

დავალეები 1-30-ის პასუხები:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ა		x		x								x						
ბ	x							x	x	x								
გ			x											x				
დ						x	x				x		x			x		x
ე					x										x		x	

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ა				x		x		x				
ბ		x							x			
გ	x		x							x	x	
დ												
ე					x		x					x

დავალეები 1-30-ის შეფასების სქემა: ყოველი დავალეების სწორი პასუხი ფასდება 1 ქულით, ხოლო მცდარი პასუხი - 0 ქულით.

დავალება 31 (5 ქულა).

ბრტყელი ჰაერიანი კონდენსატორი მიუერთეს დენის წყაროს და შემდეგ ფირფიტებს შორის მანძილი 2-ჯერ გაზარდეს. შეუსაბამეთ ციფრებით დანომრილ ფიზიკურ სიდიდეებს ასოებით დანომრილი შესაძლო ცვლილებები.

- | | |
|-------------------------------------|-------------------|
| 1. კონდენსატორის ტევადობა | ა. შემცირდა 4-ჯერ |
| 2. კონდენსატორის მუხტი | ბ. შემცირდა 2-ჯერ |
| 3. ძაბვა კონდენსატორზე | გ. არ შეიცვალა |
| 4. ველის დამაბულობა კონდენსატორში | დ. გაიზარდა 2-ჯერ |
| 5. კონდენსატორის ენერგია | ე. გაიზარდა 4-ჯერ |
| 6. მიზიდულობის ძალა ფირფიტებს შორის | ვ. გაიზარდა 8-ჯერ |

	1	2	3	4	5	6
ა						x
ბ	x	x		x	x	
გ			x			
დ						
ე						
ვ						

მიღებული ქულა უდრის სწორი სვეტების რიცხვს მინუს ერთი. სწორი სვეტები ისეთია, როგორც მოყვანილ ცხრილშია. განსხვავებული სვეტები მცდარია.
(მაქს. 5 ქულა)

დავალება 32 (5 ქულა).

შეუსაბამეთ ციფრებით დანომრილ ფიზიკურ სიდიდეებს ასოებით დანომრილი განზომილებები, რომლებიც გამოსახულია SI სისტემის ძირითადი ერთეულებით. პასუხების ფურცელზე ცხრილის სათანადო უჯრებში დასვით ნიშანი X.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. მაგნიტური ველის ინდუქცია | ა. $\text{ა}^2 \cdot \text{წმ}^4 / \text{კგ} \cdot \text{მ}^2$ |
| 2. მაგნიტური ნაკადი | ბ. $\text{ა}^2 \cdot \text{წმ}^4 / \text{კგ} \cdot \text{მ}^3$ |
| 3. ინდუქციურობა | გ. $\text{კგ} \cdot \text{მ}^2 / \text{ა} \cdot \text{წმ}^3$ |
| 4. ელექტროტევადობა | დ. $\text{კგ} / \text{ა} \cdot \text{წმ}^2$ |
| 5. ϵ_0 ელექტრული მუდმივა | ე. $\text{კგ} \cdot \text{მ}^2 / \text{ა} \cdot \text{წმ}^2$ |
| 6. ელექტრული ძაბვა | ვ. $\text{კგ} \cdot \text{მ}^2 / \text{ა}^2 \cdot \text{წმ}^2$ |

	1	2	3	4	5	6
ა				x		
ბ					x	
გ						x
დ	x					
ე		x				
ვ			x			

მიღებული ქულა უდრის სწორი სვეტების რიცხვს მინუს ერთი. სწორი სვეტები ისეთია, როგორც მოყვანილ ცხრილშია. განსხვავებული სვეტები მცდარია.
(მაქს. 5 ქულა)

დავალება 33 (2 ქულა).

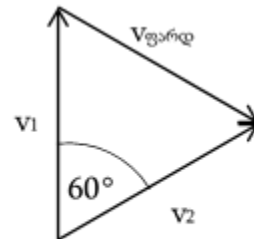
დედამიწის ზედაპირიდან ორი სხეული ერთდროულად გაისროლეს ერთი და იმავე ადგილიდან ტოლი, $v_1=v_2=20$ მ/წმ სიჩქარეებით, ერთი ვერტიკალურად ზევით, მეორე კი ჰორიზონტისადმი 30° კუთხით. განსაზღვრეთ მანძილი სხეულებს შორის გასროლიდან 1 წმ-ის შემდეგ.

