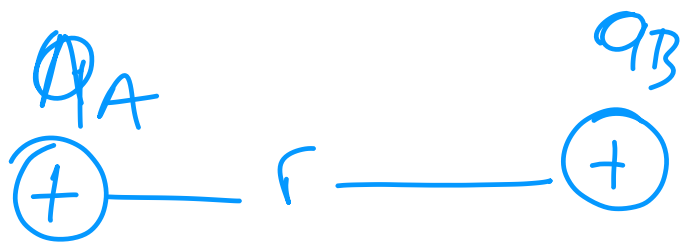


# ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΙΑ



$$W_{B \rightarrow \infty} = k \frac{q_A q_B}{r}$$

↓  
U (δυναμική  
ενέργεια)

## ΔΥΝΑΜΙΚΟ



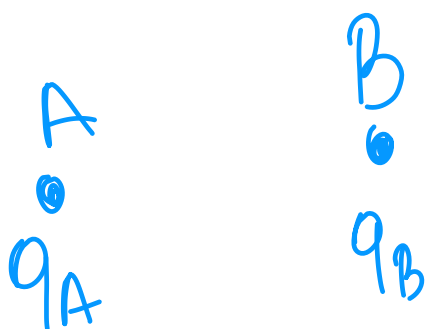
$$V_r = \frac{U_r}{q_2}$$

$$= \frac{k \frac{q_1 q_2}{r}}{q_2}$$

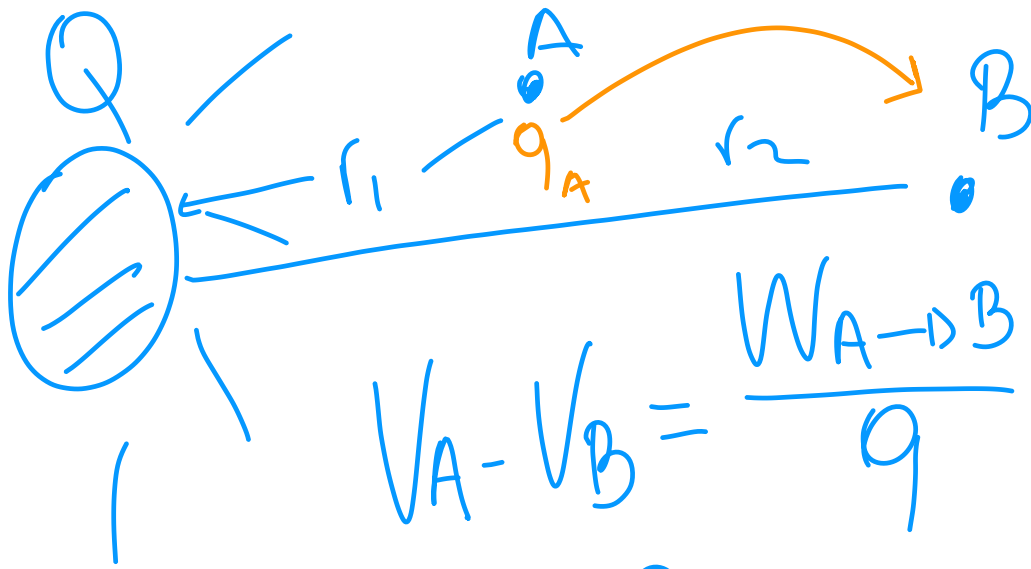
## ΜΟΥΣΧΕΡΟ

$$V_r = \frac{k q_1}{r}$$

## ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ



$$V_{A-B} = \frac{W_{A-B}}{q}$$



$$V_A - V_B = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

$$V_A = \frac{kQ}{r_1} \quad V_B = k \frac{Q}{r_2}$$

$$V_A - V_B = k \frac{Q}{r_1} - k \frac{Q}{r_2}$$

$$V_A - V_B = kQ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

3. Δύο μικρές φορτισμένες σφαίρες έχουν ίσα ηλεκτρικά φορτία  $-0,02\mu\text{C}$ . Αν η δύναμη που ασκείται από τη μια σφαίρα στην άλλη έχει μέτρο  $9 \cdot 10^{-3}\text{N}$ , να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ των σφαιρών.

