

ფაცულტეტი	საინჟინრო ტექნიკური
დეპარტამენტი	ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის
სპეციალობა	ელექტრული ინჟინერია ჯვ. 6B211-23, 6B212-23
საგანი	ტექნიკური ელექტრომექანიკისა და ელექტროდინამიკის საფუძვლები
პედაგოგი	ზ. მარდალეიშვილი
გამოცდის სახე	დასკვნითი
სემესტრი	სწავლების მე-5 სემესტრი

	შეკითხვის, დავალების, საკითხის ან ტესტის შინაარსი	ტესტის შემთხვევაში ჩაწერეთ წერტილით გამოყოფილი პასუხები
1.	დანაკარგები მაგნიტურ სისტემაში ანუ ეგრეთწოდებული უქმი სვლის დანაკარგები, შედგებიან:	გრიგალურ დენებზე და ჰისტერეზისზე დანაკარგებისაგან, რომლებიც წარმოიშვება ფოლადის გულანაში მთავარი მაგნიტური ნაკადის, დროის მიხედვით ცვალებადობის პროცესში. გრიგალურ დენებზე დანაკარგებისაგან, რომლებიც წარმოიშვება ფოლადის გულანაში მთავარი მაგნიტური ნაკადის, დროის მიხედვით ცვალებადობის პროცესში. ჰისტერეზისზე დანაკარგებისაგან, რომლებიც წარმოიშვება ფოლადის გულანაში მთავარი მაგნიტური ნაკადის, დროის მიხედვით ცვალებადობის პროცესში.
2.	დანაკარგები მაგნიტურ სისტემაში ანუ ეგრეთწოდებული უქმი სვლის დანაკარგები:	დაახლოებით პროპორციულია ინდუქციის კვადრატისა. პროპორციულია დენის ძალის კვადრატისა. პროპორციულია წინაღობის კვადრატისა.
3.	დატვირთვის დანაკარგები ანუ ეგრეთწოდებული მოკლედ შერთვის დანაკარგები:	ამ ჯგუფში ძირითად დანაკარგებს წარმოადგენს გრაგნილებში და გამომყვანებში ჯოულის დანაკარგები. ამავე ჯგუფს ეკუთვნის დამატებითი დანაკარგები გრაგნილებში, გამომყვანებში, ავზის კედლებში, გულანაში რომლებიც განპირობებულია ფანტვის ველით. ძირითად დანაკარგებს წარმოადგენს გრაგნილებში და გამომყვანებში ჯოულის დანაკარგები, დანაკარგები გამომყვანებში, ავზის კედლებში, რომლებიც განპირობებულია ფანტვის ველით. ამ ჯგუფში ძირითად დანაკარგებს წარმოადგენს გრაგნილებში და გამომყვანებში ჯოულის დანაკარგები, ამავე ჯგუფს ეკუთვნის დამატებითი დანაკარგები გულანაში რომლებიც განპირობებულია ფანტვის ველით.

4.	<p>ტრანსფორმატორის გულანას დამაგნიტების ღროს, მთავარი მაგნიტური ნაკადი დამამაგნიტებელ ძალასთან დაკავშირებულია შემდეგი ფორმულით:</p> <p>( სადაც <math>B</math> და <math>H</math> — გულანაში არეს ინდუქცია და დაძაბულობაა, <math>S_c</math>-გულანის აქტიური კვეთია, <math>L</math>-ინდუქციურობა)</p>	$F = BS_c = \mu\mu_0 HS_{c\perp}$ $F = B/S_c = \mu\mu_0 H/S_c .$ $F = H/S_c = \mu\mu_0 H/S_c .$ $F = BL S_c = \mu\mu_0 HLS_c .$
5.	<p>ტრანსფორმატორის ინდუქციურობა მოკლედ შერთვისას წარმოადგენს ფანტვის ინდუქციურობას, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს ფანტვის მაგნიტური არეს ენერგიის გამოსახულებიდან:</p>	$W = \frac{Li^2}{2} = \frac{1}{2} \int BH dV_{\perp}$ $W = \frac{i^2}{2L} = \frac{1}{2} \int BH dV .$ $W = \frac{L}{2i^2} = \frac{1}{2} \int BH dV .$
6.	<p>სამგრავნილიანი ტრანსფორმატორისათვის, თუ გრავნილი 1 მიერთებულია ცვლადი დენის წყაროსთან, ხოლო გრავნილებთან 2 და 3 მიერთებულია დატვირთები, მაშინ პირველი გრავნილისათვის შეიძლება დავწეროთ ე. მ. ძ.-ის შემდეგი განტოლება:</p>	$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M_{12} \frac{di_2}{dt} + M_{13} \frac{di_3}{dt} + i_1 r_{1\perp}$ $u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M_{12} \frac{di_2}{dt} + M_{13} \frac{di_3}{dt} .$ $u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M_{12} \frac{di_2}{dt} + i_1 r_1 .$ $u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M_{13} \frac{di_3}{dt} + i_1 r_1 .$
7.	<p>სამგრავნილიანი ტრანსფორმატორისათვის, თუ გრავნილი 1 მიერთებულია ცვლადი დენის წყაროსთან, ხოლო გრავნილებთან 2 და 3 მიერთებულია დატვირთები, მაშინ მეორე გრავნილისათვის შეიძლება დავწეროთ ე. მ. ძ.-ის შემდეგი განტოლება:</p>	$u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M_{21} \frac{di_1}{dt} - M_{23} \frac{di_3}{dt} - i_2 r_{2\perp}$ $u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M_{21} \frac{di_1}{dt} - M_{23} \frac{di_3}{dt} .$ $u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M_{21} \frac{di_1}{dt} - i_2 r_2 .$ $u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M_{23} \frac{di_3}{dt} - i_2 r_2 .$