ამოხსნა:

მოცემული მონაცემებით ჰაერის წინააღმდეგობის ძალას ვერ გავითვალისწინებთ, ამიტომ ის უგულებელვყოთ. რადგან სხეულებს ექნებათ ტოლი აჩქარებები, ამიტომ ისინი ერთმანეთის მიმართ თანაბრად მოძრაობენ. ვიპოვოთ ერთი სხეულის $v_{\text{ფარდ}}$ სიჩქარე მეორის მიმართ ვექტორების გამოკლების წესის გამოყენებით:

ნახატზე ვხვდავთ, რომ სამკუთხედი ტოლგვერდაა და ამიტომ $v_{\text{ფარდ}}=20$ მ/წმ.

სხეულებს შორის მანძილი იქნება $s=v_{\text{ფარდ}}t=20$ მ.



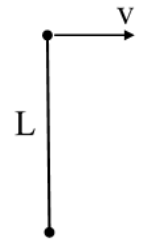
შეფასების სქემა:

სრული ამოხსნა - 2 ქულა

თუ სრულად არაა ამოხსნილი, მაგრამ ნათქვამია, რომ სხეულები ერთმანეთის მიმართ თანაბრად მოძრაობენ ან შემოტანილია კოორდინატთა სისტემა და მოყვანილია სხეულებს შორის მანძილის ფორმულა და ერთ-ერთი სხეულის კოორდინატების ფორმულები ან არ არის მანძილის ფორმულა, მაგრამ მოყვანილია ორივე სხეულის კოორდინატის ფორმულები - 1 ქულა

დავალება 34 (3 ქულა).

გლუვ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე დევს L სიგრძის უმასო ღეროთი შეერთებული ორი ერთნაირი პატარა ბურთულა. ერთ-ერთ ბურთულას ბიძგით მიანიჭეს ღეროს მართობული და ზედაპირის პარალელური v სიჩქარე (იხ. ნახ.). განსაზღვრეთ ამის შემდეგ:



- 1) სისტემის მასათა ცენტრის სიჩქარე;
- 2) თითოეული ბურთულას სიჩქარის მოდული მასათა ცენტრთან ერთად გადატანითად მოძრავ ათვლის სისტემაში;
- 3) ღეროს ბრუნვის კუთხური სიჩქარე.

ამოხსნა:

- 1) რადგან v ვექტორი მიმართულია ღეროს მართობულად და ღერო უმასოა, მეორე ბურთულას საწყისი სიჩქარე ნულის ტოლი იქნება. შესაბამისად, ღეროს შუა წერტილის (ანუ ბურთულების მასათა ცენტრის) საწყისი სიჩქარე არის $v/2$ და მიმართულია მარჯვნივ. მასათა ცენტრის სიჩქარე უცვლელი დარჩება ღეროს და ბურთულების შემდგომი მოძრაობისასაც (1 ქულა).
- 2) ხსენებულ ათვლის სისტემაში გადასვლისას სიჩქარის ყველა ვექტორს დაემატება მარცხნივ მიმართული მოდულით $(v/2)$ -ის ტოლი ვექტორი. ამიტომ ამ სისტემაში ბურთულების საწყისი სიჩქარეები მოდულით $(v/2)$ -ის ტოლი იქნება (პირველის სიჩქარე მიმართული მარჯვნივ, მეორისა - მარცხნივ). შესაბამისად, მათი მასათა ცენტრი იქნება უძრავი და, ცხადია, დარჩება უძრავი ბურთულების შემდგომი მოძრაობისას - კერძოდ კი ბურთულები მოდულით $(v/2)$ -ის ტოლი სიჩქარით იბრუნებენ ამ უძრავი ცენტრის გარშემო საათის ისრის მიმართულებით (1 ქულა).
- 3) ბურთულების ბრუნვის კუთხური სიჩქარეა $\omega = (v/2) / (L/2) = v/L$. ცხადია, ასეთივე კუთხური სიჩქარით იბრუნებს მთლიანად ღეროც (1 ქულა).

მოვიყვანოთ მკაცრი ამოხსნაც:

$$Ft = 2mv_c \quad (\text{მასათა ცენტრის მოძრაობის განტოლება})$$

$$F \frac{L}{2} t = 2m \left(\frac{L}{2} \right)^2 \omega \quad (\text{მომენტების განტოლება})$$

აქ F ბურთულაზე მოქმედი ძალაა, t ძალის მოქმედების მცირე დროა, v_c მასათა ცენტრის სიჩქარეა, ω შექმნილი კუთხური სიჩქარეა.

$$\text{აქედან მიიღება, რომ } v_c = \omega \cdot \frac{L}{2}.$$

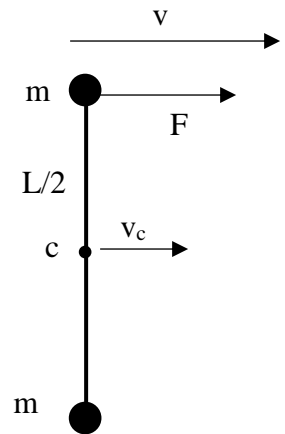
ნახატზე გამოსახული ზედა ბურთულას სიჩქარისათვის მივიღებთ, რომ

$$v = v_c + \omega \cdot \frac{L}{2}$$

აქედან მიიღება ამოცანის პასუხები.

