \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{dQ = n_e e \cdot v_d \cdot A \, dt}$$

- ΑΝ ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΗΛΕΚΤΡ. ΠΕΔΙΟ ΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΑ e^- ΚΙΝΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΤΥΧΑΙΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΜΕ ΤΗ ΛΕΓΟΜΕΝΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ $\sim 10^6 \, m/s$ → εξαρτάται από το T

$$\boxed{i(t) = \frac{dQ}{dt} = n_e e v_d \cdot A}$$

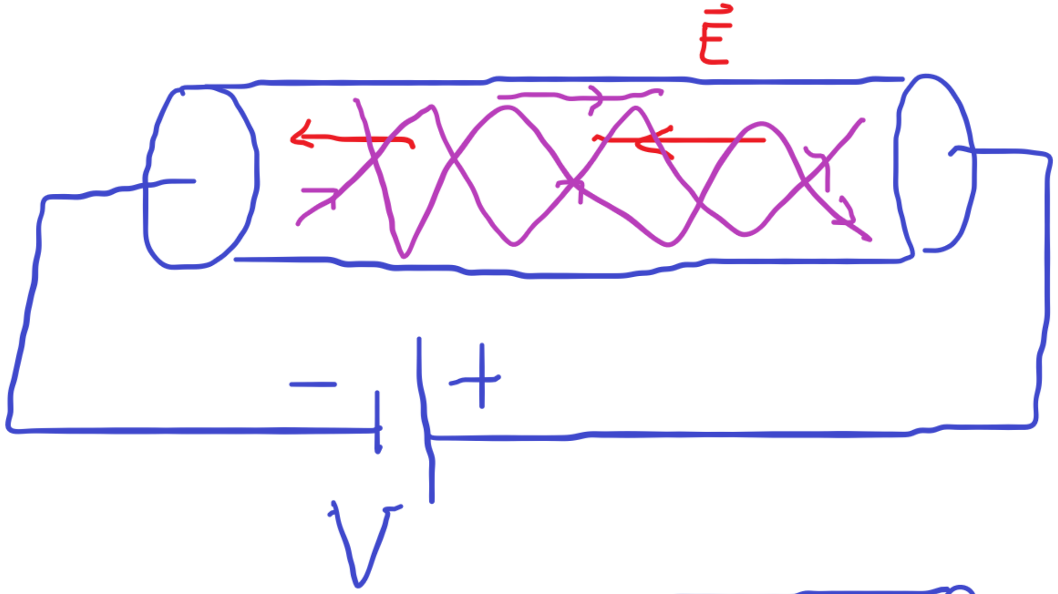
$$\boxed{J(t) = \frac{i(t)}{A} = n_e e v_d}$$



ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

$$i(t) = \frac{dQ}{dt} = n_e \cdot e \cdot v_d \cdot A$$

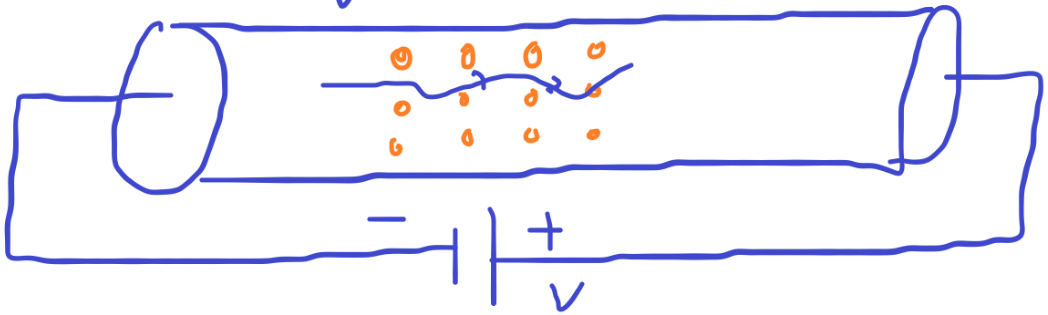
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ / ΕΝΤΑΣΗ



ΜΕ ΠΕΔΙΑ

$$J(t) = \frac{i(t)}{A} = n_e e v_d$$

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ



ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ e^- ΜΕ ΤΑ ΙΟΝΤΑ ΤΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ $\rightarrow$ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ $\Rightarrow$ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΟΓΚΟΥ - n_e

9.4.21

ΔΙΔΕΤΑΙ: ΑΤΟΜΙΚΟ ΒΑΡΟΣ, ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ, ΚΑΙ Ο ΑΡΙΘΜΟΣ AVOGADRO

$AB = ?$ $\quad 1\,mole = 6.023 \cdot 10^{23}$ ΑΤΟΜΑ (AVOGADRO)

