



Problema a IV - a (10 puncte)

Diferite roți electrice

O roată este alcătuită dintr-un număr foarte mare de spițe rigide, coplanare, fixate la un capăt pe un butuc și libere la celălalt capăt. Spițele sunt dispuse radial. Butucul se poate roti pe un ax orizontal. Spițele, butucul și axul sunt construite dintr-un material conductor electric. O perie asigură contactul electric la „periferia” roții.

Spițele sunt atât de dese încât poți admite că, în fiecare moment în care roata se învârt, circulă un curent electric prin una dintre spițe.

Momentul de inerție al roții este J , iar lungimea unei spițe este R .

Roata este plasată într-un câmp magnetic uniform, perpendicular pe planul spițelor și caracterizat prin inducția \vec{B} (figura 1).

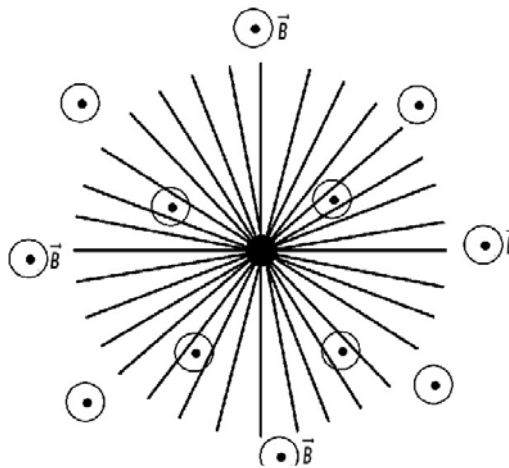


Figura 1

Sarcina de lucru nr. 1

Între axul roții cu spițe și perie se conectează o baterie cu tensiunea electromotoare E , în serie cu o inductanță L (figura 2). Consideră că în momentul închiderii circuitului, roata cu spițe este în repaus. Neglijază frecările și rezistențele electrice ale elementelor din circuit.

Caracteristica mecanică a sistemului este viteza unghiulară a roții cu spițe $\omega(t)$, iar caracteristica electrică este intensitatea $i(t)$ a curentului electric.

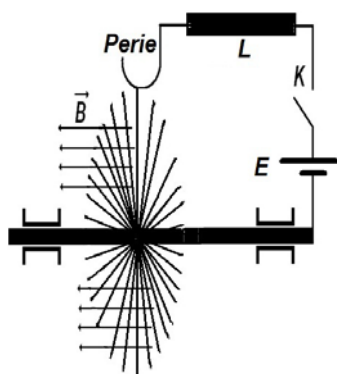


Figura 2

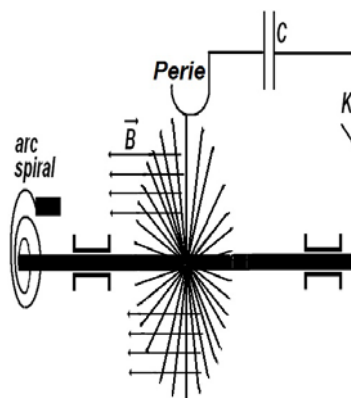


Figura 3

- Proba de baraj pentru selecția lotului olimpic lărgit de fizică conține cinci probleme.
- Durata probei este de cinci ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Fiecare problemă se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- Elevii pot utiliza calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Pentru fiecare problemă evaluarea se face ținându-se cont atât de soluția redactată de elevul competitor, cât și de rezultatele pe care acesta le completează în Foaia de răspunsuri.
- Fiecare problemă se punctează de la 10 la 0 (nu se acordă punct din oficiu).
- Punctajul final reprezintă suma punctajelor acordate pentru fiecare dintre cele cinci probleme.

- 1.a. Dedu expresia bilanțului puterilor pentru sistemul în funcțiune.
- 1.b. Determină expresia dependenței de timp a intensității curentului electric prin circuit.
- 1.c. Dedu expresia dependenței de timp a vitezei unghiulare a roții.

Sarcina de lucru nr. 2

Pe axul roții cu spițe este prins un arc spiral, având celălalt capăt fixat (figura 3). Momentul determinat de arcul spiral este proporțional cu unghiul de rotație al roții cu spițe, constanta de proporționalitate dintre moment și unghi fiind γ .