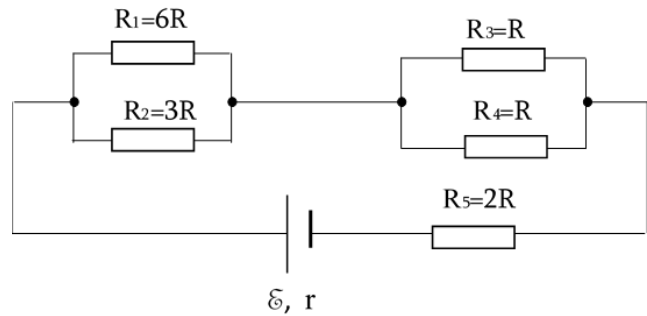
შევნიშნოთ, რომ მეორე ბურთულას შექმნილი სიჩქარე ნულის ტოლია:

$$v_2 = v_c - \omega \cdot \frac{L}{2} = 0$$



დავალება 35 (5 ქულა).

ნახატზე გამოსახულ სქემაში დენის წყაროს ემ ძალაა \mathcal{E} , წყაროს შიგა წინაღობაა $r=0,5R$. განსაზღვრეთ:



- 1) გარე წრედის წინაღობა;
- 2) ძაბვა მეხუთე რეზისტორზე;
- 3) მეორე და მეოთხე რეზისტორებში დენის ძალების I_2/I_4 შეფარდება;
- 4) პირველ და მესამე რეზისტორებში სიმძლავრეების P_1/P_3 შეფარდება;
- 5) t დროში დენის წყაროს დახარჯული ენერგია.

ამოხსნა:

1) პირველ რიგში ვიპოვოთ (R_1, R_2) და (R_3, R_4) პარალელური უბნების წინაღობები. ისინი უდრის შესაბამისად $R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2R$ და $R'' = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 0,5R$, ხოლო გარე წრედის წინაღობაა $R_g = 2R + 0,5R + 2R = 4,5R$ (1 ქულა).

2) წყაროში გამავალი დენის ძალაა $I = \mathcal{E}/(r + R_g) = \mathcal{E}/5R$, ამიტომ საძიებელი ძაბვა იქნება $U_5 = 2R \cdot \mathcal{E}/5R = 0,4 \mathcal{E}$ (1 ქულა).

ახლა ვიპოვოთ, რა ძაბვებია მოდებული თითოეული პარალელური უბნის ბოლოებზე. გვაქვს $U' = 2R \cdot \mathcal{E}/5R = 0,4 \mathcal{E}$; $U'' = 0,5R \cdot \mathcal{E}/5R = 0,1 \mathcal{E}$. ამიტომ

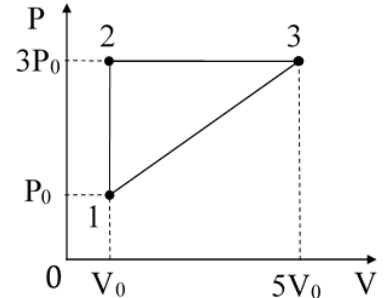
3) $I_2/I_4 = (U' / 3R) / (U'' / R) = 4/3$ (1 ქულა) და

4) $P_1/P_3 = ((U')^2 / 6R) / ((U'')^2 / R) = 8/3$ (1 ქულა).

5) წყაროს მიერ t დროში დახარჯული ენერგიაა $E = \mathcal{E}It = \mathcal{E}^2 t / 5R$ (1 ქულა).

დავალება 36 (5 ქულა).

სითბურ ძრავაში სრულდება ნახატზე გამოსახული 1-2-3-1 ციკლური პროცესი. მუშა სხეული ერთატომიანი იდეალური აირია. P_0 წნევა და V_0 მოცულობა ცნობილი სიდიდეებია. განსაზღვრეთ:



- 1) 2-3 პროცესის დროს აირის მიერ შესრულებული მუშაობა;
- 2) 1-2-3-1 ციკლური პროცესის დროს აირის მიერ შესრულებული მუშაობა;
- 3) 1-2 პროცესის დროს აირის მიერ მიღებული სითბოს რაოდენობა;
- 4) 2-3 პროცესის დროს აირის მიერ მიღებული სითბოს რაოდენობა;
- 5) სითბური ძრავას მარგი ქმედების კოეფიციენტი.

