

## 2016 წლის ფიზიკის ნაკრების მეორე შესარჩევი წერა

### ამოცანა 1

#### წყალბადის ატომების დაჯახება (3 ქულა)

ძირითად ენერგეტიკულ მდგომარეობაში მყოფ წყალბადის უძრავ ატომს ეჯახება არარელატივისტური  $v$  სიჩქარით მოძრავი ასეთივე წყალბადის ატომი. წყალბადის ატომის მასაა  $m=1,69 \cdot 10^{-27}$  კგ, ხოლო მისი იონიზაციის ენერგიაა  $E_i=13,6$  ევ. ბორის მოდელის თანახმად წყალბადის ატომის დასაშვები შინაგანი ენერგიები განისაზღვრება ფორმულით:

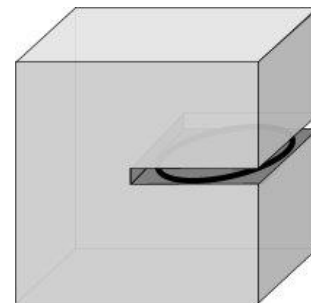
$$E_n = -\frac{E_i}{n^2}$$

ისარგებლეთ ბორის მოდელით და იპოვეთ  $v_0$  ზღვრული სიჩქარე (ფორმულა და რიცხვითი მნიშვნელობა), რომელზე ნაკლები სიჩქარეებისათვის ატომების დაჯახება დრეკადია. ამ სიჩქარის მიღწევის შემდეგ ატომების დაჯახება შეიძლება იყოს არადრეკადი. ელემენტარული მუხტია  $1,60 \cdot 10^{-19}$  კ.

### ამოცანა 2

#### ფერომაგნეტიკი (5 ქულა)

განვიხილოთ  $2a \times 2a \times a$  ზომის აგურის ფორმის ფერომაგნეტიკი, რომლის მაგნიტური შეღწევადობა  $\mu \gg 1$ . მასში გაკეთებულია  $d$  სისქის ღრეჩო (იხ. ნახ.). შეგიძლიათ ჩათვალოთ, რომ  $\mu d \gg a \gg d$ . ზეგამტარი ნივთიერებისაგან დამზადებული  $a$  დიამეტრისა და  $L$  ინდუქციურობის წრიული გამტარი, რომელშიც გადის  $I$  დენი, მოთავსებულია ღრეჩოში. რა მუშაობა უნდა შევასრულოთ იმისათვის, რომ გამოვიღოთ რგოლი ფერომაგნეტიკიდან და გადავიტანოთ მისგან დიდ მანძილზე?



**შენიშვნა.** ა) კონტურის ინდუქციურობა ტოლია  $L$ -ის, როცა ის ფერომაგნეტიკიდან დიდ მანძილზეა. ბ) შეიძლება ჩათვალოთ, რომ  $\mu$  მუდმივია. გ) შეგიძლიათ გამოიყენოთ თეორემა ცირკულაციის შესახებ

$$\int \frac{B_l}{\mu} dl = \mu_0 I$$

ინტეგრება ხდება ჩაკეტილი კონტურის გასწვრივ, ხოლო  $I$  არის დენი, რომელიც განჭოლავს ჩაკეტილი კონტურით შემოსაზღვრულ ზედაპირს.

### ამოცანა 3

#### მოძრაობა ნახევარსფეროში (7 ქულა)

L სიგრძის თოკის ერთი ბოლო დამაგრებულია  $R > L$  რადიუსის ნახევარსფეროს A წერტილში, ხოლო მეორე ბოლოზე მიბმულია  $m$  მასის მცირე ზომის ბურთულა. საწყის მომენტში თოკი დაჭიმულია და მოთავსებულია ჰორიზონტალურ სიბრტყეში, ამასთან, სხეული ეხება სფეროს ზედაპირს (იხ. ნახ.). სხეულს ათავისუფლებენ და ის იწყებს უსაწყისო სიჩქარით მოძრაობას სფეროს შიდა ზედაპირზე.

