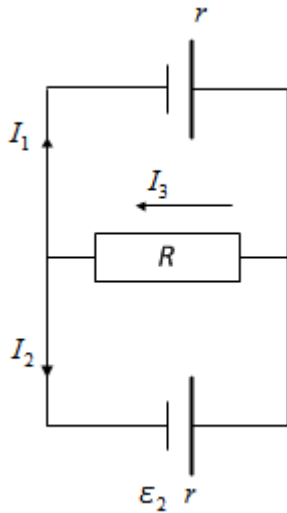


## ფიზიკა ამოცანებში

### მუდმივი ელექტრული დენი

#### (გაგრძელება)



**წრედის გაანგარიშება:** დენის ორი წყარო, რომელთა ე.მ.ძ., შესაბამისად, არის  $\varepsilon_1 = 2$  ვ და  $\varepsilon_2 = 1$  ვ, შეერთებულია ისე, როგორც ნახაზზეა ნაჩვენები. წინაღობა  $R = 0.5 \Omega$ . დენის წყაროებს აქვს ერთნაირი შიგა წინაღობა:  $r = 1 \Omega$ . განსაზღვრეთ წრედში გამავალი დენის ძალები. შემაერთებული სადენების წინააღობები უგულებელყავით.

კირჭოფის მეორე წესის თანახმად, წრედის ზედა და ქვედა უბნებისთვის გვექნება შემდეგი ტოლობები (შემოვლის მიმართულებად ორივეგან ავირჩიოთ დენის მიმართულება):

$$U_{AB} - (\varepsilon_1 - I_1 r) = 0,$$
$$U_{AB} - (\varepsilon_2 - I_2 r) = 0.$$

ამასთან,  $U_{AB} = I_3 R$ . დენის ძალების განაწილებისთვის, კირჭოფის პირველი წესის თანახმად, გვექნება:

$$I_1 + I_2 = I_3.$$

მიღებული განტოლებები წარმოადგენს განტოლებათა სისტემას დენის ძალების მიმართ, რომლის ამოხსნაა

$$I_1 = 1.25 \text{ ა}, I_2 = 0.25 \text{ ა}, I_3 = 1.5 \text{ ა}.$$

ის რომ დენის ძალები დადებითია, ადასტურებს შემოვლის არჩევანის სისწორეს.

**წრედის ანალიზი:** წინა ამოცანაში შეარჩიეთ ისეთი  $R$  წინააღობა, რომლის დროსაც  $\varepsilon_2$  ე.მ.ძ. მქონე დენის წყაროში გამავალი დენი  $I_2 = 0$ . იპოვეთ აგრეთვე წინააღობის ის მნიშვნელობა, რომლისთვისაც დენის იმავე წყაროში  $I_2$  დენს ექნება საპირისპირო მიმართულება.

თუ დენის ძალა  $I_2 = 0$ , წინა ამოცანის განტოლებებიდან მივიღებთ:

$$U_{AB} = \varepsilon_2,$$

$$U_{AB} - (\varepsilon_1 - I_1 r) = 0$$

$$I_1 = I_3.$$

ამ განტოლებებიდან მარტივად მიიღება წინააღობის შემდეგი მნიშვნელობა:

$$R = \frac{\varepsilon_2 r}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} = 1\Omega.$$

თუ დენი მიმართულია საპირისპიროდ,  $I_2$ -ს განტოლებებშიც საპირისპიროთი უნდა შევუცვალოთ ნიშანი. მივიღებთ:

$$U_{AB} - (\varepsilon_1 - I_1 r) = 0,$$

$$U_{AB} - (\varepsilon_2 + I_2 r) = 0,$$

$$U_{AB} = I_3 R,$$

$$I_1 - I_2 = I_3.$$

ამ განტოლებებიდან მივიღებთ:

$$I_2 = \frac{R(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) - r\varepsilon_2}{2Rr + r^2}.$$

ვინაიდან განტოლებებში დენის ძალას ნიშანი შევუცვალოთ, მიღებული გამოსახულება და, მაშასადამე, წილადის მრიცხველიც დადებითი უნდა იყოს. მაშინ წინააღობა  $R$  დააკმაყოფილებს შემდეგ პირობას:

$$R > \frac{r\varepsilon_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} = 1\Omega.$$

**გამტართა სისტემის წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი:** მოცემულია ორი გამტარი, რომელთა წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტებია  $\alpha_1$  და  $\alpha_2$ , ხოლო წინააღობები  $0^\circ C$ -ზე, შესაბამისად,  $R_{10}$  და  $R_{20}$ . როგორი იქნება ა) წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი და ბ) წინააღობა  $0^\circ C$ -ზე მიმდევრობითი და პარალელური შეერთების დროს?

