

2016 წლის ფიზიკის ნაკრების პირველი შესარჩევი წერა

ამოცანა 1

მუხტების სისტემა (3 ქულა)

დავუშვათ, რომ ვაკუუმში ერთმანეთისგან სასრულ მანძილებზე მოთავსებულია n რაოდენობა გამტარებისა. მტკიცდება, რომ თითოეული გამტარის პოტენციალი არის ყველა გამტარის მუხტების წრფივი კომბინაცია, რაც მათემატიკურად ასე ჩაიწერება:

$$\varphi_i = \sum_{j=1}^n V_{ij} q_j,$$

სადაც φ_i - i -ური გამტარის პოტენციალი, ხოლო q_i - i -ური გამტარის მუხტია ($i = 1, 2, \dots, n$). V_{ij} სიდიდეებს ეწოდებათ პოტენციალური კოეფიციენტები, რომელთა მნიშვნელობა დამოკიდებულია მხოლოდ გამტარების ზომაზე, ფორმასა და ურთიერთგანლაგებაზე. ამ ინფორმაციაზე დაყრდნობით ამოხსენით შემდეგი ამოცანა:

ტოლგვერდა სამკუთხედის წვეროებში მოთავსებულია ლითონის ერთნაირი იზოლირებული ბურთულები. სადენით, რომელიც შეერთებულია ბურთულებისაგან ძალიან შორს მოთავსებულ მუდმივი პოტენციალის მქონე გამტართან, მიმდევრობით ეხებიან თითოეულ ბურთულას. ამის შემდეგ პირველ და მეორე ბურთულაზე აღმოჩნდა შესაბამისად Q_1 და Q_2 მუხტები. იპოვეთ მესამე ბურთულას მუხტი.

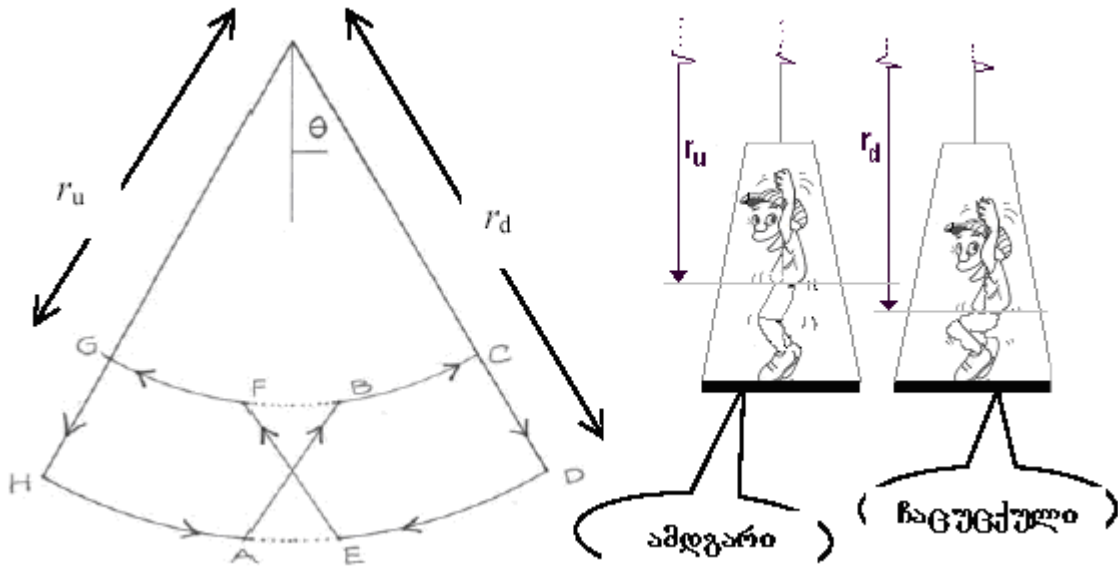
ამოცანა 2

პარამეტრული საქანელა (4 ქულა)

ბავშვი აძლიერებს საქანელას რხევას ადგომით და ჩაცუცქვით. ბავშვის მასათა ცენტრის ტრექტორია ილუსტრირებულია ნახატზე. საქანელას ბრუნვის ღერძიდან ამდგარი ბავშვის მასათა ცენტრამდე მანძილი იყოს r_u , ხოლო ჩაცუცქული ბავშვის მასათა ცენტრამდე - r_d . r_d მანძილის შეფარდება r_u მანძილთან იყოს $2^{1/15}$.