AB = ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΕΝΟΣ MOLE [kgr/mole] $\Rightarrow n_e = ?$

$[n_e] = m^{-3} \qquad [\rho] = kgr/m^2$

$$[n_e] = \frac{1}{m^3} = \underbrace{\frac{\cancel{kgr}}{m^3}}_{\rho} \cdot \underbrace{\frac{\cancel{mole}}{\cancel{kgr}}}_{1/AB} \cdot \underbrace{\frac{\#\text{ΑΤΟΜΩΝ}}{\cancel{mole}}}_{\text{AVOGADRO}} \Rightarrow \boxed{n_e = \frac{\rho \cdot N_A}{AB}}$$

ΣΧΕΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟΥ

$$\boxed{i(t) = \frac{dQ}{dt}} \Rightarrow \int_0^t dQ = \int_0^t i(t)\,dt \Rightarrow \boxed{Q(t) = \int_0^t i(t)\,dt}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 26-3: ΔΙΔΕΤΑΙ ΧΑΛΚΙΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ 9.4.21 4

$\rho_{Cu} = 8.96 \; 10^3 \; Kgr/m^3$ $\qquad R = 900 \; \mu m$

$AB_{Cu} = 63.54 \; gr/mole$ $\qquad i = 17 \; mA$

$N_A = 6.023 \; 10^{23}$ ατομα/mole $\qquad \vec{v}_d = ?$

ΛΥΣΗ

$$n_e = \frac{\rho \cdot N_A}{AB} = \frac{6.023 \; 10^{23} \; \cancel{mole}^{-1} \; 8.96 \; 10^3 \; \cancel{Kg} \; m^{-3}}{63.54 \; \cancel{mole}^{-1} \; \cancel{Kg} \; 10^{-3}} = \boxed{8.49 \cdot 10^{28} \; m^{-3}}$$

$$i = n_e q_e A \cdot v_d \Rightarrow v_d = \frac{i}{n_e q_e A v_d} = \frac{17 \; 10^{-3} \; A}{8.49 \; 10^{28} \; \cancel{m^{-3}} \; 3.14 \; 10^{-12} \; \cancel{m^2} \; 1.6 \; 10^{-19} \; \cancel{C} \; 900^2}$$

$A \rightarrow \cancel{C} \; sec^{-1}$

m^{-1}

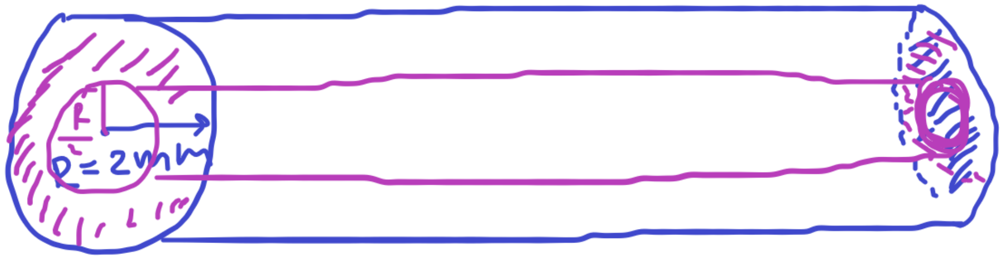
$\hookrightarrow 3.14 \; (900 \; 10^{-6} \; m)^2$

$$\Rightarrow \boxed{v_d = 4.9 \; 10^{-7} \; \frac{m}{sec}}$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ:

9/4/21 (5)

$J = 2.0 \cdot 10^{5} \, \frac{A}{m^2}$



$i(t) = J(t) \cdot A$

J = ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΑ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΟ ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ ⇒ ΣΤΑΘΕΡΟ ΠΑΝΤΟΥ ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ

B) $i = \frac{15}{32} \pi \alpha R^4$

A) ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΗΝ ΕΝΤΑΣΗ/ΡΕΥΜΑ ΠΟΥ ΠΕΡΝΑ ΑΠΟ $\left(\frac{R}{2} - R\right)$

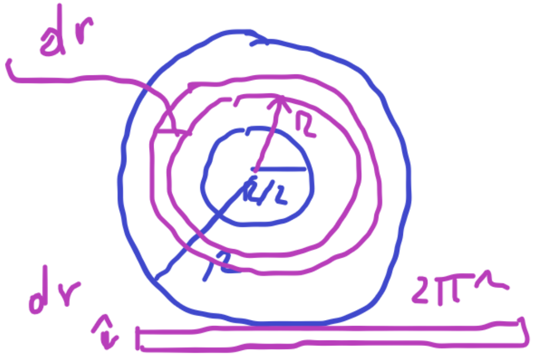
$$i = J\left(\pi R^2 - \pi \left(\frac{R}{2}\right)^2\right) = J\pi R^2\left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4} J \pi R^2 = \underline{\underline{1.9\,A}}$$