8.	სამგრაგნილიანი ტრანსფორმატორისათვის, თუ გრაგნილი 1 მიერთებულია ცვლადი დენის წყაროსთან, ხოლო გრაგნილებთა 2 და 3 მიერთებულია დატვირთები, მაშინ მესამე გრაგნილისათვის შეიძლება დავწეროთ ე. მ. ძ.-ის შემდეგი განტოლება:	$u_3 = -L_3 \frac{di_3}{dt} - M_{32} \frac{di_3}{dt} - M_{31} \frac{di_1}{dt} - i_3 r_{3-}$ $u_3 = -L_3 \frac{di_3}{dt} - M_{32} \frac{di_3}{dt} - M_{31} \frac{di_1}{dt} .$ $u_3 = -L_3 \frac{di_3}{dt} - M_{32} \frac{di_3}{dt} - i_3 r_3 .$ $u_3 = -L_3 \frac{di_3}{dt} - M_{31} \frac{di_1}{dt} - i_3 r_3 .$
9.	სამგრაგნილიან ტრანსფორმატორში ძაბვის ვარდნის რეაქტიული მდგენელი დამოკიდებულია:	საკუთარ ინდუქციურობაზე, გრაგნილების განსახილველი წყვილის ურთიერთ ინდუქციურობაზე, თითოეული გრაგნილის და მესამე გრაგნილის ურთიერთ ინდუქციურობაზე, გრაგნილების განსახილველი წყვილის ურთიერთ ინდუქციურობაზე, თითოეული გრაგნილის და მესამე გრაგნილის ურთიერთ ინდუქციურობაზე. საკუთარ ინდუქციურობაზე, თითოეული გრაგნილის და მესამე გრაგნილის ურთიერთ ინდუქციურობაზე.
10.	ავტოტრანსფორმატორში მაგნიტური არეს საშუალებით გადაეცემა სიმძლავრე:	$P_\varphi = k\varphi I_1(\omega_1 - \omega_2) = k\varphi I_{12}\omega_{2-}$ $P_\varphi = k\varphi I_1(\omega_1 + \omega_2) = k\varphi I_{12}\omega_2 .$ $P_\varphi = k\varphi I_1 L(\omega_1 - \omega_2) = k\varphi I_{12} L\omega_2 .$
11.	ავტოტრანსფორმატორი შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც:	ერთგრაგნილიანი ტრანსფორმატორი, რომელიც როგორც წესი კონსტრუქციულად სრულდება ორი გრაგნილის სახით, რომლებიც შემდეგ ელექტრულად ერთდება. ორგრაგნილიანი ტრანსფორმატორი, რომელიც როგორც წესი კონსტრუქციულად სრულდება ორი გრაგნილის სახით, რომლებიც შემდეგ ელექტრულად ერთდება. სამგრაგნილიანი ტრანსფორმატორი, რომელიც როგორც წესი კონსტრუქციულად სრულდება ორი გრაგნილის სახით, რომლებიც შემდეგ ელექტრულად ერთდება.
12.	თუ სამფაზა ტრანსფორმატორში გამოვრთავთ ერთ ფაზას, მაშინ გრაგნილების შეერთების სქემის მიხედვით დარჩენილი ორი ფაზა ქმნის:	„ღია სამკუთხედს“ ან „ორსხივიან ვარსკვლავს“. მხოლოდ „ღია სამკუთხედს“. მხოლოდ „ორსხივიან ვარსკვლავს“.
13.	ტრანსფორმატორების ნორმალური პარალელური მუშაობისათვის საჭიროა:	ტრანსფორმატორების პირეელადი და მეორადი ნომინალური ძაბვების ტოლობა; გრაგნილების შეერთების ჯგუფების იგივეობა; მოკლედ შერთვის ძაბვების ტოლობა. ტრანსფორმატორების პირეელადი და მეორადი ნომინალური ძაბვების ტოლობა; გრაგნილების შეერთების ჯგუფების იგივეობა. ტრანსფორმატორების პირეელადი და მეორადი ნომინალური ძაბვების ტოლობა; მოკლედ შერთვის ძაბვების ტოლობა.
14.	დატვირთვის რყევის დრო., ქსელის საქირო ძაბვის შენარჩუნების მიზნით, ტრანსფორმატორებში	რეგულირება დამატებით გამომყვანების საშუალებით; რეგულირება გადამრთველის ხაშუალებით; ძაბვის რეგულირება დატვირთვის ქვეშ