ანალიზის გასამარტივებლად დავუშვათ, რომ საქანელა უმასოა, რხევის ამპლიტუდა საკმარისად მცირეა და ბავშვის მასა თავმოყრილია მასათა ცენტრში. დავუშვათ აგრეთვე, რომ ადგომისა და ჩაცუცქვის დროები ბევრჯერ ნაკლებია რხევის პერიოდზე და ამიტომ მივიჩნით, რომ ჩაცუცქვა მყისიერად ხდება საქანელას კიდურა მდებარეობებში და ადგომა მყისიერად ხდება წონასწორობის მდებარეობის გავლისას.

განსაზღვრეთ, რამდენი რხევის შემდეგ გაიზრდება საქანელას რხევის ამპლიტუდა (ან მაქსიმალური კუთხური სიჩქარე) ორჯერ.



ამოცანა 3

სამი ცილინდრი დახრილ სიბრტყეზე (8 ქულა)

სამი ერთნაირი მასის, სიგრძის და გარე რადიუსის ცილინდრი დევს ჰორიზონტისადმი α კუთხით დახრილ სიბრტყეზე. საწყის მომენტში ისინი უძრავია. დახრილ სიბრტყესა და ცილინდრებს შორის ხახუნის კოეფიციენტია μ . პირველი ცილინდრი მილია, მეორე - მასიური. მესამე ცილინდრი ისეთივე მილია, როგორც პირველი, ოღონდ სიღრუე სავსეა სითხით. ამ სითხისა და ცილინდრის კედლის სიმკვრივეები ერთნაირია. სითხით სავსე სიღრუე დახურულია თხელი სახურავებით. სახურავების მასებსა და სითხის ხახუნს ცილინდრთან ნუ გაითვალისწინებთ. პირველი ცილინდრის ნივთიერების სიმკვრივე ρ - ჯერ მეტია მეორე და მესამე ცილინდრების ნივთიერებათა სიმკვრივეზე.

- ა) იპოვეთ ცილინდრების ღერძების აჩქარებები უსრიალოდ გორვისას და შეადარეთ ისინი ერთმანეთს. (3,5 ქულა)
- ბ) განსაზღვრეთ, რა პირობა უნდა შესრულდეს, რომ არც ერთი ცილინდრი არ სრიალებდეს. (1,5 ქულა)
- გ) იპოვეთ ცილინდრების კუთხური აჩქარებები სრიალით გორვისას და შეადარეთ ისინი ერთმანეთს. (1,5 ქულა)
- დ) განსაზღვრეთ სითხისა და მესამე ცილინდრის ურთიერთქმედების ძალა (მოდული და მიმართულება) სრიალით გორვისას, თუ სითხის მასა m_0 ცნობილია. (1,5 ქულა)

ამოცანა 4

რაკეტის მოძრაობა (10 ქულა)

რაკეტას ისვრიან ჩრდილოეთ პოლუსიდან და იგი ხვდება სამიზნეს φ განედის მქონე წერტილში ($\varphi > 0$ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს წერტილებისათვის, $\varphi < 0$ სამხრეთი ნახევარსფეროსთვის). დედამიწის ბრუნვა თავისი ღერძისა და მზის გარშემო უგულებელყავით. რაკეტის მოძრაობა ხდება მხოლოდ სიმძიმის ძალის მოქმედებით.

ა) დაამტკიცეთ, რომ ელიფსზე მოძრავი რაკეტის სრული ენერჯია a დიდ ნახევარღერძს უკავშირდება ფორმულით $E = -G \frac{mM}{2a}$, სადაც m რაკეტის მასაა, ხოლო M - დედამიწის. (2 ქულა)

ბ) იპოვეთ ჰორიზონტისადმი რა α კუთხით უნდა გავისროლოთ რაკეტა, რომ ეს მოხდეს მინიმალური საწყისი სიჩქარით. გამოსახეთ იგი φ კუთხით. (3 ქულა)

გ) იპოვეთ ეს მინიმალური სიჩქარე. გამოსახეთ იგი დედამიწის ზედაპირზე თავისუფალი ვარდნის g აჩქარებით, დედამიწის R რადიუსითა და α კუთხით.

(1 ქულა)

დ) რა მაქსიმალურ სიმაღლეზე ავა რაკეტა მოძრაობისას? გამოსახეთ იგი დედამიწის R რადიუსითა და φ კუთხით. (3 ქულა)

ე) რა φ კუთხეს შეესაბამება მაქსიმალური სიმაღლის ყველაზე დიდი და პატარა მნიშვნელობები? რისი ტოლია ეს მნიშვნელობები? (1 ქულა)