B) ΥΠΟΘΕΣΤΕ ΟΤΙ ΤΟ J ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΑ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΟ ΑΛΛΑ

$$J(\vec{r}) = \alpha \vec{r}^{\,2} = \alpha |\vec{r}|^2 \qquad \alpha = 3 \cdot 10^{11} \, \frac{A}{m^2}$$

$$i = \int_{R/2}^{R} \alpha r^2 \underbrace{dA}_{2\pi r dr} = 2\pi\alpha \int_{R/2}^{R} r^3 dr \Rightarrow$$

$$i = 2\pi\alpha \left.\frac{r^4}{4}\right|_{R/2}^{R} = \frac{2\pi\alpha}{4}\left(R^4 - \frac{R^4}{16}\right) = \frac{\pi\alpha R^4}{2} \frac{15}{16} = 7.1\,A$$



A)

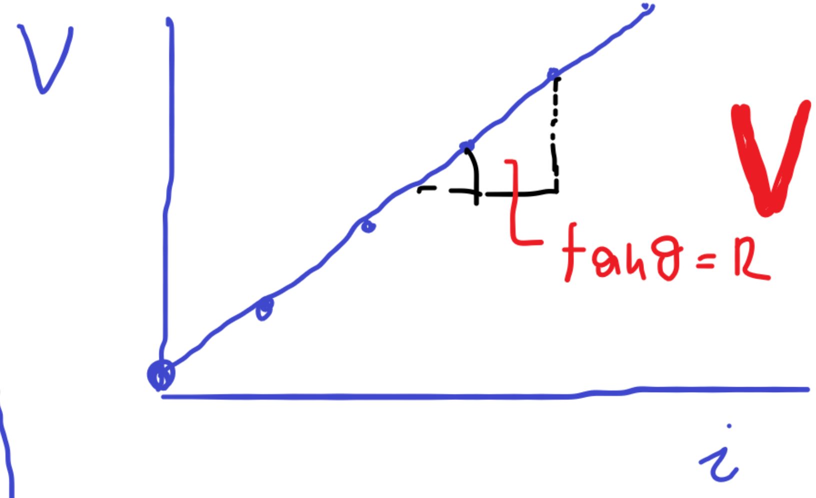
$i(t) = \sum_{i=1} J \cdot \Delta A_i = J \cdot A$

$A = \sum_i \Delta A_i$

ΝΟΜΟΣ OHM

9.4.21 (6)