	გათვალისწინებულია მეორადი ძაბვის რეგულირების შესაძლებლობა. არსებობს ასეთი რეგულირების საშუალებების რიგი:	<u>იანსენის სქემით; სქემა დენშემზღვავი რეაქტორით; დამატებითი ტრანსფორმატორები; ნორისის რეგულატორი; კოხი და შტერცელის ფირმის რეგულატორი.</u> რეგულირება დამატებით გამომყვანების საშუალებით; ძაბვის რეგულირება დატვირთვის ქვეშ იანსენის სქემით; სქემა დენშემზღვავი რეაქტორით; დამატებითი ტრანსფორმატორები; ნორისის რეგულატორი; კოხი და შტერცელის ფირმის რეგულატორი. რეგულირება დამატებით გამომყვანების საშუალებით; რეგულირება გადამრთველის ხაშუალებით; ძაბვის რეგულირება დატვირთვის ქვეშ იანსენის სქემით; სქემა დენშემზღვავი რეაქტორით; კოხი და შტერცელის ფირმის რეგულატორი.
15.	ტრანსფორმატორის მოკლედ შერთვის რეჟიმის გამოსაკვლევად გამოიყენება ტრანსფორმატორის ძირითადი დიფერენციალური განტოლებები, რომლებიც ამ შემთხვევაში ჩაიწერება შემდეგი სახით:	$L_1 \frac{dI_1}{dt} + M_{12} \frac{dI_2}{dt} + i_1 r_1 = u_1; L_2 \frac{dI_2}{dt} + M_{12} \frac{dI_1}{dt} + i_2 r_2 = 0.$ $L_1 \frac{dI_1}{dt} - M_{12} \frac{dI_2}{dt} - i_1 r_1 = u_1; L_2 \frac{dI_2}{dt} + M_{12} \frac{dI_1}{dt} + i_2 r_2 = 0.$ $L_1 \frac{dI_1}{dt} + M_{12} \frac{dI_2}{dt} + i_1 r_1 = u_1; L_2 \frac{dI_2}{dt} - M_{12} \frac{dI_1}{dt} - i_2 r_2 = 0.$ $L_1 \frac{dI_1}{dt} - M_{12} \frac{dI_2}{dt} - i_1 r_1 = u_1; L_2 \frac{dI_2}{dt} - M_{12} \frac{dI_1}{dt} - i_2 r_2 = 0.$
16.	ტრანსფორმატორის გრაგნილებს შიგნით გადაძვებისაგან დაცვის საშუალებებია:	<u>გრაგნილი შესავალი კოჭების გაძლიერებული იზოლაციით; ტევადური რგოლი; შემტანი გრაგნილის შუაში; გრაგნილის ფორმის შეცვლა; არამარეზონირებელი ტრანსფორმატორი; მეხმდგრალი ტრანსფორმატორი.</u> ტევადური რგოლი; შემტანი გრაგნილის შუაში; გრაგნილის ფორმის შეცვლა; არამარეზონირებელი ტრანსფორმატორი; მეხმდგრალი ტრანსფორმატორი. გრაგნილი შესავალი კოჭების გაძლიერებული იზოლაციით; არამარეზონირებელი ტრანსფორმატორი; მეხმდგრალი ტრანსფორმატორი.
17.	სპეციალურ ტრანსფორმატორებს განეკუთვნება:	<u>სამფაზა დენის ტრანსფორმირება ორფაზად; ტრანსფორმატორები ელექტროდუმელებისათვის; ტრანსფორმატორები რკალური ელექტროშედულებისათვის; სიხშირის გამსამებელი ტრანსფორმატორები; კასკადური სქემები.</u> ტრანსფორმატორები ელექტროდუმელებისათვის; ტრანსფორმატორები რკალური ელექტროშედულებისათვის; სიხშირის გამსამებელი ტრანსფორმატორები; კასკადური სქემები. სამფაზა დენის ტრანსფორმირება ორფაზად; ტრანსფორმატორები

		ელექტროლუმელებისათვის; ტრანსფორმატორები რკალური ელექტროშედულებისათვის; კასკადური სქემები.
18.	მუდმივი დენის გენერატორის ღუზის მომჭერებზე წარმოქმნილი ძაბვა გამოითვლება ფორმულით:	$U_\delta = E_\delta - I_{\varphi\delta} R_{\varphi\delta}$ $U_\delta = E_\delta + I_{\varphi\delta} R_\delta .$ $U_\delta = I_{\varphi\delta} R_\delta .$
19.	მუდმივი დენის გენერატორის გარე მახასიათებლის გამოსახულება უკუკავშირიანი სისტემისათვის ჩაიწერება შემდეგი სახით:	$U_\delta = \frac{K_b}{K_{\varphi\delta}(1+K_b)} U_{\varphi\delta} - \frac{I_{\varphi\delta} R_\delta}{1+K_b} ..$ $U_\delta = \frac{K_b}{K_{\varphi\delta}(1+K_b)} - \frac{I_{\varphi\delta} R_\delta}{1+K_b} .$ $U_\delta = \frac{K_b}{K_{\varphi\delta}(1+K_b)} U_{\varphi\delta} .$
20.	ელექტროამძრავის უკუკავშირიანი სისტემის მექანიკური მახასიათებელი გამოითვლება ფორმულით:	$\omega = \frac{K}{K_{\varphi\delta}(1+K)} U_{\varphi} - \frac{MR_{\varphi\delta}}{c_\delta^2(1+K)} .$ $\omega = \frac{K}{K_{\varphi\delta}(1+K)} - \frac{MR_{\varphi\delta}}{c_\delta^2(1+K)}$ $\omega = \frac{K}{K_{\varphi\delta}(1+K)} U_{\varphi} ..$
21.	მუდმივი დენის აგზნების წრედის ძაბვების წონასწორობის დიფერენციალური განტოლება ჩაიწერება შემდეგი სახით:	$U_{s\delta} = L \frac{dI_{s\delta}}{dt} + R_{s\delta} I_{s\delta} .$ $U_{s\delta} = I_{s\delta} \frac{dL}{dt} + R_{s\delta} I_{s\delta} ..$ $U_{s\delta} = I_{s\delta} \frac{dL}{dt} .$
22.	მუდმივი დენის გენერატორის გადამცემი ფუნქცია, როდესაც იგი მუშაობს დამაგნიტების მრუდის წრფივ უბანზე, ჩაიწერება ფორმულით:	$W(p) = \frac{K_\delta}{T_{s\delta} p + 1} ..$ $W(p) = \frac{K_\delta}{T_{s\delta} + 1} ..$ $W(p) = \frac{K_\delta}{p + 1} ..$

