

ფიზიკა X კლასი

II ტური 2015-2016 სასწავლო წელი

1. (5 ქულა) ნახატზე ნაჩვენებია X ღერძზე მოძრავი m და $2m$ მასის სხეულების სიჩქარის გეგმილების დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები.

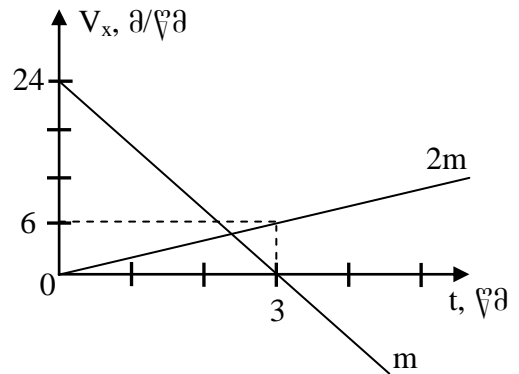
ამ მონაცემებზე დაყრდნობით გამოთვალეთ:

1) (1 ქულა) სხეულების ფარდობითი სიჩქარე $t = 2$ წმ მომენტში.

2) (1 ქულა) სხეულებზე მოქმედი ძალების შეფარდება F_m/F_{2m} .

3) (1 ქულა) მანძილი სხეულებს შორის $t = 3$ წმ მომენტში, თუ საწყისი მანძილი მათ შორის ნულის ტოლი იყო.

4) (2 ქულა) დროის რომელ t მომენტში გახდება სხეულთა სისტემის სრული იმპულსი ნულის ტოლი.



ამოხსნა:

1) გრაფიკებიდან, სამკუთხედების მსგავსების გამოყენებით ადვილად მიიღება, რომ $t = 2$ წმ მომენტში m მასის სხეულის სიჩქარის გეგმილია $v_{1x} = 8$ მ/წმ, ხოლო $2m$ მასის სხეულის სიჩქარის გეგმილია $v_{2x} = 4$ მ/წმ.

$t = 2$ წმ მომენტში სხეულების ფარდობითი სიჩქარეა $v_{\text{ფარდ}} = v_{1x} - v_{2x} = 4$ მ/წმ.

2) m მასის სხეულის აჩქარების გეგმილია $a_{1x} = (-24)/3 = (-8)$ (მ/წმ²), ხოლო $2m$ მასის სხეულის აჩქარების გეგმილია $a_{2x} = 6/3 = 2$ (მ/წმ²).

$$F_m/F_{2m} = m|a_{1x}|/2m a_{2x} = 2$$

3) ჩავთვალოთ სხეულების საწყისი კოორდინატი ნულის ტოლად. მაშინ მათი კოორდინატები დროის ნებისმიერ მომენტში განისაზღვრება ფორმულებით:

$$x_1 = 24t - 4t^2, \quad x_2 = t^2 \quad (\text{SI ერთეულებში})$$

$t = 3$ წმ მომენტში მათი კოორდინატებია $x_1 = 36$ მ და $x_2 = 9$ მ. ამ მომენტში სხეულებს შორის მანძილია $S = x_1 - x_2 = 27$ მ.

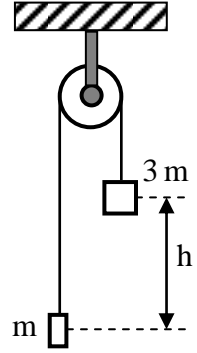
4) m მასის სხეულის სიჩქარის გეგმილი დროის ნებისმიერ მომენტში

განისაზღვრება ფორმულით: $v_{1x} = 24 - 8t$ (SI ერთეულებში), ხოლო $2m$ მასის სხეულის სიჩქარის გეგმილია $v_{2x} = 2t$ (SI ერთეულებში) (1 ქულა)

$m v_{1x} + 2m v_{2x} = 0 \Rightarrow v_{1x} + 2v_{2x} = 0$. სიჩქარეების გამოსახულებების ჩასმა გვაძლევს:

$24 - 8t + 4t = 0$, საიდანაც $t = 6$ წმ. (1 ქულა)

2. (5 ქულა) უძრავ ჭოჭონაქზე გადაკიდებულ უჭიმვად ძაფზე ჩამოკიდებულია m მასისა და $3m$ მასის სხეულები. თავდაპირველად დიდი მასის სხეული h -ით მაღლაა, ვიდრე მცირე მასის სხეული (იხ. ნახ.). სისტემა გაათავისუფლეს და მან დაიწყო მოძრაობა. თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g . უგულებელყავით ძაფისა და ჭოჭონაქის მასები და ხახუნის ძალები.