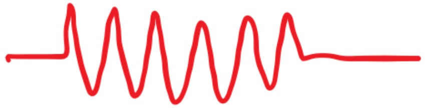
VOLTOMETPO
ΜΕΤΡΑ ΗΛ. ΤΑΣΗ

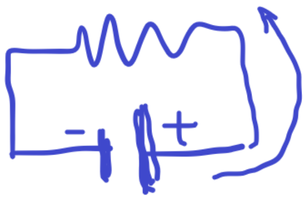


$$V = R \cdot i$$

↑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

R →





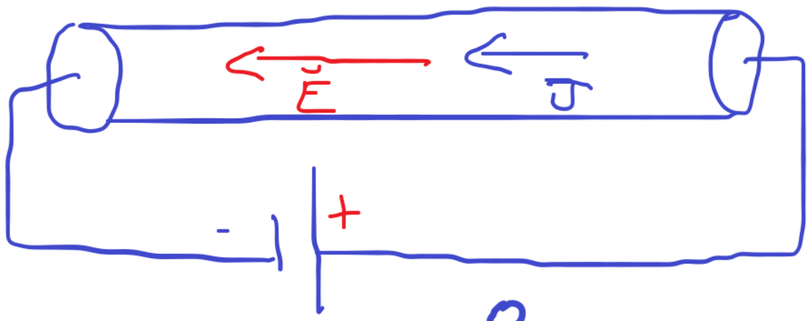
← συμβατική φορά

$V = R \cdot I$ ⟶ $[R] = \frac{\text{VOLT}}{\text{AMPERE}}$ = Ohm → Ω

VOLT ↗ AMPERE ↑

ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

9.4.21



$$\boxed{\vec{E} = \rho\,\vec{J}}$$

$\vec{J}$ → ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΕΝΤΑΣΗΣ

ρ → ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣ

$\vec{E}$ → ΠΕΔΙΟ

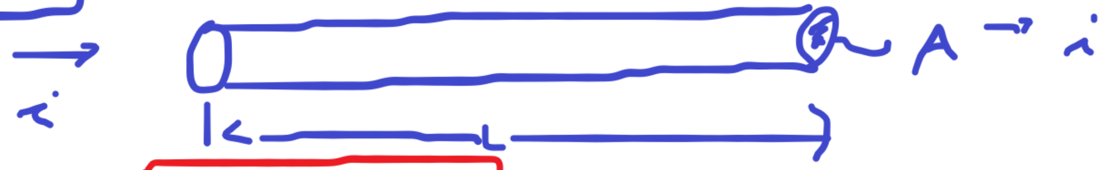
$$\boxed{\vec{J} = \sigma\,\vec{E}} \Rightarrow \sigma = \frac{1}{\rho}$$ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

$\rho_{Cu} = 1.69\ 10^{-8}\ \Omega m$ (Αγωγοί)

$\rho_{Si} = 2.5\ 10^{3}\ \Omega m$ (Ημιαγωγοί)

$\rho_{ΧΑΛΑΖΙΑΣ} = 10^{16}\ \Omega m$ (μονωτές)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟ R ΑΠΟ ΤΟ ρ



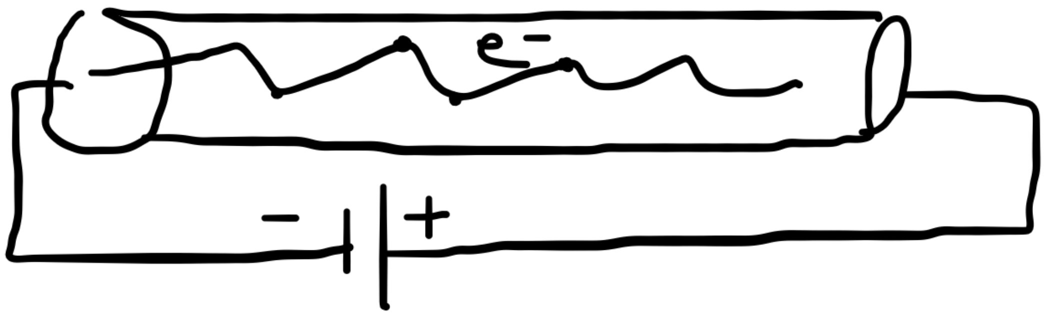
$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{V}{L}\,\frac{A}{i} \Rightarrow \boxed{V = \rho\,\frac{L}{A}\,i}$$

$$V = R\,i$$

$$\Rightarrow \boxed{R = \rho\,\frac{L}{A}}$$

ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ ΟΗΜ

9.4.21 (8)



τ : χρόνος μεταξύ συγκρούσεων

$$\alpha = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m}$$

$$\left.\begin{aligned} v_d &= \alpha \cdot \tau = \frac{eE\tau}{m} \\ J &= n_e \cdot e \cdot v_d \Rightarrow v_d = \frac{J}{n_e e} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{eE\tau}{m} = \frac{J}{n_e e} \Rightarrow \boxed{E = \frac{m}{n_e e^2 \tau} J}$$

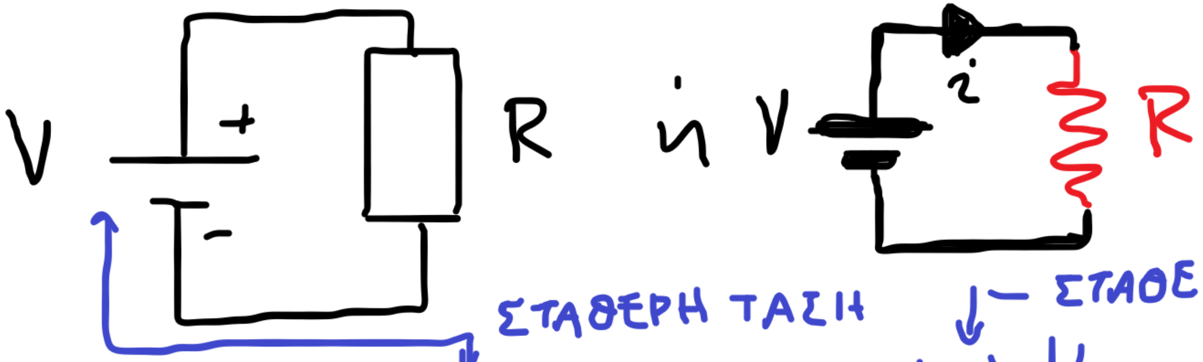
$$E = \rho J$$

$$\text{άρα} \quad \boxed{\rho = \frac{m}{n_e e^2 \tau}}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ

9.4.21

9



ΠΟΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΙ Η ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΓΙΑ ΝΑ ΖΕΣΤΑΝΕΙ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

$$dU = V \cdot dq = V \cdot i(t)\,dt \Rightarrow \frac{dU}{dt} = V \cdot i$$

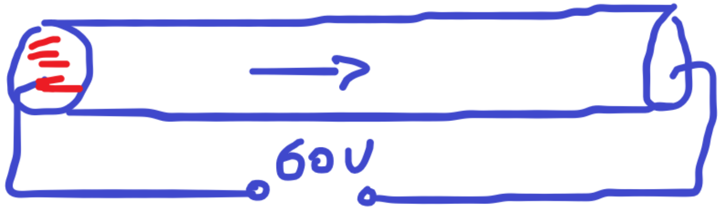
$$\frac{dU}{dt} = P \quad \text{ΙΣΧΥΣ}$$

$$\therefore\ P = \underline{V \cdot i} = R \cdot i^2 = \frac{V^2}{R}$$

$$[P] = \text{Volt} \cdot \text{Ampere} = \frac{\text{Joule}}{\text{sec}} = \underline{\underline{\text{Watt}}}$$

26.50) Η πυκνότητα ρεύματος σε έναν κυλινδρικό αγωγό ακτίνας $R = 3mm$ είναι $J = (2.75 \times 10^{10} A/m^4)r^2$, όπου το r είναι η ακτινική απόσταση. Στα άκρα του αγωγού εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού 60V. Υπολογίστε την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική στην διάρκεια 1h.

ΛΥΣΗ:



$J = \alpha r^2 \quad \alpha = 2.75 \times 10^{10} \frac{A}{m^4}$

$\pi R^2 = d(\pi r^2) = 2\pi r\,dr$

$\Delta Q = P \cdot \Delta t$ (1)

$P = V \cdot i$ (2)

$i = \int_0^R J\, 2\pi R \cdot dR = \int_0^R \alpha r^2\, 2\pi R\, dR = 2\pi\alpha \int_0^R r^3 dR = 2\pi\alpha \frac{r^4}{4}\Big|_0^R = \frac{\pi \alpha R^4}{2} = 3.4A$ (3)

(2)(3) $\Rightarrow P = V \cdot i = 60V \cdot 3.4A = 204\,W \overset{(1)}{\Rightarrow} \Delta Q = 204 \frac{Joule}{sec} 3600\,sec$

$= 7.34\, 10^5$ Joule

9.4.21

11

26.10 Η γή βομβαρδίζεται από πρωτόνια (ηλιακός άνεμος). Η πυκνότητα πρωτονίων κοντά στην επιφάνεια της γής είνα 8.7 cm^{-3} και η ταχύτητα τους είναι $v_p = 470\ km/sec$

$R_\gamma = 6.37\ 10^6\ m$

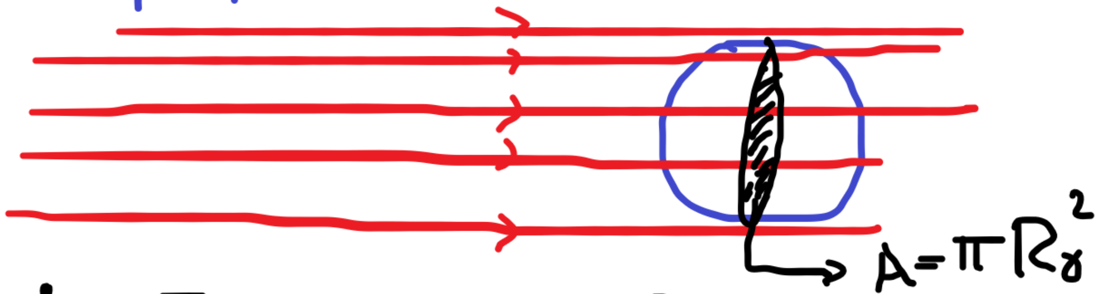
(α) Υπολογίστε την πυκνότητα ρεύματος στην επιφάνεια της γής

(β) Υπολογίστε την ένταση του ρεύματος στη επιφάνεια της γής (αγνοήστε το μαγνητικό πεδίο της γής).