23.	<p>როდესაც განიხილება ტრანსფორმატორის მუშაობა ფოლადის გულარას გავლენის გათვალისწინების გარეშე გარეშე, ე. ი. ვთვლით, რომ მაგნიტურ ნაკადებსა და მათ შემემნელ დენებს შორის არსებობს სწორხაზოვანი დამოკიდებულება და ფოლადში დანაკარგები არ არის, მაშინ ტრანსფორმატორის პირველადი წრედისათვის დიფერენციალური განტოლება ჩაიწერება:</p>	$u_1 - L_1 \frac{di_1}{dt} - M_{13} \frac{di_2}{dt} = i_1 r_{1z}$ $u_1 - L_1 \frac{di_1}{dt} - M_{13} \frac{di_2}{dt} = 0 .$ $u_1 - L_1 \frac{di_1}{dt} - M_{13} = i_1 r_1 .$ $u_1 - M_{13} \frac{di_2}{dt} = i_1 r_1 .$
24.	<p>როდესაც განიხილება ტრანსფორმატორის მუშაობა ფოლადის გულარას გავლენის გათვალისწინების გარეშე გარეშე, ე. ი. ვთვლით, რომ მაგნიტურ ნაკადებსა და მათ შემემნელ დენებს შორის არსებობს სწორხაზოვანი დამოკიდებულება და ფოლადში დანაკარგები არ არის, მაშინ ტრანსფორმატორის მეორადი წრედისათვის დიფერენციალური განტოლება ჩაიწერება:</p>	$u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M_{31} \frac{di_1}{dt} - i_2 r_{2z}$ $u_2 = -M_{31} \frac{di_1}{dt} - i_2 r_2 .$ $u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - i_2 r_2 .$ $u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M_{31} \frac{di_1}{dt} .$
25.	<p>როდესაც ტრანსფორმატორის კვება ხდება პირველადი გრაგნილიდან, რეზულტატური დამამაგნიტებელი ძალა შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც პირველად გრაგნილში გამავალი დამამაგნიტებელი დენი <math>i_0</math> გამრავლებული <math>\omega_1</math> ხვიათა რიცხეზე, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:</p>	$i_0 \omega_1 = i_1 \omega_1 + i_2 \omega_{2z}$ $i_0 \omega_1 = i_1 \omega_1 - i_2 \omega_2 .$ $i_0 \omega_1 = i_1 \omega_1 + \omega_2 .$ $i_0 \omega_1 = \omega_1 + i_2 \omega_2 .$
26.	თვითინდუქციის ემდ გამოითვლება ფორმულით:	$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt}$ $\mathcal{E} = -L \frac{dB}{dt}$ $\mathcal{E} = -L \frac{dF}{dt}$ $\mathcal{E} = -L \frac{dH}{dt}$

27.	სოლენიდში მაგნიტური ველის ენერგია გამოითვლება ფორმულით:	$W_M = 0,5BHV.$ $W_M = 0,5FHV.$ $W_M = 0,5BLV.$ $W_M = 0,5BHL.$
28.	დამაგნიტების ვექტორი გამოითვლება ფორმულით:	$\vec{M} = (\Delta V)^{-1} \sum_{i=1}^N (\vec{P}_{Am})_{i..}$ $\vec{M} = (\Delta V)^{-1} \sum_{i=1}^N (IB)_{i..}$ $\vec{M} = (\Delta V)^{-1} \sum_{i=1}^N (BH_m)_{i..}$
29.	ჩაკეტილ კონტურზე ელექტრული ველის დაძაბულობის ცირკულაცია ტოლია:	$\oint E_l dl = -\frac{d\phi}{dt}.$ $\oint B dl = -\frac{d\phi}{dt}.$ $\oint H_l dl = -\frac{d\phi}{dt}.$ $\oint E_l dl = -\frac{dB}{dt}.$
30.	წანაცვლების დენის სიმკვრივის ვექტორი გამოითვლება ფორმულით:	$\vec{i} = \frac{d\vec{D}}{dt}.$ $\vec{i} = \frac{d\vec{D}}{dx}.$ $\vec{i} = \frac{d\vec{D}}{dy}.$ $\vec{i} = \frac{d\vec{D}}{dz}.$
31.	ძრავას ლილვიდან მუშა მანქანისათვის გადაცემული მთელი სიმძლავრე, როდესაც ინერციის მომენტი ცვლადი სიდიდეა, გამოითვლება ფორმულით:	$P_{\varphi} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{dt}.$ $P_{\varphi} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{dt} + m\rho^2.$ $P_{\varphi} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{dt} + M\omega. .$ $P_{\varphi} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{dt} + m\omega^2. .$
32.	მოძრაობის ძირითადი განტოლება, როდესაც ინერციის მომენტი ცვლადი სიდიდეა, ჩაიწერება ფორმულით:	$M = M_{b\varnothing} + M_{\varphi} = M_{b\varnothing} + J \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega}{2} \frac{dJ}{dt}. .$ $M = M_{b\varnothing} + M_{\varphi} = M_{b\varnothing} + \frac{\omega}{2} \frac{dJ}{dt}. .$ $M = M_{b\varnothing} + M_{\varphi} = J \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega}{2} \frac{dJ}{dt}. .$ $M = M_{b\varnothing} + M_{\varphi} = M_{b\varnothing} + J \frac{d\omega}{dt}.$