- 1) (1 ქულა) განსაზღვრეთ სხეულების აჩქარება.
- 2) (1 ქულა) განსაზღვრეთ ძაფის დაჭიმულობის ძალა.
- 3) (1 ქულა) განსაზღვრეთ ჭოჭონაქის ღერძზე დაწოლის ძალა.
- 4) (2 ქულა) განსაზღვრეთ რა დროის შემდეგ იქნებიან სხეულები ერთ სიმაღლეზე და რისი ტოლი იქნება ამ მომენტში მათი სიჩქარე.

ამოხსნა:

1) $3mg - T = 3ma$, $T - mg = ma \Rightarrow a = g/2$ 2) ერთ-ერთ ზედა განტოლებაში აჩქარების გამოსახულების ჩასმის შემდეგ მიიღება, რომ $T = 1,5mg$

3) $F_{დაწ} = 2T = 3mg$

4) სხეულები ერთ სიმაღლეზე იქნებიან $S = h/2$ მანძილის გავლის შემდეგ, ამიტომ

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1 \text{ ქულა})$$

$$v = \sqrt{2aS} = \sqrt{\frac{gh}{2}} \quad (1 \text{ ქულა})$$

3. (5 ქულა) F ფოკუსური მანძილის მქონე შეშეკრები ლინზის მთავარ ოპტიკურ ღერძზე ლინზისაკენ თანაბრად v სიჩქარით მოძრაობს სინათლის წერტილოვანი წყარო. განსაზღვრეთ წყაროს გამოსახულების მყისი სიჩქარე იმ მომენტში, როცა ლინზიდან წყაროს დაშორება 3F-ის ტოლი იქნება.

ამოხსნა:

მოცემულ მომენტში ლინზიდან საგნამდე მანძილი იყოს d, ლინზიდან გამოსახულებამდე f, ხოლო გამოსახულების მყისი სიჩქარე u. ძალიან მცირე Δt დროის შემდეგ ლინზიდან საგნამდე მანძილი იქნება d-vΔt, ხოლო ლინზიდან გამოსახულებამდე f+uΔt. **(1 ქულა)**

ლინზის ფორმულის თანახმად გვაქვს:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \cdot \quad \frac{1}{d-v\Delta t} + \frac{1}{f+u\Delta t} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{d-v\Delta t} - \frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{f+u\Delta t} \Rightarrow \frac{v}{d(d-v\Delta t)} = \frac{u}{f(f+u\Delta t)}$$

(1 ქულა)

მიღებული ფორმულა მით უფრო ზუსტია, რაც უფრო მცირეა Δt. ზუსტი ეს ფორმულა გახდება, როცა Δt=0 **(1 ქულა)**. ამრიგად მიიღება, რომ

$$\frac{v}{d^2} = \frac{u}{f^2} \Rightarrow u = \frac{vf^2}{d^2}$$

(1 ქულა)

რდაგან d=3F-ს, ლინზის ფორმულის გამოყენებით მიიღება, რომ f=3F/2 და საბოლოოდ u=v/4. **(1 ქულა)**

4. (5 ქულა) m და $2m$ მასის მცირე ზომის ერთი ნიშნით დამუხტული ორი ბურთულა დამაგრებულია ერთმანეთისაგან d მანძილზე. მათი ელექტრული ურთიერთქმედების ძალა F -ის ტოლია. ბურთულები გაათავისუფლეს. იპოვეთ m მასის ბურთულას სიჩქარე იმ მომენტში, როდესაც ბურთულებს შორის მანძილი გახდება $3d$ -ს ტოლი.

ამოხსნა:

m მასის ბურთულას შეეძინა სიჩქარე აღვნიშნოთ v -თი, ხოლო $2m$ მასის – u -თი.