α) $$n_p = \frac{8.7}{cm^{+3}} = \frac{8.7}{(10^{-2} m)^3} = \frac{8.7}{10^{-6} m^3} = 8.7\ 10^{+6}\ m^{-3}$$

$$J = n_p q_p v_p = 6.54\ 10^{-7}\ A\ m^{-2}$$

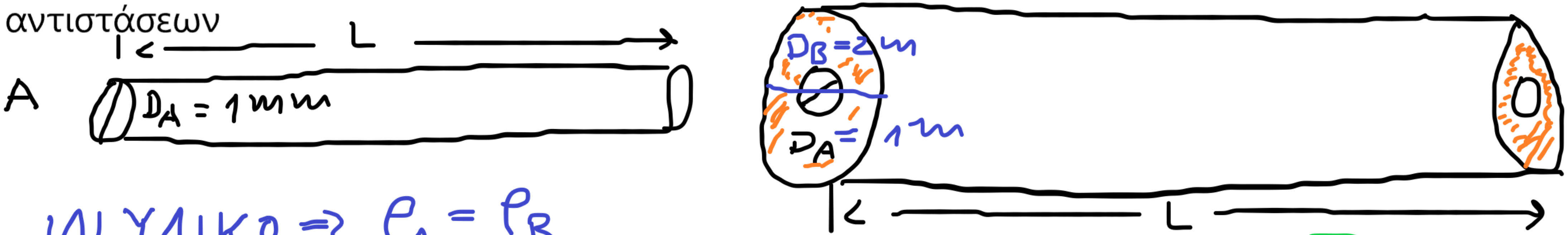
β)



$$i = J \cdot A = J \cdot \pi \cdot R_\gamma^2 = 8.34\ 10^7\ A$$

10.4.21 ①

26.23 Δύο αγωγοί είναι κατασκευασμένοι από το ίδιο υλικό και έχουν το ίδιο μήκος. Ο αγωγός Α είναι ένα συμπαγές σύρμα διαμμέτρου 1mm. Ο αγωγός Β είναι κούφιος σωλήνας εξωτερικής διαμμέτρου 2mm και εσωτερικής διαμμέτρου 1mm. Ποιός είναι ο λόγος των αντιστάσεων



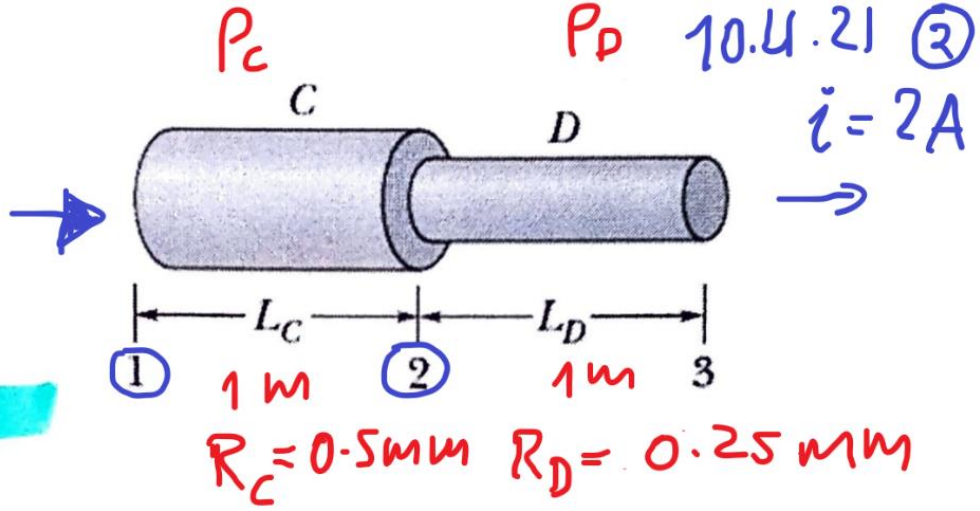
ΙΔΙ ΥΛΙΚΟ ⇒ $\rho_A = \rho_B$

$$R_A = \rho_A \cdot \frac{L}{A_A} = \rho_A \cdot \frac{L}{\pi R_A^2} = \rho_A \cdot \frac{L}{\pi (D_A/2)^2} = \frac{4 L \rho_A}{\pi D_A^2} \quad (1)$$

$$R_B = \rho_B \cdot \frac{L}{\pi R_B^2 - \pi R_A^2} = \rho_B \frac{L}{\pi\left(\frac{D_B}{2}\right)^2 - \pi\left(\frac{D_A}{2}\right)^2} = \rho_A \frac{4L}{\pi (D_B^2 - D_A^2)} \quad (2)$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\cancel{4}\cancel{L}\cancel{\rho_A}\cancel{\pi}(D_B^2 - D_A^2)}{\cancel{\pi} D_A^2 \cancel{4}\cancel{L}\cancel{\rho_A}} = \frac{D_B^2 - D_A^2}{D_A^2} = \frac{4-1}{1} = 3$$