33.	მოძრაობის ძირითადი განტოლება, როდესაც ინერციის მომენტი მუდმივი სიდიდეა, ჩაიწერება ფორმულით:	$M = M_{b\dot{\vartheta} b\dot{\vartheta}} + M_{\varphi \varphi} = M_{b\dot{\vartheta} b\dot{\vartheta}} + J \frac{\omega}{2} \frac{dJ}{dt}.$ $M = M_{b\dot{\vartheta}} + M_{\varphi} = M_{b\dot{\vartheta}} + J \frac{\omega}{2} \frac{dJ}{dt}.$ $M = M_{b\dot{\vartheta}} + M_{\varphi} = J \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega}{2} \frac{dJ}{dt}.$ $M = M_{b\dot{\vartheta}} + M_{\varphi} = M_{b\dot{\vartheta}} + J \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega}{2} \frac{dJ}{dt}.$
34.	ელექტრომექანიკური ამძრავის კუთხური აჩქარება გამოითვლება ფორმულით:	$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{M - M_{b\dot{\vartheta}}}{J},$ $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{M}{J},$ $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{M + M_{b\dot{\vartheta}}}{J},$ $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{M - M_{b\dot{\vartheta}}}{J}.$
35.	წრფივად მოძრავი მექანიზმებისათვის, როდესაც მოძრავი ელემენტის მასა მუდმივი სიდიდეა, მოძრაობის ძირითადი განტოლება გამოისახება ფორმულით:	$F = F_{b\dot{\vartheta}} + F_{\varphi} = F_{b\dot{\vartheta}} + m \frac{dv}{dt},$ $F = F_{b\dot{\vartheta}} + F_{\varphi} = F_{b\dot{\vartheta}} + v \frac{dm}{dt},$ $F = F_{b\dot{\vartheta}} + F_{\varphi} = m \frac{dv}{dt},$ $F = F_{b\dot{\vartheta}} - F_{\varphi} = F_{b\dot{\vartheta}} - m \frac{dv}{dt}.$
36.	დრეკადი ელემენტით შეერთებული ორმასიანი სისტემის მოძრაობის ძირითადი განტოლება $m_1$ მასის ამძრავი ბორბლისათვის გამოისახება ფორმულით:	$m_1 \frac{d^2x}{dt^2} = F - F_{b\dot{\vartheta} b\dot{\vartheta}} = F - C(X - Y),$ $m_1 \frac{d^2x}{dt^2} = F + F_{b\dot{\vartheta}} = F + C(X - Y),$ $m_1 \frac{d^2x}{dt^2} = F + F_{b\dot{\vartheta}} = F + C(X + Y),$ $m_1 \frac{d^2x}{dt^2} = F + F_{b\dot{\vartheta}} = C(X - Y).$
37.	დრეკადი ელემენტით შეერთებული ორმასიანი სისტემის მოძრაობის ძირითადი განტოლება $m_2$ მასის ტვირთისათვის გამოისახება ფორმულით:	$m_2 \frac{d^2y}{dt^2} = F_{\varphi \varphi} - F_{b\dot{\vartheta} b\dot{\vartheta}} = C(X - Y) - m_2 g,$ $m_2 \frac{d^2y}{dt^2} = F_{\varphi \varphi} + F_{b\dot{\vartheta}} = C(X - Y) - m_2 g,$ $m_2 \frac{d^2y}{dt^2} = F_{\varphi \varphi} + F_{b\dot{\vartheta}} = C(X - Y) + m_2 g,$ $m_2 \frac{d^2y}{dt^2} = F_{\varphi \varphi} - F_{b\dot{\vartheta}} = m_2 g.$

38.	დრეკადი ელემენტით შეერთებული ორმასიანი სისტემა კონსერვატულია, როდესაც სამართლიანია განტოლება:	$\frac{d^2\Delta}{dt^2} + \omega^2\Delta = \frac{F}{m_1} + \frac{F_{b\vartheta}}{m_2},$ $\frac{d^2\Delta}{dt^2} = \frac{F}{m_1} + \frac{F_{b\vartheta}}{m_2}.$ $\omega^2\Delta = \frac{F}{m_1} + \frac{F_{b\vartheta}}{m_2}.$ $\frac{d^2\Delta}{dt^2} - \omega^2\Delta = \frac{F}{m_1} - \frac{F_{b\vartheta}}{m_2}.$
39.	ელექტროამძრავების ამუშავების დროის ხანგრძლივობა გამოითვლება ფორმულით:	$t_{s\vartheta} = \int_0^{\omega_{b\vartheta} b\vartheta} J \frac{d\omega}{M + M_{b\vartheta} b\vartheta},$ $t_{s\vartheta} = \int_0^{\omega_{b\vartheta}} J \frac{d\omega}{M + M_{b\vartheta}},$ $t_{s\vartheta} = \int_0^{\omega_{b\vartheta}} J \frac{d\omega}{M},$ $t_{s\vartheta} = \int_0^{\omega_{b\vartheta}} J \frac{d\omega}{M_{b\vartheta}}.$
40.	მუდმივი დენის დამოუკიდებელ აგზნებიანი ძრავის ელექტრომექანიკური მახასიათებლის ანალიზური გამოსახულება ჩაიწერება ფორმულით:	$\omega = \frac{K - I_{\varphi} R_{\varphi}}{K\varphi} = \frac{U}{C} - \frac{R_{\varphi}}{C} I_{\varphi},$ $\omega = \frac{K + I_{\varphi} R_{\varphi}}{K\varphi} = \frac{U}{C} + \frac{R_{\varphi}}{C} I_{\varphi},$ $\omega = \frac{K - I_{\varphi} R_{\varphi}}{K\varphi} = \frac{R_{\varphi}}{C} I_{\varphi},$ $\omega = \frac{K - I_{\varphi} R_{\varphi}}{K\varphi} = \frac{U}{C}.$