იმპულსის მუდმივობის კანონის თანახმად $mv=2mu$, საიდანაც $u=v/2$. (1 ქულა)

ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად

$$\frac{kq_1q_2}{d} = \frac{kq_1q_2}{3d} + \frac{mv^2}{2} + \frac{2mu^2}{2}$$

(1 ქულა)

$u=v/2$ -ს შეტანის შემდეგ მიიღება, რომ

$$v = \sqrt{\frac{8kq_1q_2}{9md}}$$

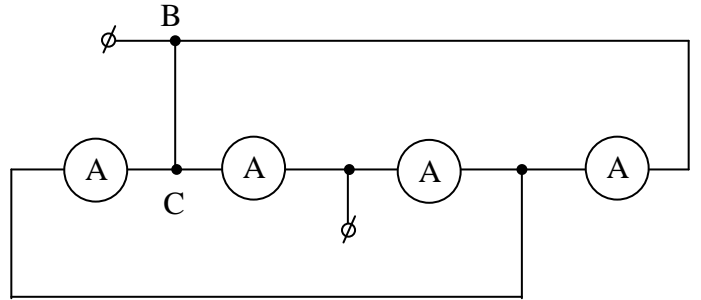
(1 ქულა)

რადგანაც $F = \frac{kq_1q_2}{d^2}$, ამიტომ $kq_1q_2 = Fd^2$ (1 ქულა) და საბოლოოდ

$$v = \sqrt{\frac{8Fd}{9m}}$$

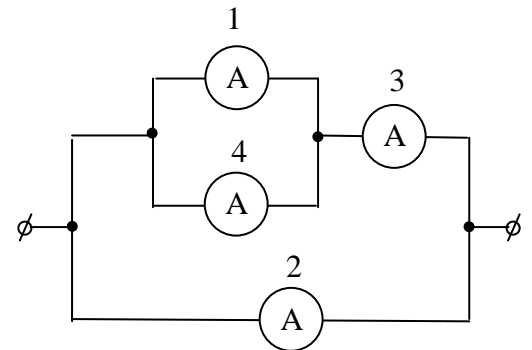
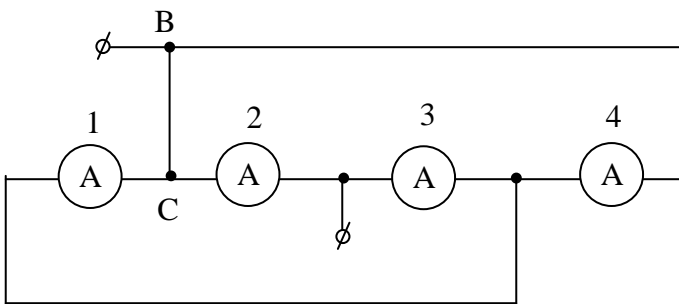
(1 ქულა)

5. (5 ქულა) ნახატზე გამოსახულ სქემაში ყველა ამპერმეტრი ერთნაირია. მომჭერებზე მოსდეს მცირე ძაბვა. ამპერმეტრების ჩვენებათა ჯამი აღმოჩნდა 49 მა. განსაზღვრეთ დენის ძალა BC მავთულში. მავთულების წინაღობა ბევრად ნაკლებია ამპერმეტრების წინაღობასთან შედარებით.



ამოხსნა:

გადავწომოთ ამპერმეტრები მარცხნიდან მარჯვნივ. დავხაზოთ ეკვივალენტური სქემა იმის გათვალისწინებით, რომ B და C წერტილები შეგვიძლია დავამთხვიოთ ერთმანეთს.



(1 ქულა)

პირველი სქემიდან ჩანს, რომ საძებნი დენის ძალაა $I_{BC}=I_1+I_2$. (1 ქულა)

მეორე სქემაში $I_1=I_4=I$, $I_3=I_1+I_4=2I$. (1 ქულა)

დავწეროთ მომჭერებზე ძაბვისათვის ორი გამოსახულება:

$$U=I_1r+I_3r=3Ir \quad U=I_2r \quad (\text{აქ } r \text{ თითოეული ამპერმეტრის წინაღობაა)}$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ $I_2=3I$. (1 ქულა)

პირობის თანახმად $I_1+I_2+I_3+I_4=49$ მა ანუ $7I=49$ მა, საიდანაც $I=7$ მა.

საბოლოოდ, $I_{BC}=I_1+I_2=4I=28$ მა. (1 ქულა)

1. (5 ქულა) ნახატზე ნაჩვენებია X დერძზე მოძრავი m და $2m$ მასის სხეულების სიჩქარის გეგმილების დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები.