მიმდევრობითი შეერთების დროს სრული წინააღობა იქნება  $R = R_1 + R_2$ , სადაც  $R_1 = R_{10}(1 + \alpha_1 t)$ ,  $R_2 = R_{20}(1 + \alpha_2 t)$ . თუ ჩავსვამთ სრული წინააღობის ფორმულაში, მივიღებთ:

$$R_1 = R_{10}(1 + \alpha_1 t) + R_{20}(1 + \alpha_2 t) = (R_{10} + R_{20}) \left( 1 + \frac{R_{10}\alpha_1 + R_{20}\alpha_2}{R_{10} + R_{20}} t \right) = R_0(1 + \alpha t).$$

საძიებელი სიდიდეებისთვის მივიღებთ:

$$R_0 = R_{10} + R_{20}, \quad \text{ხოლო } \alpha = \frac{R_{10}\alpha_1 + R_{20}\alpha_2}{R_{10} + R_{20}}.$$

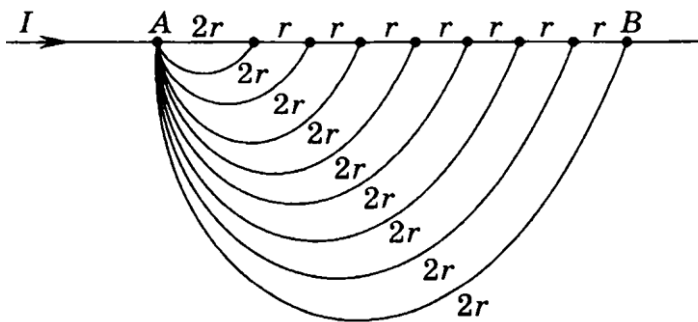
განვიხილოთ პარალელური შეერთება. ორი გამტარის სრული წინაღობა ტოლია:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_{10} R_{20} (1 + \alpha_1 t)(1 + \alpha_2 t)}{R_{10} (1 + \alpha_1 t) + R_{20} (1 + \alpha_2 t)} = R_0 (1 + \alpha t).$$

ამ გამოსახულების მრიცხველი შეიცავს  $t^2$ -ან წევრს, რომლის კოეფიციენტია  $\alpha_1$  და  $\alpha_2$  ნამრავლი. ეს სიდიდეები მცირე სიდიდეებია და მათი ნამრავლის უგულებელყოფა შეიძლება. ამ შემთხვევაში მივიღებთ:

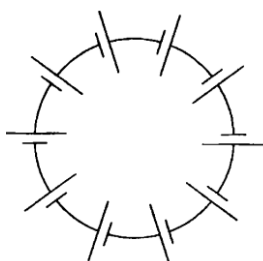
$$R_0 = \frac{R_{10} R_{20}}{R_{10} + R_{20}}, \quad \text{ხოლო } \alpha = \frac{R_{10} \alpha_1 + R_{20} \alpha_2}{R_{10} + R_{20}}.$$

**გამტართა სისტემები:** გამოთვალეთ ნახაზზე მოცემული წრედის სრული წინაღობა A და B წერტილებს შორის. ცალკეული უბნების წინაღობები ნახაზზეა მოცემული.



A წერტილთან მიერთებულია პარალელურად ორ გამტარი, რომელთაგან თითოეულის წინაღობაა  $2r$ . მათი სრული წინაღობა იქნება  $r$ . ამრიგად, A წერილსა და მის მომდევნო კვანძს შორის წინაღობა  $r$ -ის ტოლია. იგივე იქნება წინაღობა მომდევნო კვანძსა და A წერტილს შორის. ამრიგად, ვასკვნით, რომ წინაღობა A წერტილსა და ნებისმიერ სხვა წერტილს შორის  $r$  ტოლია.

**დენის წყაროების შეერთება:** გამოთვალეთ დენის წყაროების ნახაზზე მოცემული შეერთებისთვის პოტენციალთა სხვაობა ნებისმიერ ორ წერტილს შორის. დენის თითოეული წყაროს ე.მ.ძ. და შიგა წინაღობა ერთმანეთის ტოლია და უდრის  $\mathcal{E}$  და  $r$ . როგორ შეიცვლება პასუხი, თუ დენის წყაროები ერთმანეთს უერთდება ერთნაირნიშნისანი მომჭერებით?



თუ დენის წყაროების რაოდენობაა  $n$ , ასეთი შეერთების სრული ე.მ.ძ. იქნება  $n\mathcal{E}$ , ხოლო სრული წინაღობა –  $nr$ , ამიტომ დენის ძალა წრედში ტოლია  $I = \frac{\mathcal{E}}{r}$ . ვთქვათ, რომელიმე ორ წერტილს შორის დენის წყაროების რაოდენობაა  $k$ . მაშინ პოტენციალთა სხვაობა ამ

წერტილებს შორის იქნება

$$U = k\varepsilon - kIr = k\varepsilon - kr \frac{\varepsilon}{r} = 0.$$

თუ დენის წყაროები ერთმანეთს ერთნაირნიშნისანი მომჭერებით უერთდება, იმ უბანზე, რომელიც შეიცავს კენტი რაოდენობის წყაროს, ძაბვა ტოლი იქნება ერთი დენის წყაროს ე.მ.ძ-ისა, ხოლო იმ უბანზე, რომელიც ლუწი რაოდენობისას შეიცავს, ძაბვა ნულის ტოლი იქნება.