41.	<p>მუმივი დენის ძრავას ელექტრომაგნიტური მომენტი განისაზღვრება ფორმულით:</p>	$M = \frac{pN}{2\pi a} \Phi I_R = K\Phi I_R = CI_R..$ $M = \frac{pN}{2\pi a} I_R = KI_R = CI_R..$ $M = \frac{pN}{2\pi a} \Phi = K\Phi = CI_R..$ $M = \frac{pN}{2\pi a} \Phi I_R = I_R = CI_R..$
42.	<p>ასინქრონული ძრავისათვის, ძრავაში გამავალი დენი, დამაგნიტების დენის გაუთვალისწინებლად, ტოლია სტატორის გრაგნილზე დაყვანილი როტორის დენის და გამოითვლება ფორმულით:</p>	$I_1 \approx I_2 = \frac{U_{\beta}}{Z} = \frac{U_{\beta}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2}{S}\right)^2 + X_{\partial\beta}^2}}..$ $I_1 \approx I_2 = \frac{U_{\beta}}{Z} = \frac{U_{\beta}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2}{S}\right)^2 - X_{\partial\beta}^2}}..$ $I_1 \approx I_2 = \frac{U_{\beta}}{Z} = \frac{U_{\beta}}{\sqrt{\left(R_1 - \frac{R_2}{S}\right)^2 - X_{\partial\beta}^2}}..$ $I_1 \approx I_2 = \frac{U_{\beta}}{Z} = \frac{U_{\beta}}{\sqrt{\left(R_1 - \frac{R_2}{S}\right)^2 + X_{\partial\beta}^2}}..$
43.	<p>ასინქრონული ძრავის მაქსიმალური მომენტი გამოითვლება ფორმულით:</p>	$M_{\beta\beta} = \frac{3U_{\beta}^2}{2\omega_0 \left( R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{\partial\beta}^2} \right)}..$ $M_{\beta\beta} = \frac{3U_{\beta}^2}{2\omega_0 \left( R_1 - \sqrt{R_1^2 + X_{\partial\beta}^2} \right)}..$ $M_{\beta\beta} = \frac{3U_{\beta}^2}{2 \left( R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{\partial\beta}^2} \right)}..$ $M_{\beta\beta} = \frac{U_{\beta}^2}{\omega_0 \left( R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{\partial\beta}^2} \right)}..$

44.	<p>ასინქრონული ძრავის მექანიკური მახასიათებლის განტოლება:</p>	$M = \frac{3U_B^2 R_2'}{\omega_0 S \left[ \left( R_1 + \frac{R_2'}{S} \right)^2 + X_{\partial\beta}^2 \right]}.$ $M = \frac{3U_B^2 R_2'}{\omega_0 S \left[ \left( R_1 - \frac{R_2'}{S} \right)^2 + X_{\partial\beta}^2 \right]}.$ $M = \frac{U_B^2 R_2'}{\omega_0 S \left[ \left( R_1 - \frac{R_2'}{S} \right)^2 + X_{\partial\beta}^2 \right]}.$ $M = \frac{3U_B^2}{\omega_0 S \left[ \left( R_1 - \frac{R_2'}{S} \right)^2 + X_{\partial\beta}^2 \right]}.$
45.	<p>ძრავას ლილვიდან მუშა მანქანისათვის გადაცემული მთელი სიმძლავრე, როდესაც ინერციის მომენტი ცვლადი სიდიდეა, გამოითვლება ფორმულით:</p>	$P_{\varphi_{\varphi}} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{dt},$ $P_{\varphi} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{dt} + m\rho^2,$ $P_{\varphi} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{dt} + M\omega. .$ $P_{\varphi} = J\omega \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{dt} + m\omega^2. .$

46.	<p>ინდუქციურ პოტენციალთა სხვაობა:</p> <p>თვითმფრინავი, რომლის ფრთების გაშლის სიგრძეა <math>l = 20\text{მ}</math>, მიფრინავს ჩრდილოეთის მიმართულებით <math>960\text{კმ/სთ}</math> სიჩქარით და სიმაღლეზე, სადაც დედამიწის მაგნიტური ველის ვერტიკალური მდგენელია <math>6 \cdot 10^{-5}\text{T}</math>. განსაზღვრეთ პოტენციალთა სხვაობა ფრთების ბოლოებზე. რომელ ფრთაზე მეტი პოტენციალი?</p>	<p>მოც: <math>l = 20 \text{ მ}</math></p> $\nu = 960 \frac{\vartheta}{\text{სთ}} = 960 \cdot \frac{5}{18} = \frac{800}{3} \text{ გ/წ\theta}$ $B = 6 \cdot 10^{-5} \text{ Тლ}$ <hr/> <p>ვიპოვოთ პოტენციალთა სხვაობა:</p> $\mathcal{E} = Bvl \sin \theta = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{800}{3} \cdot 20 \cdot \sin 90^\circ = 0.32 \text{ ვ}$ <p>მეტი პოტენციალის მქონე ფრთის განსაზღვრად ვიყენებთ მარჯვენა ხელის წესს. ხელი ისე მოვათავსოთ, რომ მაგნიტური ველის ქვემოთ მიმართლი ვექტორი ხელის გულში შედიოდეს, ხოლო ცერა თითი მივმართოთ თვითმფრინავის მოძრაობის მიმართულებით. გაშლილი ოთხი თითი გვიჩვენებს დენის მიმართულებას. ამ შემთხვევაში, დენი მოძრაობს მარცხნივ, ე.ი. მარცხენა ფრთაზე დადგებითი მუხტი გროვდება, ამიტომაც მეტი პოტენციალიც მარცხენა ფრთაზეა.</p> <p>პასუხი: <math>0.32 \text{ ვ}</math>, მარცხენა ფრთა</p>
47.	<p>ინდუქციური ელექტრული ველის დაძაბულობა: <math>r</math> რადიუსის მქონე წრიული გამტარი მოთავსებული მაგნიტურ ველში, რომელიც გამტარის სიბრტყის მართობულია. მაგნიტური ველი იცვლება კანონით <math>B = kt</math>. განსაზღვრეთ ინდუქციური ელექტრული ველის დაძაბულობის სიდიდე.</p>	$\Phi = B \cdot S$ $S = \pi r^2, \quad B = kt$ $\Phi = (kt) \cdot (\pi r^2)$ $\varepsilon = \left  \frac{d\Phi}{dt} \right  = \frac{d}{dt} (k \cdot t \cdot \pi r^2) = k\pi r^2 \cdot \frac{dt}{dt} = k\pi r^2$ $\varepsilon = E \cdot 2\pi r$ $E \cdot 2\pi r = k\pi r^2$ $E = \frac{k\pi r^2}{2\pi r} = \frac{kr}{2}$
48.	<p>დენი სოლენოიდში: <math>l = 1\text{მ}</math> სიგრძის და <math>d = 10\text{ სმ}</math> დიამტერის სოლენოიდში, რომლის ხვიათა რიცხვი <math>N = 2000</math>, გადის <math>I = 1\text{ა}</math> დენი. სოლენოიდს თანაბრად ჭიმავენ <math>n = 40\text{მ/წმ}</math> სიჩქარით. ამავე დროს სოლენოიდის ბოლოებზე მოდებული ძაბვა იცვლება ისე, რომ დენი გამტარში არ იცვლება. რისი ტოლი იქნება პოტენციალთა სხვაობის ცვლილება მაშინ, როდესაც სოლენოიდის სიგრძე ორჯერ გაიზრდება. დიამეტრის ცვლილება უგულებელყავით.</p>	<p>მოც: <math>l = 1 \text{ მ}</math></p> $d = 10 \text{ სმ} = 0.1 \text{ მ}$ $N = 2000$ $I = 1 \text{ ა}$ $\nu = 40 \frac{\vartheta}{\text{წმ}}$ <hr/> $L(I) = \frac{\mu_0 N^2 S}{l}$ $\lambda = LI$ $U = \frac{d\lambda}{dt} = L \frac{dI}{dt} + I \frac{dL}{dt} = 0 + I \frac{dL}{dt} = I \frac{dL}{dt}$