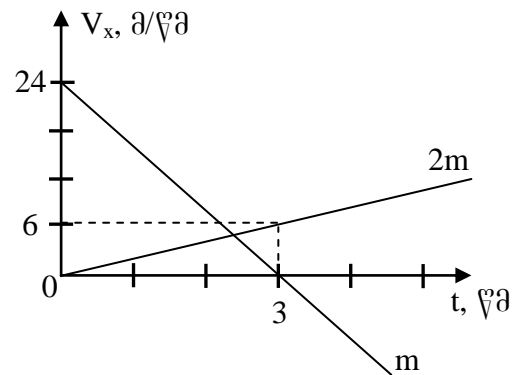
ამ მონაცემებზე დაყრდნობით გამოთვალეთ:

1) (1 ქულა) სხეულების ფარდობითი სიჩქარე $t = 2$ წმ მომენტში.

2) (1 ქულა) სხეულებზე მოქმედი ძალების შეფარდება F_m/F_{2m} .

3) (1 ქულა) მანძილი სხეულებს შორის $t = 3$ წმ მომენტში, თუ საწყისი მანძილი მათ შორის ნულის ტოლი იყო.

4) (2 ქულა) დროის რომელ t მომენტში გახდება სხეულთა სისტემის სრული იმპულსი ნულის ტოლი.



ამოხსნა:

1) გრაფიკებიდან, სამკუთხედების მსგავსების გამოყენებით ადვილად მიიღება, რომ $t = 2$ წმ მომენტში m მასის სხეულის სიჩქარის გეგმილია $v_{1x} = 8$ მ/წმ, ხოლო $2m$ მასის სხეულის სიჩქარის გეგმილია $v_{2x} = 4$ მ/წმ.

$t = 2$ წმ მომენტში სხეულების ფარდობითი სიჩქარეა $v_{ფარდ} = v_{1x} - v_{2x} = 4$ მ/წმ.

2) m მასის სხეულის აჩქარების გეგმილია $a_{1x} = (-24)/3 = (-8)$ (მ/წმ²), ხოლო $2m$ მასის სხეულის აჩქარების გეგმილია $a_{2x} = 6/3 = 2$ (მ/წმ²).

$$F_m/F_{2m} = m|a_{1x}|/2m a_{2x} = 2$$

3) ჩავთვალოთ სხეულების საწყისი კოორდინატი ნულის ტოლად. მაშინ მათი კოორდინატები დროის ნებისმიერ მომენტში განისაზღვრება ფორმულებით:

$$x_1 = 24t - 4t^2, \quad x_2 = t^2 \quad (\text{SI ერთეულებში})$$

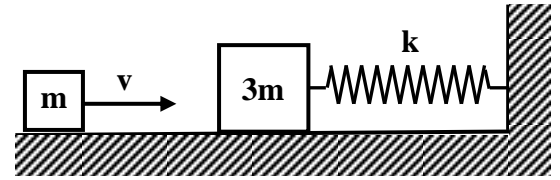
$t = 3$ წმ მომენტში მათი კოორდინატებია $x_1 = 36$ მ და $x_2 = 9$ მ. ამ მომენტში სხეულებს შორის მანძილია $S = x_1 - x_2 = 27$ მ.

4) m მასის სხეულის სიჩქარის გეგმილი დროის ნებისმიერ მომენტში განისაზღვრება ფორმულით: $v_{1x} = 24 - 8t$ (SI ერთეულებში), ხოლო $2m$ მასის სხეულის სიჩქარის გეგმილია $v_{2x} = 2t$ (SI ერთეულებში) (1 ქულა)

$m v_{1x} + 2m v_{2x} = 0 \Rightarrow v_{1x} + 2v_{2x} = 0$. სიჩქარეების გამოსახულებების ჩასმა გვაძლევს: $24 - 8t + 4t = 0$, საიდანაც $t = 6$ წმ. (1 ქულა)

2. (5 ქულა) $3m$ მასის ძელაკი k სიხისტის ჰორიზონტალური ზამბარით მიმაგრებულია კედელთან (იხ. ნახ.).

თავდაპირველად ძელაკი უძრავია, ხოლო ზამბარა არაა დეფორმირებული. ამ ძელაკს ეჯახება და ეწებება ზამბარის გასწვრივ v სიჩქარით მოძრავი m მასის მეორე ძელაკი. ხახუნი ჰორიზონტალურ ზედაპირთან და ჰაერთან უგულებელყავით.