$$F = k \frac{q \cdot q}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{k q^2}{F} \Rightarrow$$

$$r^2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (0,02 \cdot 10^{-6})^2}{9 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow r^2 = \frac{10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-16}}{10^{-3}}$$

$$r^2 = 4 \cdot 10^{-4} \Rightarrow r = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

5. Δοκιμαστικό φορτίο  $+2\mu\text{C}$  τοποθετείται στο μέσο της απόστασης μεταξύ δύο φορτίων  $Q_1 = +6\mu\text{C}$  και  $Q_2 = +4\mu\text{C}$ , τα οποία απέχουν απόσταση  $10\text{cm}$ . Να βρεθεί η δύναμη που ασκείται στο δοκιμαστικό φορτίο.

7. Να βρεθεί το μέτρο της έντασης ηλεκτροστατικού πεδίου, που δημιουργεί φορτίο  $Q = -2\mu\text{C}$ , σε απόσταση  $3\text{cm}$  από αυτό.

$$F = k \frac{|Q|}{r^2} \Rightarrow E = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$E = \frac{18 \cdot 10^3}{9 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

8. Φορτίο  $+4 \cdot 10^{-9}\text{C}$  δημιουργεί πεδίο έντασης μέτρου  $3,6 \cdot 10^3 \text{N/C}$  σε απόσταση  $r$  από αυτό. Να βρεθεί η απόσταση  $r$ .

$$F = k \frac{Q}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{k Q}{E} \Rightarrow$$

$$r^2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-9}}{3,6 \cdot 10^3} \Rightarrow r^2 = \frac{36}{3,6 \cdot 10^3} = 10^4$$

$$r = 100 \text{ m}$$

9. Η ένταση ηλεκτρικού πεδίου σε απόσταση 1cm από ηλεκτρικό φορτίο-πηγή έχει μέτρο  $36 \cdot 10^9 \text{ N/C}$ . Να βρεθεί η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου.

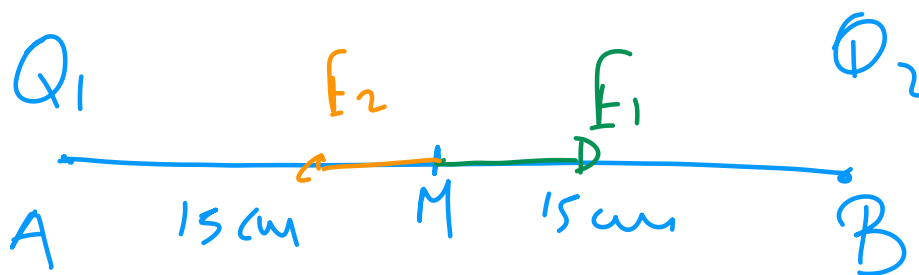
$$E = k \frac{|Q|}{r^2} \Rightarrow k |Q| = E \cdot r^2 \Rightarrow$$

$$|Q| = \frac{E \cdot r^2}{k} \Rightarrow$$

$$|Q| = \frac{36 \cdot 10^9 \cdot (10^{-2})^2}{9 \cdot 10^9}$$

$$|Q| = 4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

10. Φορτίο  $+9\mu\text{C}$  απέχει απόσταση 30cm από άλλο φορτίο  $+4\mu\text{C}$ . Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσο της μεταξύ τους απόστασης.



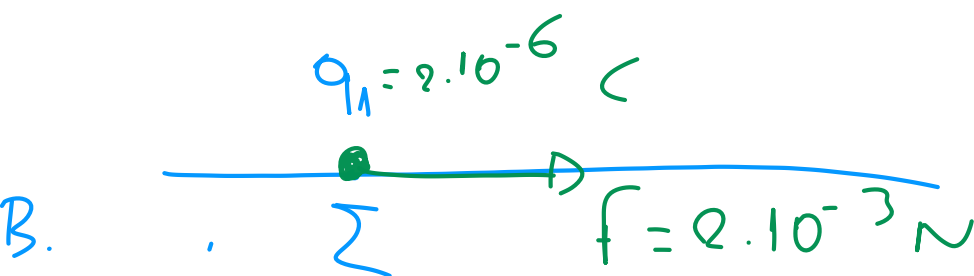
$$E_M = E_1 - E_2 \Rightarrow E_M = k \frac{Q_1}{AM^2} - \frac{k Q_2}{MB^2}$$