26.53) Οι αγωγοί C και D είναι κατασκευασμένοι από διαφορετικά υλικά και έχουν μήκος $L_C = L_D = 1m$. Ο αγωγός C έχει ειδική αντίσταση $\rho_C = 2 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ και διάμετρο 1mm, ενώ ο αγωγός D έχει $\rho_D = 1 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ και διάμετρο 0.5mm. Οι αγωγοί διασυνδέονται όπως εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα και διαρρέονται από ρεύμα 2A. Υπολογίστε την διαφορά δυναμικού μεταξύ (a) των σημείων 1 και 2 (b) των σημείων 2 και 3. Υπολογίστε την ισχύ που καταναλώνεται μεταξύ (c) των σημείων 1 και 2 (d) των σημείων 2 και 3.



a) $V_{12} = R_{12} \cdot i = R_C \cdot i$

$R_C = \rho_C \dfrac{L}{\pi R_C^2} = 2.55\,\Omega$

$V_{12} = 2.55\,\Omega \cdot 2A = \underline{5.1V}$

β) $V_{23} = R_{23} \cdot i = R_D\, i$

$R_D = \rho_D \dfrac{L}{\pi R_D^2} = 5.09\,\Omega$

$V_{23} = 5.09\,\Omega \cdot 2A \cong \underline{10.2\ V}$

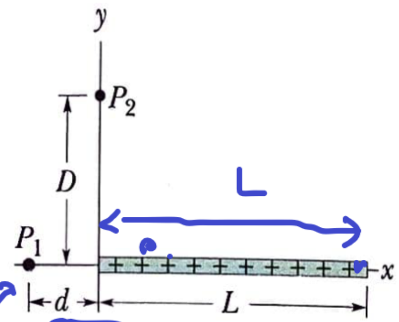
c) $P_{12} = R_{12}\, i^2$
$= 2.55\,\Omega \cdot (2A)^2$
$= \underline{10.2\ W}$

d) $P_{23} = (2A)^2\, 5.09\,\Omega$
$= \underline{20.36\,W}$

$P_{23} > P_{12}$

10.4.21 (3)

24.38 Στην άσκηση 24.30 (α) έχοντας υπολογίσει το δυναμικό στο σημείο P_1 εκφράστε το δυναμικό για κάθε σημείο με συντεταγμένη x. (β) Στη συνέχεια υπολογίστε την συνιστώσα του ηλεκτρικού πεδίου E_x.



x: −1 cm

$d>0 \rightarrow -x$

$d \rightarrow x$

$-x$

$$V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L}\ln\left(\frac{d+L}{d}\right) \quad (24.30)$$

$$V(x) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L}\ln\left(\frac{-x+L}{-x}\right)$$

β) $$\vec{E} = -\vec{\nabla} V(x) \Rightarrow E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L}\frac{\partial}{\partial x}\ln\left(\frac{x-L}{x}\right) = -\frac{Q}{\cancel{L}4\pi\varepsilon_0}\frac{\cancel{x}}{x-L}\frac{\cancel{L}}{x^{\cancel{2}}} = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{x(x-L)}$$

$$\frac{x}{x-L}\,\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{x-L}{x}\right)$$

$$\frac{1\cdot x-(x-L)\cdot 1}{x^2}$$

$$\frac{\cancel{x}-x+L}{x^2} = \frac{L}{x^2}$$

24

••39 Πόσο είναι το μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο $(3.00\hat{i} - 2.00\hat{j} + 4.00\hat{k})$ m, αν το ηλεκτρικό δυναμικό δίνεται από την $V = 2.00xyz^2$, όπου το V είναι σε volt και τα x, y και z είναι σε μέτρα;

10.4.21 4

$$\vec{r}_0 = (3, -2, 4)$$

$$V = 2xyz^2$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} V \Rightarrow E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}\Big|_{\vec{r}_0} = -2yz^2\Big|_{\vec{r}_0} = -2(-2)16 = 64 \text{ V/m}$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}\Big|_{\vec{r}_0} = -2xz^2\Big|_{\vec{r}_0} = -2 \cdot 3 \cdot 16 = -96 \text{ V/m}$$

