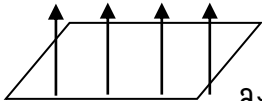


ავთანდილ შურღაია

ელექტრომაგნიტური ინდუქცია - გაგრძელება

მობრუნების კუთხე: $B = 0.1$ ტლ ინდუქციის ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოთავსებულია ბრტყელი მართკუთხა ჩარჩო, რომლის ფართობია $S = 10^3$ სმ², ხოლო წინაღობა $R = 2$ ომი. ჩარჩოს სიბრტყე ველის მართობულია. ხვიაში ჩართულია გალვანომეტრი. ჩარჩოს მობრუნებისას მასში გაიარა $q = 7.5 \cdot 10^{-3}$ კ მუხტმა. იპოვეთ ჩარჩოს მობრუნების კუთხე.

\vec{B}  ჩარჩოს მობრუნებისას რაღაც α კუთხით, ჩარჩოში აღიძვრება ინდუქციის ე.მ.ძ., რომლის სიდიდე ტოლია ჩარჩოს გამჭოლი მაგნიტური ინდუქციის ნაკადის ცვლილების სისწრაფის

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\phi}{\Delta t'}$$

რომელშიც

$$\phi = BS \cos a$$

არის ჩარჩოს გამჭოლი მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი. მაგნიტური ველი არის ერთგვაროვანი, ხოლო ჩარჩოს ფართობი მუდმივია, ინდუქციის ე.მ.ძ. აღიძვრება კუთხის ცვლილების გამო დროში. სასრულ დროში ინდუქციის ნაკადის ცვლილება იქნება

$$\Delta\phi = BS(1 - \cos a) = 2BS \sin^2 \frac{a}{2}.$$

თუ გამოვიყენებთ ომის კანონს, მცირე გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებას a კუთხისთვის:

$$\sin^2 \frac{a}{2} = \frac{qR}{BS} = 0.87. \quad a = 120^\circ.$$

რეოსტატზე გამოყოფილი სიმძლავრე: $B = 1$ ტლინდუქციის მქონე მაგნიტური ველის მართობულად მოთავსებულია ლითონის წრიული დისკო, რომლის რადიუსია $r = 10$ სმ. დისკო ბრუნავს ცენტრზე გამავალი ღერძის გარშემო $n = 100$ წმ⁻¹ სიხშირით. დისკო ორი კონტაქტით (ერთი ცენტრზე, ხოლო მეორე დისკოს კიდეზე გამავალი) შეერთებულია $R = 5$ ომი წინააღობის მქონე რეოსტატთან. იპოვეთ რეოსტატზე გამოყოფილი სიმძლავრე.

დისკოს ბრუნვის დროს დისკოს გამჭოლი მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი იცვლება იმის გამო, რომ დროში იცვლება დისკოს L რკალით და რადიუსები შემოსაზღვრული წრიული სექტორის ფართობი. ფართობის ცვლილება იქნება

$$\Delta S = \frac{\Delta L r}{2} = \frac{\Delta \varphi r^2}{2}.$$

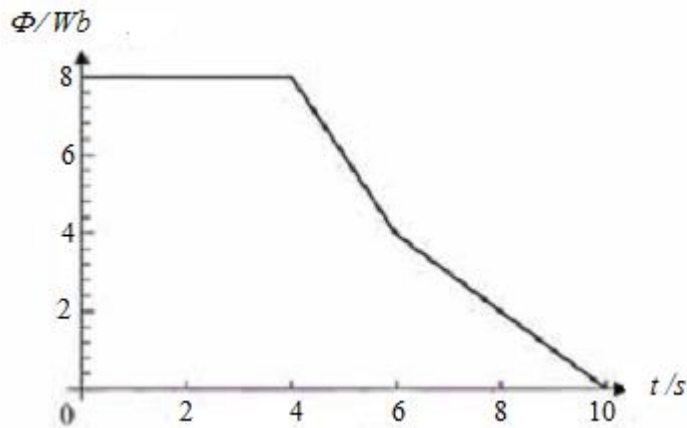
ამიტომ წრედში აღძრული ინდუქციის ე.მ.დ. ტოლია

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = B \frac{r^2 \Delta \varphi}{2 \Delta t} = \frac{B \omega}{2} r^2 = B \pi n r^2.$$

აქ $\omega = 2\pi n$ არის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე. რეოსტატზე გამოყოფილი სიმძლავრე ტოლი იქნება

$$P = \frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{B^2 \pi^2 n^2 r^4}{R} = 1.96 \text{ ვტ.}$$

ინდუქციის ე.მ.დ.: ნახ. 1-ზე მოცემულია გამტარი ჩარჩოს გამჭოლი მაგნიტური ინდუქციის ნაკადის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. დახაზეთ ინდუქციის ე.მ.დ. როგორც დროზე დამოკიდებული სიდიდის გრაფიკი.