- 1) (1 ქულა) განსაზღვრეთ ძელაკების სიჩქარე უშუალოდ დაჯახების შემდეგ.
- 2) (1 ქულა) განსაზღვრეთ ზამბარის მაქსიმალური შეკუმშვა.
- 3) (1 ქულა) განსაზღვრეთ, დაჯახების მომენტიდან რა დროში შეიკუმშება ზამბარა მაქსიმალურად.
- 4) (1 ქულა) განსაზღვრეთ, საწყისი მექანიკური ენერჯის რა ნაწილი გარდაიქმნა დაჯახებისას სითბურ ენერჯიად.
- 5) (1 ქულა) განსაზღვრეთ, რამდენი გრადუსით გათბა ძელაკები, თუ მათი ნივთიერების კუთრი სითბოტევადობაა c .

ამოხსნა:

1. ძელაკების დაჯახების პროცესში მუდმივია იმპულსი, ამიტომ $mv=4mu \Rightarrow u=v/4$

2. ზამბარის შეკუმშვის პროცესში მუდმივია მექანიკური ენერჯია, ამიტომ

$$\frac{4mu^2}{2} = \frac{kx_{\max}^2}{2} \Rightarrow x_{\max} = u \sqrt{\frac{4m}{k}}$$

წინა დავალების პასუხის გათვალისწინებით მიიღება, რომ

$$x_{\max} = v \sqrt{\frac{m}{4k}}$$

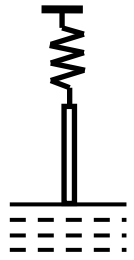
3. დაჯახების შემდეგ ზამბარაზე მიმაგრებული სხეულები ასრულებენ ჰარმონიულ რხევას, რომლის პერიოდია $T = 2\pi \sqrt{\frac{4m}{k}} = 4\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

საძებნი დრო არის წონასწორობიდან მაქსიმალური გადახრის დრო, რომელიც პერიოდის მეოთხედის ტოლია: $t = \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$$4. \quad Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{4mu^2}{2} = \frac{3mv^2}{8}, \quad \frac{Q}{E_{\text{საწყ}}}} = \frac{3}{4}$$

$$5. \quad Q=4mc\Delta t \Rightarrow \Delta t=Q/4mc=3v^2/32c$$

3. (5 ქულა) k სიხისტის ზამბარაზე ჩამოკიდებულია ერთგვაროვანი ღერო, რომლის მასაა m , ხოლო განივკვეთის ფართობი – S . წონასწორობაში ღეროს ქვედა ბოლო ეხება წყლის ზედაპირს (იხ. ნახ.). იპოვეთ სისტემის მცირე რხევების პერიოდი. წყლის სიმკვრივეა ρ , თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g .



ამოხსნა:

ღერო ნახევარ რხევას ასრულებს ჰაერში. ამ დროს მუშაობს რხევის პერიოდის ფორმულა

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

(1 ქულა)

მეორე ნახევარ რხევას ღერო ასრულებს წყალში. გამოვიყენოთ რხევის პერიოდის ფორმულა ამ შემთხვევაში:

წონასწორობაში სიმძიმის ძალა გაწონასწორებულია დრეკადობის ძალით. წონასწორობიდან x -ით გადახრისას ჩნდება წონასწორობაში დამაბრუნებელი დამატებითი ძალა $\rho g S x$, რომელიც გადახრის პროპორციულია (1 ქულა)

$$F = kx + \rho g S x = (k + \rho g S)x$$

ძალა ისეთია, თითქოს ღერო ეკიდოს $(k + \rho g S)$ ეფექტური სიხისტის ზამბარაზე (1 ქულა) და ირხეოდეს ჰაერში, ამიტომ

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k + \rho g S}}$$

(1 ქულა)

ღეროს რხევის პერიოდია

$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \pi \sqrt{\frac{m}{k + \rho g S}}$$

(1 ქულა)

4. (5 ქულა) m და $2m$ მასის მცირე ზომის ერთი ნიშნით დამუხტული ორი ბურთულა დამაგრებულია ერთმანეთისაგან d მანძილზე. მათი ელექტრული ურთიერთქმედების ძალა F -ის ტოლია. ბურთულები გაათავისუფლეს. იპოვეთ m მასის ბურთულას სიჩქარე იმ მომენტში, როდესაც ბურთულებს შორის მანძილი გახდება $3d$ -ს ტოლი.