11. Δοκιμαστικό ηλεκτρικό φορτίο  $q_1 = 2\mu\text{C}$  βρίσκεται στη θέση (Σ) ηλεκτρικού πεδίου και δέχεται  $2 \cdot 10^{-3}\text{N}$ , κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα x. Να βρεθούν:

A. Η ένταση του πεδίου στη θέση (Σ).

B. Η δύναμη που θα δεχτεί φορτίο  $q_2 = -4\mu\text{C}$  στη θέση (Σ).

$$\hookrightarrow 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$



$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow$$

$$E = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-6}} = 1000 \text{ N/C}$$

$$F = E \cdot q_2 \Rightarrow F' = 1000 \cdot (-4 \cdot 10^{-6})$$

$$F' = -4 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

17. Σωματίδιο με μάζα  $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$  και φορτίο  $+1 \mu\text{C}$  αφήνεται να κινηθεί σε ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης  $12 \text{ N/C}$ . Να βρεθούν:

A. Η μετατόπισή του μετά από χρόνο  $1 \text{ s}$ .

B. Η κινητική του ενέργεια στο τέλος του πρώτου δευτερολέπτου της κίνησης.

Γ. Ποιες μετατροπές ενέργειας συνέβησαν;

A.

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= E \cdot q \Rightarrow \\ F_1 &= 12 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \\ F_1 &= 12 \cdot 10^{-6} \text{ N} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F &= ma \Rightarrow \\ a &= \frac{F_1}{m} \Rightarrow a = \frac{12 \cdot 10^{-6}}{10^{-5}} = 1,2 \text{ m/s}^2 \\ x &= \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 1^2 = 0,6 \text{ m} \end{aligned}$$

B.

$$\left. \begin{aligned} E &= \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \\ E &= \frac{1}{2} m (a t)^2 \Rightarrow \end{aligned} \right\} \begin{aligned} E &= \frac{1}{2} \cdot 10^{-5} \cdot 1,2^2 \cdot 1^2 \\ E &= 0,72 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

18. Με βάση το προηγούμενο πρόβλημα και μετά από  $1 \text{ s}$  κίνησης, εφαρμόζουμε συγχρόνως και ένα αντίρροπο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Να βρεθεί ποια θα έπρεπε να είναι η έντασή του, ώστε να μηδενιστεί η ταχύτητα του σωματιδίου μετά από  $1 \text{ s}$ .

$$\begin{aligned} t_{02} &= \frac{v}{a_2} \Rightarrow 1 = \frac{at}{a_2} \Rightarrow a_2 = at \\ a_2 &= 1,2 \cdot 1 \\ a_2 &= 1,2 \text{ m/s}^2 \\ \Sigma F &= m a_2 \\ F_2 - F_1 &= m a_2 \Rightarrow F_2 = F_1 + m a_2 \Rightarrow F_2 = 12 \cdot 10^{-6} + 10^{-5} \cdot 1,2 \\ F_2 &= 24 \cdot 10^{-6} \text{ N} \end{aligned}$$

$$\epsilon = \frac{f_2}{g} \Rightarrow \epsilon = \frac{24 \cdot 10^{-6}}{10^{-8}} \Rightarrow \epsilon = 2,4 \text{ N}$$

25. Δύο σημειακά φορτία  $+2\mu\text{C}$  και  $+18\mu\text{C}$  απέχουν απόσταση  $16\text{cm}$ .

Να βρεθεί:

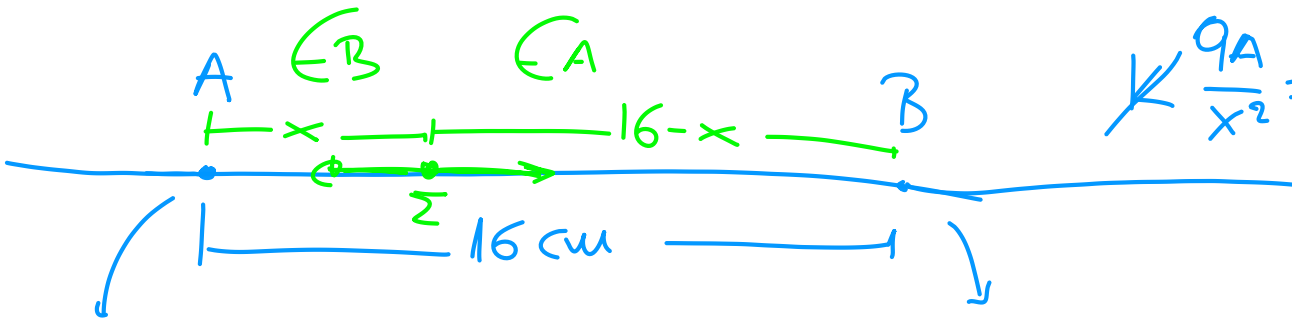
A. Σε ποιο σημείο μηδενίζεται η ένταση του πεδίου.

B. Το δυναμικό στη θέση μηδενισμού της έντασης.

$$E_{\Sigma} = E_A - E_B = 0$$

$$E_A = E_B$$

$$k \frac{q_A}{x^2} = k \frac{q_B}{(16-x)^2}$$



$$q_A = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_B = 18 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$\frac{q_A}{x^2} = \frac{q_B}{(16-x)^2} \Rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-6}}{x^2} = \frac{18 \cdot 10^{-6}}{(16-x)^2}$$

$$18x^2 = 2 \cdot (16-x)^2 \Rightarrow 9x^2 = (16-x)^2$$

$$3x = 16-x \Rightarrow 4x = 16$$

$$x = 4 \text{ cm}$$

$$V_{\Sigma} = V_{q_A} + V_{q_B} \Rightarrow$$

$$V_{\Sigma} = \frac{k q_A}{x} + \frac{k q_B}{16-x} \Rightarrow V_{\Sigma} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-2}} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^{-2}}$$

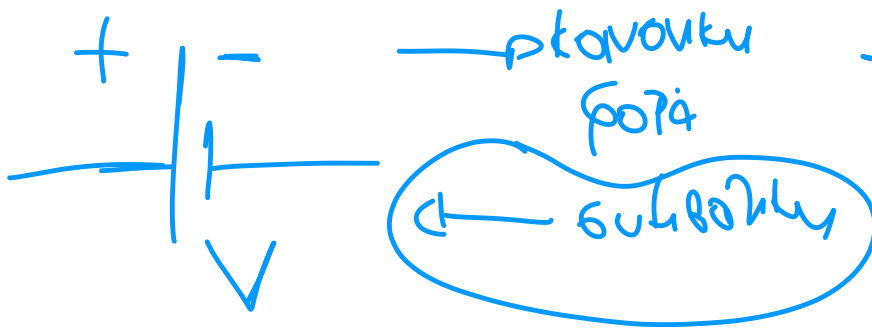
$$V_{\Sigma} = 4,5 \cdot 10^1 + 13,5 \cdot 10^1$$

$$V_{\Sigma} = 1,8 \text{ V}$$

# ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

## Συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα

Ηλεκτρική πηγή  $\rightarrow$  Δίνει ενέργεια  
ώστε να κινούνται



τα  $e^-$

## Φαινόμενο Joule

Σύγκρουση  $e^-$  με το ιόντα του αγωγού  
και παραγωγή θερμότητας

## Ένταση Ρεύματος

$$I = \frac{Q}{t} \quad \frac{C}{S} \quad (A)$$

$$Q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$$

Е ФАРМОН

$$I = 10 \text{ A}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

а)  $q$

б)  $N_{e^-}$

$$а) I = \frac{q}{t} \Rightarrow$$

$$q = I \cdot t \Rightarrow$$

$$q = 10 \cdot 5 = 50 \text{ C}$$

$$б) N_{e^-} = \frac{q}{q_e} = N = \frac{50}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