În circuitul electric dintre ax și perie este plasat un condensator de capacitate C . Atunci când întrerupătorul K este deschis, roata cu spițe este în repaus, iar pe armăturile condensatorului se află sarcinile Q_0 și respectiv $-Q_0$.

La închiderea întrerupătorului, condensatorul se descarcă rapid, deoarece rezistența electrică a circuitului este neglijabilă. Trecerea pulsului de curent electric prin spița aflată în câmp magnetic determină apariția, pentru un interval de timp foarte scurt, a unui moment al forței electromagnetice, care acționează asupra roții imobile.

- 2.a. Determină expresia vitezei unghiulare ω_0 , imediat după închiderea întrerupătorului K .
- 2.b. Dedu expresia dependenței de timp $\alpha = \alpha(t)$ a unghiului de rotație a roții cu spițe, față de poziția inițială, în situația în care întrerupătorul K este închis.
- 2.c. Determină legea dependenței de timp a sarcinii electrice de pe armăturile condensatorului, după ce întrerupătorul K a fost închis.

Sarcina de lucru nr. 3

Pe axul roții cu spițe este montat, solidar cu aceasta un disc (figura 4). Discul are momentul de inerție J și raza a . Pe disc este înfășurat un fir foarte lung, la capătul căruia este legat corpul cu masa m . Discul este pus în mișcare de rotație (antrenând astfel și roata cu spițe) datorită momentului forței de greutate a corpului cu masa m .

În circuitul electric al roții cu spițe este inserată o rezistență electrică R_e . Consideră că accelerația gravitațională este \vec{g} .

- 3.a. Determină expresia vitezei maxime a corpului cu masa m .
- 3.b. Dedu expresia dependenței de timp a vitezei unghiulare a discului, în situația în care corpul cu masa m inițial fix, este lăsat liber.

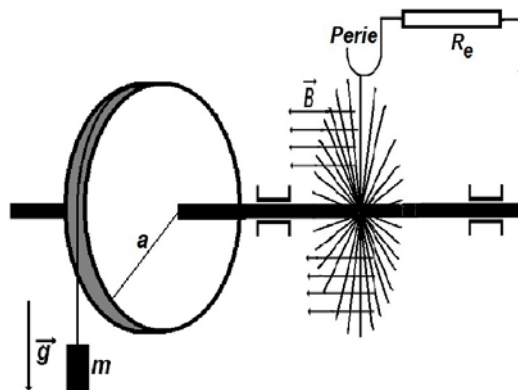


Figura 4

© Subiect propus de:

Dr. Delia DAVIDESCU – Facultatea de Fizică – Universitatea București
Dr. Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică – Universitatea București

- ✍ Proba de baraj pentru selecția lotului olimpic lărgit de fizică conține cinci probleme.
- ✍ Durata probei este de cinci ore din momentul în care s-a terminat distribuția subiectelor către elevi.
- ✍ Fiecare problemă se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- ✍ Elevii pot utiliza calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- ✍ Pentru fiecare problemă evaluarea se face ținându-se cont atât de soluția redactată de elevul competitor, cât și de rezultatele pe care acesta le completează în Foaia de răspunsuri.
- ✍ Fiecare problemă se punctează de la 10 la 0 (nu se acordă punct din oficiu).
- ✍ Punctajul final reprezintă suma punctajelor acordate pentru fiecare dintre cele cinci probleme.



FOAIE DE RĂSPUNSURI

Problema a IV- a (10 puncte)

Diferite roți electrice

Sarcina de lucru nr. 1

1.a. Expresia bilanțului puterilor

1,50p

1.b. Expresia dependenței de timp a intensității curentului electric prin circuit

1,50p

1.c. Expresia dependenței de timp a vitezei unghiulare a roții

0,50p

Sarcina de lucru nr. 2

2.a. Expresia vitezei unghiulare ω_0 , imediat după închiderea întrerupătorului K

0,50p

2.b. Expresia dependenței de timp a unghiului de rotație față de poziția inițială, în situația în care întrerupătorul K este închis

1,50p

2.c. Legea dependenței de timp a sarcinii electrice de pe armăturile condensatorului, după ce întrerupătorul K a fost închis

1,00p

Sarcina de lucru nr. 3

3.a. Expresia vitezei maxime a corpului cu masa m

1,50p

3.b. Expresia dependenței de timp a vitezei unghiulare a discului, în situația în care corpul cu masa m inițial fix, este lăsat liber

2,00p