ამოხსნა:

m მასის ბურთულას შექცენილი სიჩქარე აღვნიშნოთ v -თი, ხოლო $2m$ მასის – u -თი. იმპულსის მუდმივობის კანონის თანახმად $mv=2mu$, საიდანაც $u=v/2$. (1 ქულა)
ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად

$$\frac{kq_1q_2}{d} = \frac{kq_1q_2}{3d} + \frac{mv^2}{2} + \frac{2mu^2}{2}$$

(1 ქულა)

$u=v/2$ -ს შეტანის შემდეგ მიიღება, რომ

$$v = \sqrt{\frac{8kq_1q_2}{9md}}$$

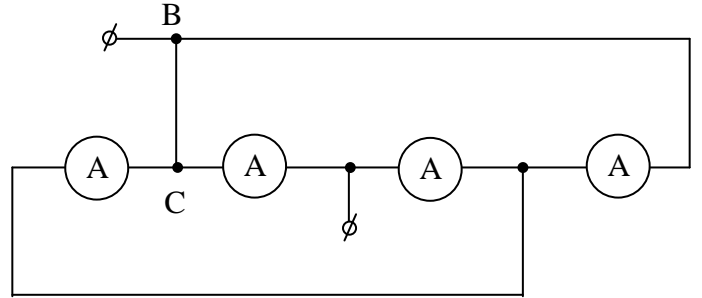
(1 ქულა)

რადგანაც $F = \frac{kq_1q_2}{d^2}$, ამიტომ $kq_1q_2 = Fd^2$ (1 ქულა) და საბოლოოდ

$$v = \sqrt{\frac{8Fd}{9m}}$$

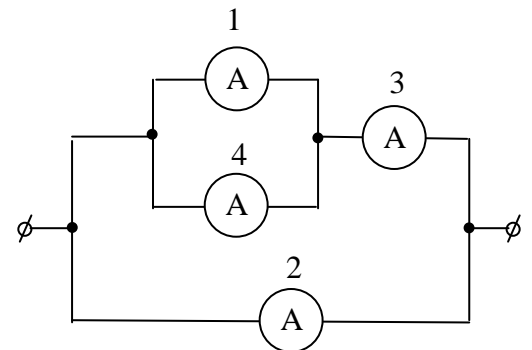
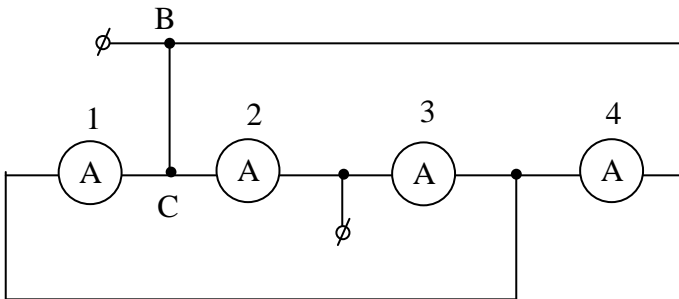
(1 ქულა)

5. (5 ქულა) ნახატზე გამოსახულ სქემაში ყველა ამპერმეტრი ერთნაირია. მომჭერებზე მოსდეს მცირე ძაბვა. ამპერმეტრების ჩვენებათა ჯამი აღმოჩნდა 49 მა. განსაზღვრეთ დენის ძალა BC მავთულში. მავთულების წინაღობა ბევრად ნაკლებია ამპერმეტრების წინაღობასთან შედარებით.



ამოხსნა:

გადავწომოთ ამპერმეტრები მარცხნიდან მარჯვნივ. დავხაზოთ ეკვივალენტური სქემა იმის გათვალისწინებით, რომ B და C წერტილები შეგვიძლია დავამთხვიოთ ერთმანეთს.



(1 ქულა)

პირველი სქემიდან ჩანს, რომ საძებნი დენის ძალაა $I_{BC}=I_1+I_2$. (1 ქულა)

მეორე სქემაში $I_1=I_4=I$, $I_3=I_1+I_4=2I$. (1 ქულა)

დავწეროთ მომჭერებზე ძაბვისათვის ორი გამოსახულება:

$$U=I_1r+I_3r=3Ir \quad U=I_2r \quad (\text{აქ } r \text{ თითოეული ამპერმეტრის წინაღობაა})$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ $I_2=3I$. (1 ქულა)

პირობის თანახმად $I_1+I_2+I_3+I_4=49$ მა ანუ $7I=49$ მა, საიდანაც $I=7$ მა.

საბოლოოდ, $I_{BC}=I_1+I_2=4I=28$ მა. (1 ქულა)