# Κανόνες Kirchhoff

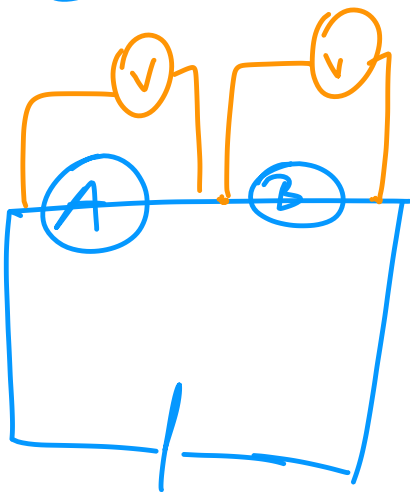


κόμβος

$$I = I_1 + I_2$$

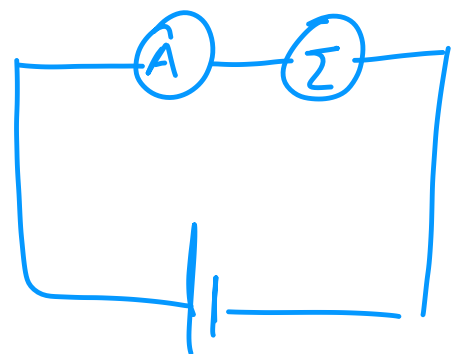
Το γήμια κείαζι  
2 κόμβων ονομά-  
ζεται κλάδος.

## Βολτομέτρο

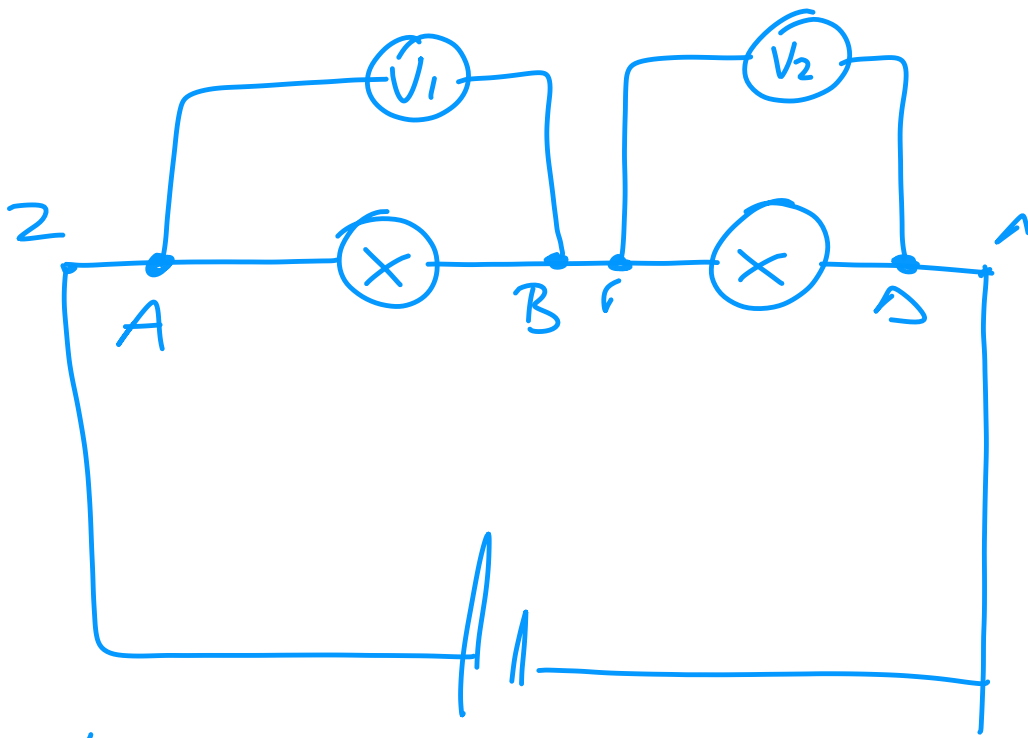


→ παράλληλη  
βύσδαση

## Αμπερόμετρο



Συνδεση 6F  
66Pa (δυνα)