	$\frac{dL}{dt} = -\frac{\mu_0 N^2 S}{l^2} \frac{dl}{dt} = -\frac{L}{I} v$ $U = I \frac{dL}{dt} = -I \frac{\mu_0 N^2 S v}{l^2}$ <p>ვინაიდან ძაბვა უკუპროპორციულია სოლენოიდის სიგრძის კვადრატისა, მისი სიგრძის ორჯერ გაზრდის შემდეგ ძაბვა ოთხჯერ შემცირდება.</p> $U_{\text{საბოლოო}} = \frac{1}{4} U_{\text{საწყისი}}$ <p>ვიპოვოთ საწყისი ძაბვა.</p> $S = \pi r^2, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{3}{\partial}, \quad r = \frac{d}{2}$ $U_{\text{საწ}} = -I \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2 v}{l^2} = -\frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2000^2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{0.1}{2}\right)^2 \cdot 40}{1^2} = -0.16\pi^2 3$ $U_{\text{საბ}} = \frac{-0.16\pi^2}{4} = -0.04\pi^2 3$ <p>ვიპოვოთ პოტენციალთა სხვაობა:</p> $\Delta U = U_{\text{საბ}} - U_{\text{საწ}} = -0.04\pi - (-0.16\pi) = 0.12\pi^2 = 0.12 \cdot 3.14^2 = 1.18 3$
49.	<p>კვადრატული გამტარი ჩარჩო მუდმივ მაგნიტურ ველში: კვადრატული გამტარი ჩარჩო ზომებით <math>L \times L</math> მოძრაობს მუდმივი <math>v</math> სიჩქარით და შედის მუდმივი მაგნიტის პოლუსებს შორის, რომლის მაგნიტური ველის ინდუქციის სიდიდეა <math>B</math>. ჩარჩოს სიბრტყე და სიჩქარე ველის მართობულია. განსაზღვრეთ დენი გამტარში. აღწერეთ ჩარჩოს მოძრაობა მაგნიტურ ველში. გამოთვალეთ აღძრული დენის სიმძლავრე.</p>
50.	<p>ფარადეის დისკო: გამტარი დისკო ბრუნავს თავისი ღერძის გარშემო მუდმივი კუთხური სიჩქარით მუდმივ მაგნიტურ ველში, რომელიც დისკოს ზედაპირის მართობულია. განსაზღვრეთ პოტენციალთა სხვაობა დისკოს ცენტრსა და დისკოს შემომსაზღვრელი წრეწირის რომელიმე წერტილს შორის.</p>

51.	რხევით კონტურში ელექტრომაგნიტური რხევები, რხევის დინამიკური განტოლება, ტომსონის ფორმულა, წრედში აღმრული რხევების ენერგია, მუხტის და დენის ძალის ჰარმონიული ცვლილების განტოლებები. იძულებითი ელექტრული რხევები.	
52.	ელექტრომაგნიტური რხევები: იპოვეთ დროის ის მომენტი, როდესაც რხევით კონტურში კონდენსატორის ელექტრული ენერგია უტოლდება კოჭას მაგნიტურ ენერგიას. ეს დრო გამოსახეთ პერიოდით.	
53.	დენი რხევით კონტურში: განსაზღვრეთ დენის ძალის მნიშვნელობა რხევით კონტურში დროის იმ მომენტში, როდესაც კოჭას მაგნიტური ველის ენერგია ორჯერ ნაკლებია კონდენსატორის ენერგიაზე, თუ დენის ამპლიტუდა უდრის $0.25\text{a}$ .	
54.	მაგნიტურ ველში მბრუნავი გამტარი ჩარჩო: სპილენძისგან დამზადებული ხვიებისგან შემდგარი კვადრატული გამტარი ჩარჩო, რომლის ხვიის ფართობია $S = 625\text{სმ}^2$ , ბრუნავს $B = 0.01\text{ტლ}$ ინდუქციის მქონე ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში ჩარჩოს სიბრტყეში მდებარე ღერძის გარშემო $n = 20\text{წ}^{-1}$ სიხშირით. განსაზღვრეთ რამდენით შეიცვლება გამტარის ტემპერატურა $t = 1\text{წ}-\text{ის}$ განმავლობაში. სპილენძის კუთრი წინაღობა $\rho = 1.7 \cdot 10 - 8 \text{ ომ.მ, კუთრი სითბოტევადობა } c = 378 \frac{\text{ჯ}}{\text{კგ}}$ კელ და სიმკვრივე $\rho_0 = 8.8 \cdot 10 3 \text{ კგ/მ}^3$ . სითბოს ცვლა გარემოსთან უგულებელყავით.	
55.	ნათურა ცვლადი დენის წრედში: ნეონის ნათურა ჩართულია ცვლადი დენის წრედში, რომლის ძაბვის ეფექტური მნიშვნელობა $U_{ეფ} = 120\text{ვ}$ . განსაზღვრეთ ნეონის ნათურას ნათების ხანგრძლივობა პირველ ნახევარპერიოდში, თუ	