ამოხსნა:

1) $A_{23} = 3P_0(5V_0 - V_0) = 12P_0V_0$ (1 ქულა).

2) 1-2-3-1 ციკლური პროცესის დროს აირის მუშაობა რიცხობრივად 1-2-3-1 სამკუთხედის ფართობის ტოლია: $A_{1231} = \frac{1}{2}(3P_0 - P_0)(5V_0 - V_0) = 4P_0V_0$ (1 ქულა).

3) ერთატომიანი აირის შინაგანი ენერგია $U = \frac{3}{2}PV$ ფორმულით გამოითვლება. 1-2 პროცესის დროს აირის მოცულობა არ იცვლება და მისი მუშაობა ნულის ტოლია. შესაბამისად გვაქვს $Q_{12} = \Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}(3P_0V_0 - P_0V_0) = 3P_0V_0$ (1 ქულა).

4) 2-3 პროცესის დროს აირის მიერ შესრულებული მუშაობა უკვე ნაპოვნია. ამიტომ $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}(15P_0V_0 - 3P_0V_0) + 12P_0V_0 = 30P_0V_0$ (1 ქულა).

5) ძრავას მქვ განისაზღვრება აირის მიერ ერთი ციკლის განმავლობაში შესრულებული მუშობის (ანუ $A_{1231} = 4P_0V_0$ -ის) შეფარდებით მიღებულ სითბოს რაოდენობასთან. შევნიშნოთ, რომ 3-1 პროცესის დროს აირი სითბოს გასცემს და, შესაბამისად, ერთ ციკლში მიღებული სითბოს რაოდენობა Q_{12} -სა და Q_{23} -ის ჯამის, ანუ $33P_0V_0$ -ის ტოლი იქნება. ამიტომ ამ ძრავას მქვ $\eta = \frac{4}{33}$ (1 ქულა).

დავალება 37 (2 ქულა).

(2) 37. განსაზღვრეთ, რა კანონით იცვლება დროის განმავლობაში X ღერძზე მოძრავი m მასის სხეულზე მოქმედი ძალის F_x გეგმილი, თუ კოორდინატი იცვლება შემდეგი კანონით: $x = A \sin \omega t$, სადაც A და ω მუდმივი სიდიდეებია.

ამოხსნა:

ძალის გეგმილისთვის ნიუტონის მეორე კანონის თანახმად გვაქვს $F_x = ma_x$, სადაც აჩქარების გეგმილი a_x უნდა ვიპოვოთ x კოორდინატის დროით ორჯერ გაწარმოებით. პირველი წარმოებულისთვის ანუ სიჩქარისთვის მივიღებთ $\dot{x} = A \omega \cos \omega t$ (1 ქულა), მეორისთვის კი $a_x = \ddot{x} = -A \omega^2 \sin \omega t$ (1 ქულა). საბოლოოდ ძალის დროზე დამოკიდებულებისთვის გვექნება $F_x = -m A \omega^2 \sin \omega t$.

დავალება 38 (3 ქულა).

განსაზღვრეთ, რა კანონით იცვლება დროის განმავლობაში X ღერძზე მოძრავი სხეულის x კოორდინატი, თუ საწყისი კოორდინატია x_0 და სიჩქარის გეგმილი იცვლება შემდეგი კანონით:

- 1) $v_x = At^2$, სადაც A მუდმივი სიდიდეა;
- 2) $v_x = A \cos \omega t$, სადაც A და ω მუდმივი სიდიდეებია;
- 3) $v_x = A \sin \omega t$, სადაც A და ω მუდმივი სიდიდეებია.

ამოხსნა:

სამივე შემთხვევაში კოორდინატი უნდა ვიპოვოთ v_x -ის ინტეგრებით საწყისი პირობის გათვალისწინებით, ანუ შემდეგი ფორმულით:

$$x = x_0 + \int_0^t v_x dt.$$

გვაქვს

- 1) $x = x_0 + \int_0^t A t^2 dt = x_0 + \frac{1}{3} A t^3$ (1 ქულა).
- 2) $x = x_0 + \int_0^t A \cos \omega t dt = x_0 + \frac{A \sin \omega t}{\omega}$ (1 ქულა).
- 3) $x = x_0 + \int_0^t A \sin \omega t dt = x_0 + \frac{A - A \cos \omega t}{\omega}$ (1 ქულა).