$$V_{AD} = V_{AB} + V_{CD}$$

# ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

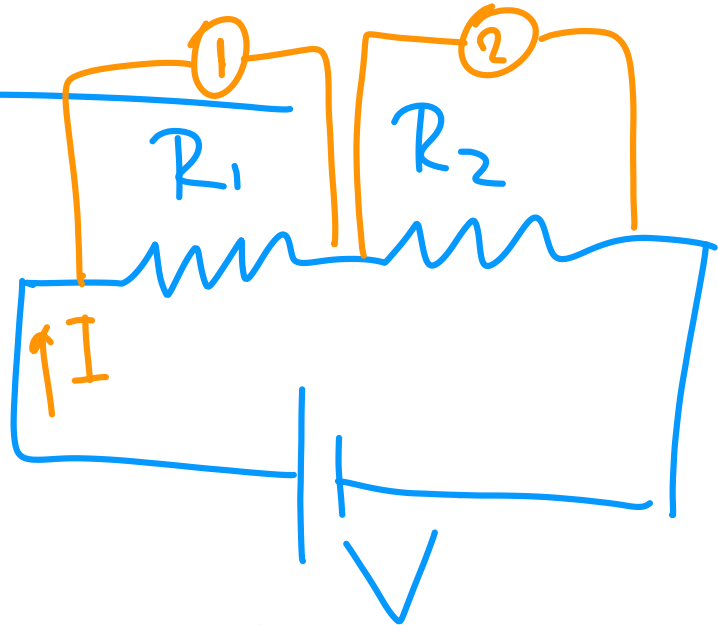
i) ΣΕΡΑ

ii) ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ

i) ΣΕΡΑ

Στο  $I$

8 ιδιορρένιο  $V$



$$V = V_{R1} + V_{R2}$$

$$R_{ολ} = R_1 + R_2$$

ii) ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ

$$V_{R1} = V_{R2}$$



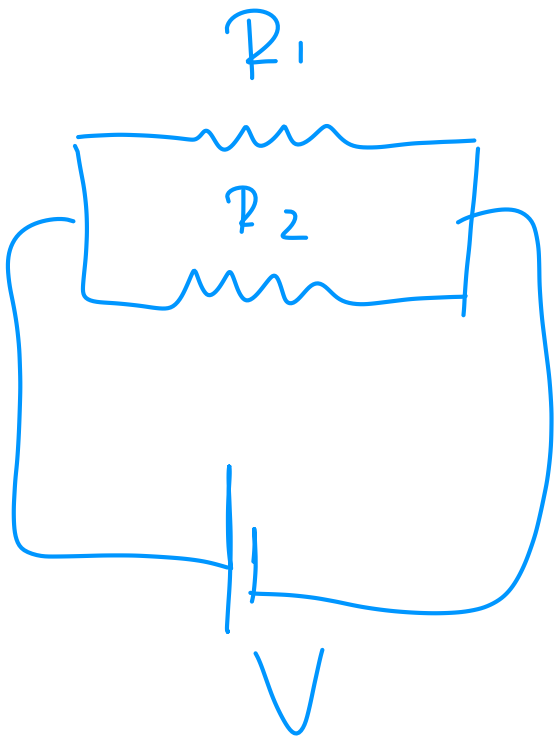
$$I = I_1 + I_2$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{R1} = I_1 \cdot R_1 \\ V_{R2} = I_2 \cdot R_2 \end{array} \right\} = V$$

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$P_\Theta = P_0(1 + \alpha \Theta)$$

Q:  $\Theta \in P(\text{kin swif}) < \text{cis}$



$$\frac{1}{R_{01}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_{01} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

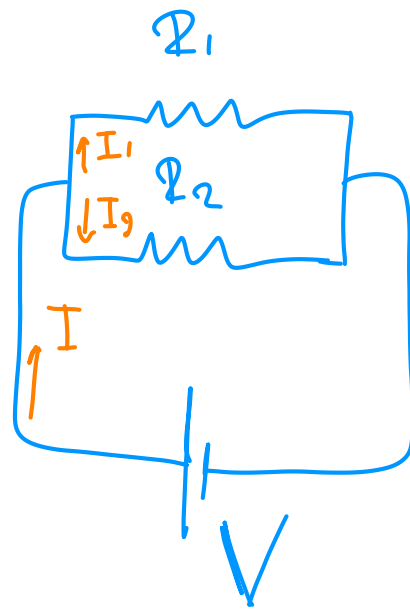
11. Δύο αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα και στις άκρες του συστήματος εφαρμόζεται τάση  $V = 120V$ . Αν είναι  $R_1 = 30\Omega$  και  $R_2 = 60\Omega$ , να βρείτε την ολική αντίσταση του συστήματος και την ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το κύκλωμα και κάθε αντίσταση.