	ნათურა ინთება და ქრება $U = 85$ ძაბვაზე. ძაბვის რხევის პერიოდი უდრის $T = 0.06$ წ.	
56.	მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი რხევით კონტურში: რხევით კონტურში ძაბვის ამპლიტუდა $U_0 = 1.2$ . კოჭას ინდუქტივობა $L = 5\text{мкн}$ , ხოლო კონდენსატორის ტევადობა $C = 13330\text{пФ}$ . იპოვეთ დენის ძალის ეფექტური მნიშვნელობა და გამოთვალეთ ინდუქციის მაქსიმალური ნაკადი კოჭაში. წრედის აქტიური წინაღობა უგულებელყავით.	
57.	მობრუნების კუთხე: $B = 0.1\text{Тл}$ ინდუქციის ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოთავსებულია ბრტყელი მართკუთხა ჩარჩო, რომლის ფართობია $S = 10.3 \text{ см}^2$ , ხოლო წინაღობა $R = 2\text{омი}$ . ჩარჩოს სიბრტყე ველის მართობულია. ხვიაში ჩართულია გალვანომეტრი. ჩარჩოს მობრუნებისას მასში გაიარა $q = 7.5 \cdot 10^{-3}$ კ მუხტმა. იპოვეთ ჩარჩოს მობრუნების კუთხე.	
58.	რეოსტატზე გამოყოფილი სიმძლავრე: $B = 1 \text{ Тл}$ ინდუქციის მქონე მაგნიტური ველის მართობულად მოთავსებულია ლითონის წრიული დისკო, რომლის რადიუსია $r = 10\text{см}$ . დისკო ბრუნავს ცენტრზე გამავალი ღერძის გარშემო $n = 100\text{წ-}^{-1}$ სიხშირით. დისკო ორი კონტაქტით (ერთი ცენტრზე, ხოლო მეორე დისკოს კიდეზე გამავალი) შეერთებულია $R = 5\text{омი}$ წინაღობის მქონე რეოსტატან. იპოვეთ რეოსტატზე გამოყოფილი სიმძლავრე.	
59.	კოჭაში ჩადგმული კოჭა: $20\text{см}$ სიგრძის და $1000$ ხვიის მქონე კოჭაში ჩადგმულია $2\text{см}$ . დიამეტრის და $200$ ხვიის მქონე კოჭა. თუ დენი დიდ სოლენოიდში	

	იცვლება 150ა/წმ სისწრაფით, რისი ტოლი იქნება პატარა კოჭაში აღძრული ინდუქციის ე.მ.ძ.?	
60.	პოტენციალთა სხვაობა გამტარის ბოლოებზე: რეაქტიული თვითმფრინავი, რომლის ფრთების გაშლი სიგრძეა 50მ, ჰორიზონტალურად მიფრინავს 800კმ/წმ სიჩქარით. განსაზღვრეთ ფრთების ბოლოებს შორის პოტენციალთა სხვაობა, თუ დედამიწის მაგნიტური ველის ვერტიკალური მდგენელი ტოლია $B = 5 \cdot 10^{-5}$ ტლ. შეიძლება თუ არა ამ პოტენციალთა სხვაობით თვითმფრინავის სიჩქარის განსაზღვრა?	

...

**შენიშვნა** საკითხების ცხრილის ბოლო სვეტი ივსება შემდეგნაირად საკითხს მიეწერება 1,2,3, ... რიცხვები. რაც ნიშნავს, რომ იქმნება შესწავლილი თემების პირობითი ჯგუფები. ბილეთის ფორმირებისას პედაგოგს შეუძლია შეარჩიოს ბილეთში შემავალი საკითხების რაოდენობა და გაანაწილოს იგი სხვადასხვა ჯგუფების მიხედვით. იხილეთ მესამე ცხრილის განმარტება.

1	2	3
5	10	5

**შენიშვნა** ცხრილის პირველი სტრიქონი ნიშნავს, რომ მაგალითად, საგამოცდო საკითხებში პირველი, მეორე, მესამე და ა.შ. ჯგუფის ან სირთულის დავალებებია. ცხრილის მეორე სტრიქონი ნიშნავს, რომ პირველი ჯგუფიდან (სირთულიდან) ბილეთში შევა 1, მეორე ჯგუფიდან 3 და მესამედან 3 საკითხი (დავალება, ტესტი) და ა. შ.

ფაკულტეტის დეკანი \_\_\_\_\_  
 დეპარტამენტის კოორდინატორი \_\_\_\_\_  
 საგნის პედაგოგი \_\_\_\_\_