იპოვეთ:

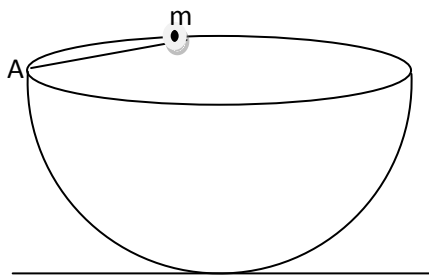
ა) სხეულის მოძრაობის ტარექტორია და მისი მახასიათებელი პარამეტრები;

(1,5 ქულა)

ბ) სხეულის აჩქარება ნახევარსფეროს უდაბლესი წერტილიდან  $H$  სიმაღლეზე; (2 ქულა)

გ) თოკის დაჭიმულობის ძალა ტრექტორიის უდაბლეს წერტილში; (3,5 ქულა)

ხახუნი უგულებელყავით, ნახევარსფერო უძრავადაა დამაგრებული.



## ამოცანა 4

### ვარდნილი მაგნიტოფონი (10 ქულა)

დედამიწიდან  $h$  სიმაღლეზე მოთავსებული მაგნიტოფონი, რომელიც უკრავს  $f_0$  სიხშირის ერთ ტონს, იწყებს ვარდნას. თქვენ დგახართ ზუსტად მაგნიტოფონის ქვეშ და ზომავეთ დაკვირვებულ სიხშირეს დროის სხვადასხვა მომენტში.  $t=0$  იყოს მაგნიტოფონის ვარდნის დაწყების მომენტი. თქვენი დაკვირვების შედეგი ასახულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში:

$t$ (წმ)	$f$ (ჰც)
2.0	581
4.0	619
6.0	665
8.0	723
10.0	801

სიმიძის ძალის აჩქარებაა  $g=9.80$  მ/წმ<sup>2</sup>. ჰაერში ბგერის სიჩქარეა  $c=340$  მ/წმ. უგულებელყავით ჰაერის წინააღმდეგობა. თქვენ დაგჭირდებათ ბგერებისათვის დოპლერის ეფექტის ფორმულა უძრავ ჰაერში ბგერის წყაროსა და დამკვირვებლის ერთი წრფის გასწვრივ მოძრაობის შემთხვევაში, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$f=f_0 \frac{c+v}{c-u}$$

სადაც  $f_0$  წყაროს მიერ გამოსხივებული სიხშირეა,  $f$  – დამკვირვებლის მიერ აღქმული სიხშირე,  $u$  – დამკვირვებლის სიჩქარე, ხოლო  $v$  – წყაროს სიჩქარე ( $u < c$ ,  $v < c$ ). დადებითად ითვლება დამკვირვებლის მიერ აღქმული ბგერის გავრცელების მიმართულება. თუ სიჩქარეები მიმართულია დადებით მხარეს, მაშინ მათ წინ ვირჩევთ ზედა ნიშანს, ხოლო საწინააღმდეგო შემთხვევაში – ქვედას.

ა) დაამტკიცეთ ზევით მოყვანილი ფორმულა; (2 ქულა)

ბ) გამოსახეთ  $t$  მომენტში დამკვირვებლის მიერ აღქმული ბგერის  $f$  სიხშირე  $t$ ,  $f_0$ ,  $g$ ,  $h$  და  $c$  სიდიდეებით. განიხილეთ მხოლოდ ის შემთხვევა, როდესაც მაგნიტოფონის სიჩქარე ჰაერში ბგერის სიჩქარეზე ნაკლებია; (2 ქულა)

გ) მილიმეტრულ დანაყოფიან ფურცელზე ააგეთ ექსპერიმენტული გრაფიკი, რომელიც თეორიულად წრფე უნდა იყოს. დარწმუნდით, რომ თეორია დამაკმაყოფილებლად აღწერს გაზომვების შედეგებს; (3 ქულა)

დ) გამოთვალეთ მაგნიტოფონის მიერ გამოცემული ტონის  $f_0$  სიხშირე; (1,5 ქულა)

ე) გამოთვალეთ  $h$  სიმაღლე, საიდანაც ჩამოვარდა მაგნიტოფონი (მაგნიტოფონი ფანტასტიკურად მძლავრია). (1,5 ქულა)