Παράλληλα

$$R_{ολ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{ολ} = \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{1800}{90} = 20 \Omega$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{R_1} = V \\ V_{R_2} = V \end{array} \right\} \Rightarrow V_{R_1} = V_{R_2}$$



$$I = I_1 + I_2$$

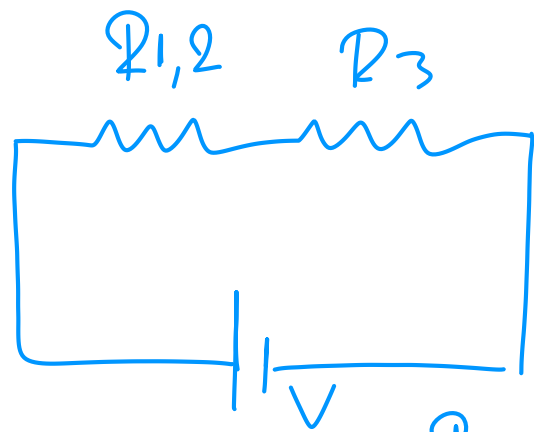
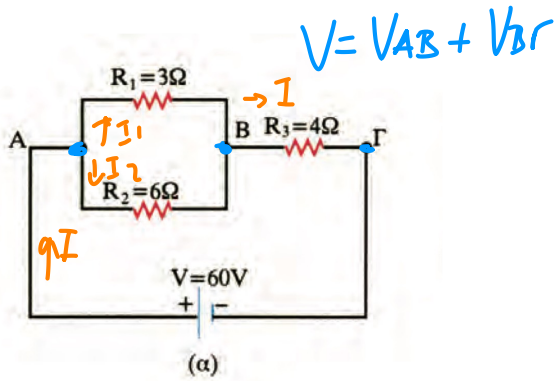
$$I = \frac{V}{R_{ολ}} \Rightarrow$$

$$I = \frac{120}{20}$$

$$I = 6 A$$

12. Στα παρακάτω κυκλώματα να βρείτε:

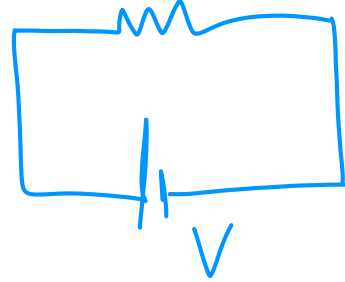
- α) την ολική αντίσταση του συστήματος,
- β) την τάση στα άκρα κάθε αντίστασης,
- γ) την ένταση του ρεύματος, που διαρρέει κάθε αντίσταση.



$$R_{0,2} = R_{1,2} + R_3$$

$$R_{0,2} = 2 + 4$$

$$R_{0,2} = 6\Omega$$



$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_{1,2} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6}$$

$$R_{1,2} = \frac{18}{9} = 2\Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{0,2}} \Rightarrow I = \frac{60}{6} = 10A$$

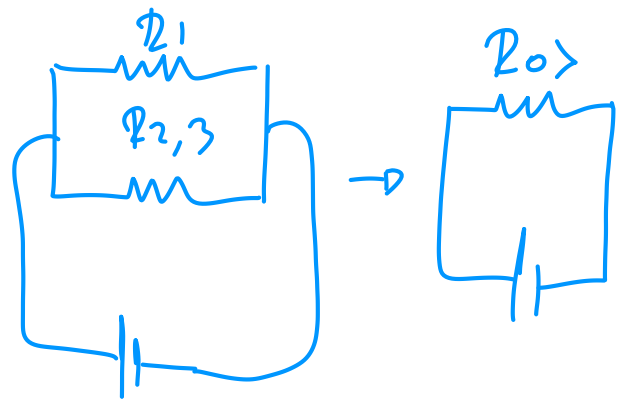
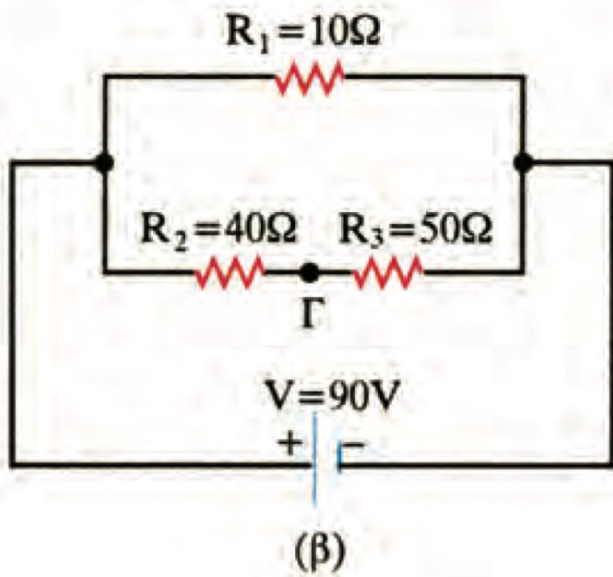
$$V_{R_{1,2}} = V_{AB} = I \cdot R_{1,2} \Rightarrow V_{AB} = 10 \cdot 2 \Rightarrow V_{AB} = 20V$$