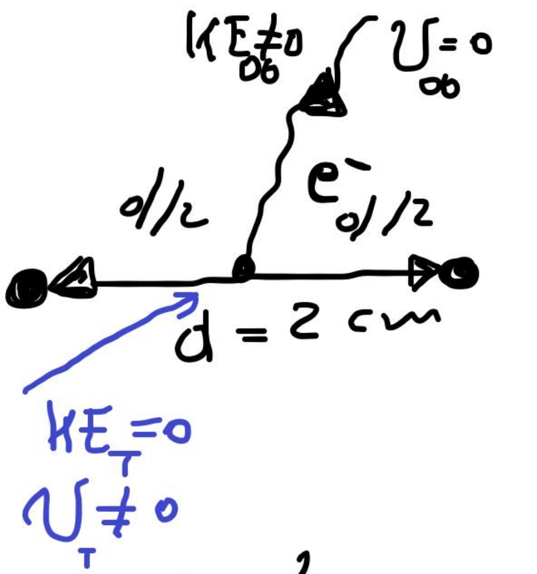
$$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}\Big|_{\vec{r}_0} = -4xyz = -4(3)(-2)(4) = 96 \text{ V/m}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{64^2 + 2\, 96^2} = 150 \frac{V}{m} = 150 \frac{N}{C}$$

10.4.21

5

24 ••53 Δύο ηλεκτρόνια είναι ακλόνητα σε απόσταση 2.0 cm μεταξύ τους. Ένα άλλο ηλεκτρόνιο εκτοξεύεται από το άπειρο και σταματάει στο μέσο της απόστασης των δύο ηλεκτρονίων. Πόση είναι η αρχική του ταχύτητα;



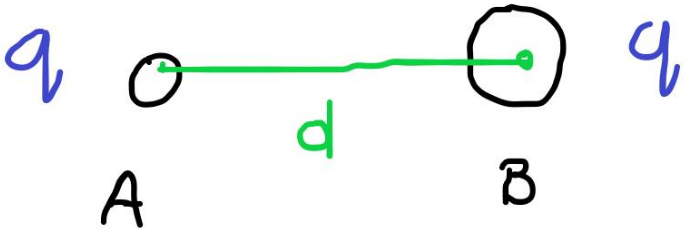
$$KE_\infty + \cancel{U_\infty} = \cancel{KE_T} + U_T \Rightarrow$$

$$KE_\infty = U_T = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{e^2}{d/2} + \frac{e^2}{d/2}\right] = \frac{4e^2}{4\pi\varepsilon_0 d} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m_e v_\infty^2 = \frac{4e^2}{4\pi\varepsilon_0 d} \Rightarrow v_\infty = \sqrt{\frac{8e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_e d}} = 3.2\, 10^2 \frac{m}{sec}$$

10.4.21 6

24 ••51 Δύο μικροσκοπικές μεταλλικές σφαίρες A και B, μάζας $m_A = 5.00$ g και $m_B = 10.0$ g, έχουν ίσο θετικό φορτίο $q = 5.00\ \mu C$. Οι σφαίρες είναι συνδεδεμένες με μονωτικό νήμα, χωρίς μάζα, μήκους $d = 1.00$ m, το οποίο είναι πολύ μεγαλύτερο από τις ακτίνες των σφαιρών. (α) Πόση είναι η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος; (β) Υποθέστε ότι κόβετε το νήμα. Τη στιγμή αυτή, πόση είναι η επιτάχυνση κάθε σφαίρας; (γ) Πολλή ώρα αφότου κόψετε το νήμα, πόση είναι η ταχύτητα κάθε σφαίρας;



α) $U = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 d} = \frac{8.99\,10^{9}\ N\,\cancel{m^2}\,\cancel{C^{-2}}\,(5.0\,10^{-6}\,\cancel{C})^2}{1.0\ \cancel{m}} = \underline{0.225\ J}$

β) $F = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2} = \frac{0.225}{1\,m}\ \text{Joule} = 0.225\ N \rightarrow a_A = \frac{F}{m_A} = 22.5\ m/s^2$

γ) $0 + U = 0 + \frac{1}{2} m_A V_A^2 + \frac{1}{2} m_B V_B^2$ (1)

$m_A V_A + m_B V_B = 0$ (2) $\longrightarrow V_B = -\frac{m_A V_A}{m_B}$ $\Rightarrow$

$\rightarrow$ 10.4.21 7

$$U = \underbrace{\frac{1}{2} m_A V_A^2}_{\downarrow} + \underbrace{\frac{1}{2} m_B \left(\frac{m_A V_A}{m_B}\right)^2}_{\frac{1}{2} \cancel{m_B} \frac{m_A^2 V_A^2}{m_B^{\cancel{2}}}} \Rightarrow$$

$$U =$$

$$U = \frac{1}{2}\left(m_A + \frac{m_A^2}{m_B}\right) V_A^2 = \frac{1}{2} \frac{m_A m_B + m_A^2}{m_B} V_A^2 \Rightarrow$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{m_A}{m_B} (m_A + m_B) V_A^2 \Longrightarrow V_A = 7.75 \, m/s$$

$$2 \rightarrow V_B = -\frac{m_A}{m_B} V_A = -3.87 \frac{m}{s}$$