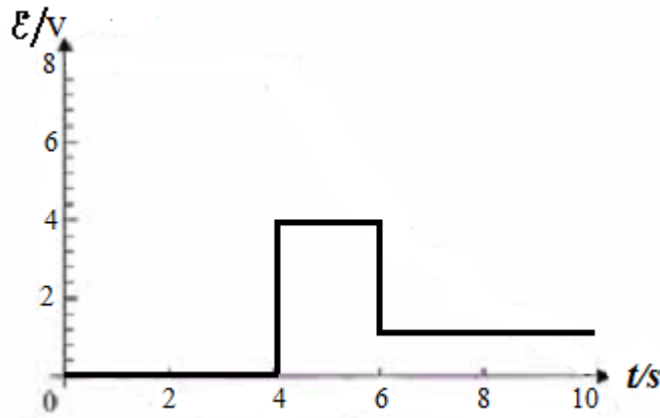
ნახ. 1

საძიებელი გრაფიკის დასახაზად საჭიროა, გავანალიზოთ ინდუქციის ნაკადის დროზე დამოკიდებულების მოცემული გრაფიკი. რადგან ინდუქციის ე.მ.დ. ტოლია ინდუქციის ნაკადის ცვლილების სისწრაფე აღებული მინუს ნიშნით

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t},$$

იგი წარმოადგენს ნახაზზე მოცემული გრაფიკის მხეხი წრფის დახრილობას დროის ნებისმიერ მომენტში. ნახაზიდან ვხედავთ, რომ პირველი ოთხი წამის განმავლობაში მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი მუდმივია, რაც ნიშნავს, რომ ამ დროს ინდუქციის ე.მ.დ. ნულის ტოლია, ოთხი წამიდან

დანყებული ექვსი წამის ჩათვლით გრაფიკის დახრილობა ტოლია -4 , ხოლო ექვსი წამიდან ათი წამის ჩათვლით იგი უდრის -1 . ორივე ინტერვალში ინდუქციის ე.მ.დ. იქნება დადებითი სიდიდე. ამ მონაცემებით საძიებელ გრაფიკს აქვს შემდეგი სახე.



კოჭაში ჩადგმული კოჭა: 20სმ სიგრძის და 1000 ხვიის მქონე კოჭაში ჩადგმულია 2სმ. დიამეტრის და 200 ხვიის მქონე კოჭა. თუ დენი დიდ სოლენოიდში იცვლება 150ა/წმ სისწრაფით, რისი ტოლი იქნება პატარა კოჭაში აღძრული ინდუქციის ე.მ.დ.?

პირობის თანახმად დიდ კოჭაში გადის ცვლადი დენი. შესაბამისად ორივე კოჭას განჭოლავს დროში ცვლადი მაგნიტური ველი. მცირე კოჭაში აღძრული ინდუქციის ე.მ.დ. იქნება

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}.$$

მცირე კოჭის გამჭოლი მაგნიტური ველის ინდუქცია კოჭაში მიმართულია კოჭას ღერძის პარალელურად. მისი სიდიდე კი უდრის

$$B = \frac{\mu_0 N_1 I}{L}.$$

აქ N_1 არის დიდი კოჭას ხვიათა რიცხვი, I კოჭაში გამავალი დენი, ხოლო L ამ კოჭას სიგრძე. მცირე კოჭას განჭოლავს მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი

$$\phi = BSN_2,$$

სადაც S არის მცირე კოჭას ერთი ხვიის ფართობი, ხოლო N_2 კოჭაში ხვიათა რიცხვი. შესაბამისად საძიებელი ინდუქციის ე.მ.დ. ტოლია

$$\mathcal{E} = -\frac{\mu_0 N_1 N_2 \pi d^2}{4L} \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$, მივიღებთ: $\mathcal{E} = -0.06\text{ვ}$. მინუს ნიშანი მიუთითებს, რომ დენის მიმართულება მცირე კოჭაში დიდ კოჭაში გამავალი დენის საპირისპიროა.

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?

თვითმფრინავი მოძრაობს მოცემული მაგნიტური ველის მართობული მიმართულებით, რის გამოც ფრთებში მოხდება მუხტების განცალკევება (ლორენცის ძალის მოქმედებით) და ბოლოებზე აღიძვრება პოტენციალთა სხვაობა, რომელიც ტოლია

$$\Delta\varphi = Blv = 0.55\text{ვ.}$$

სიჩქარე რომ განვსაზღვროთ, საჭიროა გაიზომოს პოტენციალთა სხვაობა. თუ ფრთების ბოლოებს შევადრებთ გამტარით და მივეერთებთ ვოლტმეტრს, მაშინ თანაბრად მოძრავი თვითმფრინავის ფრთებით და გამტარით შექმნილი ფართობის გამჭოლი ინდუქციის ნაკადი იქნება მუდმივი და ინდუქციის ე.მ.ძ. არ აღიძვრება. ამრიგად თვითმფრინავის სიჩქარესაც ვერ განვსაზღვრავთ (პოტენციალთა სხვაობა კონტურის ნებისმიერ ორ წერტილს შორის იქნება ნულის ტოლი). ინდუქციის ე.მ.ძ. აღმოჩენა შესაძლებელია მხოლოდ თვითმფრინავის მოხვევის დროს, როდესაც შეიცვლება ინდუქციის ნაკადი - ამ დროს იცვლება კუთხე კონტურის სიბრტყესა და მაგნიტური ველის მიმართულებას შორის.

წრიული ფირფიტის ვარდნა მაგნიტურ ველში: მეტალის თხელი წრიული ფირფიტა თავისუფლად ვარდება და შედის ელექტრომაგნიტის პოლუსებს შორის ღრიალში ისე, რომ მაგნიტური ინდუქციის წირები ფირფიტის სიბრტყის მართობულია. როგორ შეიცვლება ვარდნის აჩქარება? მაგნიტური ველი პოლუსებს შორის ჩათვალეთ მუდმივად.

მაგნიტურ ველში შესვლისას ფირფიტაზე იმოქმედებს დამამუხრუჭებელი ძალა, რადგან ფირფიტაში აღიძვრება ინდუქციური დენი და g აჩქარება შემცირდება. ფირფიტის მოძრაობისას პოლუსებს შორის ველში ფირფიტის გამჭოლი ინდუქციის ნაკადი არ იცვლება და აჩქარება კვლავ გაუტოლდება g . მაგნიტური ველიდან გამოსვლის დროს აჩქარება ისევ შემცირდება.