$$V_{BR} = V - V_{AB} \Rightarrow$$

$$V_{BR} = 60 - 20 \Rightarrow V_{BR} = 40V$$

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{20}{3} A$$

$$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{20}{6} A$$



$$R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \Rightarrow R_{2,3} = \frac{40 \cdot 50}{40 + 50}$$

$$R_{2,3} = \frac{2000}{90}$$

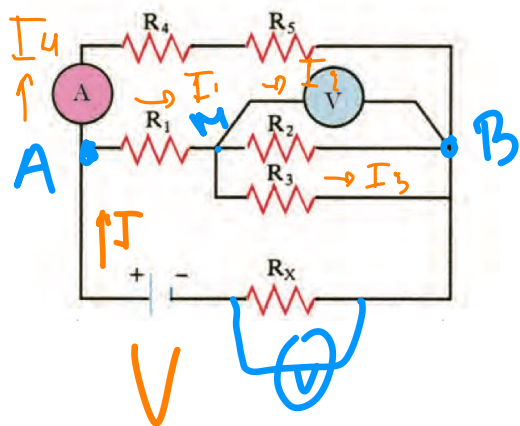
$$R_{0,3} = R_1 + R_{2,3}$$

$$R_{0,3} = 10 + \frac{2000}{9} = \frac{2900}{9} \, \Omega$$

14. Στο παρακάτω κύκλωμα η ένδειξη του βολτομέτρου είναι 4V, η τάση της πηγής είναι  $V = 10V$  και οι αντιστάσεις  $R_1 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 4\Omega$ ,  $R_3 = 4\Omega$ ,  $R_4 = 5\Omega$  και  $R_5 = 11\Omega$ . Να βρείτε την ένδειξη του αμπερομέτρου και την αντίσταση  $R_X$ . Το βολτόμετρο έχει άπειρη αντίσταση, ενώ το αμπερόμετρο έχει μηδενική αντίσταση, δηλαδή θεωρούνται ιδανικά όργανα.

$$I = I_4 + I_1$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$



$$V_{R_2} = 4V$$

$$V = 10V$$

$$R_{4,5} = R_4 + R_5 \Rightarrow R_{4,5} = 5 + 11 = 16\Omega$$

$$V_{R_2} = I_2 \cdot R_2 \Rightarrow 4 = I_2 \cdot 4 \Rightarrow I_2 = 1A$$

$$V_{R_3} = I_3 \cdot R_3 \Rightarrow 4 = I_3 \cdot 4 \Rightarrow I_3 = 1A$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_1 = 1 + 1 \Rightarrow I_1 = 2A$$

$$V_{AB} = V_{AM} + V_{MB}$$

$$V_{AB} = I_1 R_1 + I_2 R_2 \Rightarrow$$

$$V_{AB} = 2 \cdot 2 + 1 \cdot 4 \Rightarrow$$

$$V_{AB} = 8 \text{ V}$$

$$V_{AB} = I_4 (R_4 + R_5)$$

$$8 = I_4 (5 + 11) \Rightarrow$$

$$8 = I_4 \cdot 16$$

$$I_4 = 0,5 \text{ A}$$

$$V_{AB} = V + V_{R_x} \Rightarrow$$

$$V_{AB} = V + I R_x$$

$$8 = 10 + 2,5 R_x$$