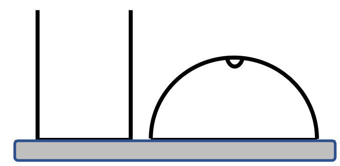
ფიზიკა. II ტური. 2019-2020 სასწავლო წელი. X კლასი



1. **(2 ქულა)** გვაქვს ტოლი მოცულობის ორი ჭურჭელი: ერთი ცილინდრული, მეორე კი - ნახევარსფერული (იხ. ნახ.). ისინი ბოლომდე აავსეს წყლით. განსაზღვრეთ, რამდენჯერ განსხვავდება ჭურჭლების ფსკერზე სითხის დაწოლის ძალები. ატმოსფერულ წნევას ნუ გაითვალისწინებთ.

ამოხსნა:

შემოვიღოთ აღნიშვნები: წყლის სიმკვრივე აღვნიშნოთ ρ-თი, თითოეული ჭურჭლის მოცულობა - V-თი, ნახევარსფეროს რადიუსი - R-ით. მაშინ $V = \frac{2}{3}\pi R^3$. წნევა მეორე ჭურჭლის ფსკერზე არის $\rho g R$, ხოლო წნევის ძალა - $\rho g R \cdot \pi R^2 = \frac{3}{2}\rho g V$. **(1 ქულა)** პირველი, ცილინდრული ფორმის ჭურჭლის ფსკერზე დაწოლის ძალა, ცხადია, $\rho g V$-ს ტოლია.

შესაბამისად, მეორე ჭურჭლის ფსკერზე სითხის დაწოლის ძალა $\frac{3}{2}$-ჯერ მეტია პირველთან შედარებით. **(1 ქულა)**

2. (3 ქულა) თავდაპირველად უძრავმა ავტომობილმა გარკვეული დრო იმოძრავა წრფივად და თანაბარაჩქარებულად. ამ დროის შუალედის შუა მომენტში სიჩქარე იყო v_1, ხოლო გავლილი გზის შუა წერტილში კი - v_2. აღმოჩნდა, რომ $|v_1 - v_2| = 1{,}0\ \frac{მ}{წმ}$. განსაზღვრეთ ავტომობილის საბოლოო სიჩქარე.

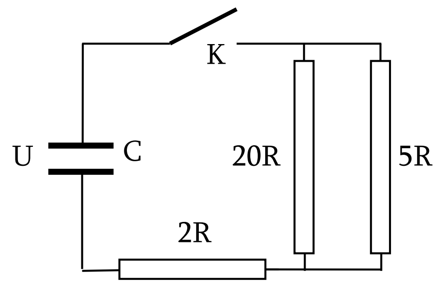
ამოხსნა:

საძიებელი სიჩქარე აღვნიშნოთ v-თი. რადგან ავტომობილის საწყისი სიჩქარე ნულის ტოლია, მისი სიჩქარე, ერთის მხრივ, დროის პირდაპირპროპორციულად იზრდება, ხოლო მეორეს მხრივ იგი იზრდება გავლილი მანძილიდან კვადრატული ფესვის პირდაპირპროპორციულად. ამიტომ გვაქვს:

$v_1 = v/2$ (1 ქულა) და $v_2 = v/\sqrt{2}$ (1 ქულა). აქედან $\frac{v}{\sqrt{2}} - \frac{v}{2} = 1$ და

$v = 2\sqrt{2} + 2 = 4{,}8\ \frac{მ}{წმ}$. (1 ქულა)

3. (5 ქულა) სქემაზე ნაჩვენები C ტევადობის კონდენსატორი დამუხტულია U ძაბვამდე. K ჩამრთველის ჩართვის შემდეგ კონდენსატორმა დაიწყო განმუხტვა წინაღობებზე.



1) განსაზღვრეთ წრედის წინაღობა.

2) განსაზღვრეთ განმუხტვის პროცესში 2R წინაღობაზე გამოყოფილი სიმძლავრის შეფარდება 20R წინაღობაზე გამოყოფილ სიმძლავრესთან - P_2/P_{20}

3) განსაზღვრეთ 5R წინაღობაზე გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა იმ მომენტისთვის, როდესაც კონდენსატორი განმუხტული იყო U/2 ძაბვამდე.

ამოხსნა:

1) 20R და 5R წინაღობები ერთმანეთთან პარალელურადაა მიერთებული, 2R წინაღობა კი - მიმდევრობით მათთან. ამიტომ წრედის წინაღობაა

$R_{წრ} = 2R + \frac{20R.5R}{20R+5R} = 6R$. **(1 ქულა)**

2) დავუშვათ, დროის გარკვეულ მომენტში 20R წინაღობაში დენის ძალაა I. მაშინ მასთან პარალელურად მიერთებულ 5R წინაღობაში დენის ძალა იქნება 4I, ხოლო 2R წინაღობაში - ამ დენების ჯამი, ანუ 5I. **(1 ქულა)**

შესაბამისი სიმძლავრეებია $P_{20} = 20\,I^2R$, $P_5 = 80\,I^2R$ და $P_2 = 50\,I^2R$ და, ცხადია, ამ სიმძლავრეების შეფარდება არ არის დამოკიდებული დროის მომენტის შერჩევაზე. ამიტომ $P_2/P_{20} = 5/2$. **(1 ქულა)**

3) კონდენსატორის საწყისი ენერგიაა $CU^2/2$, ხოლო U/2 ძაბვამდე განმუხტვის მომენტში - $CU^2/8$. ამ მომენტისათვის წრედში გამოიყოფოდა $CU^2/2 - CU^2/8 = 3\,CU^2/8$ სითბოს რაოდენობა. **(1 ქულა)**

სიმძლავრეთა ფორმულებიდან ჩანს, რომ 5R წინაღობაზე გამოიყოფოდა სითბოს ამ რაოდენობის 8/15, ანუ $Q_5 = CU^2/5$. **(1 ქულა)**

4. (5 ქულა) ნივთიერების გარკვეულ რაოდენობას გადასცემენ სითბოს და გადაჰყავთ მყარიდან თხევად მდგომარეობაში. გამათბობლის სიმძლავრე მუდმივია. დროის სხვადასხვა მომენტში ზომავენ ნივთიერების ტემპერატურას. გაზომვების შედეგები მოყვანილია ცხრილში:

τ, წთ	0	5	10	15	20	25	30	35
t, °C	60	100	110	110	110	110	112	132

შეაფასეთ ნივთიერების კუთრი სითბოტევადობა თხევად მდგომარეობაში და დნობის კუთრი სითბო. ნივთიერების კუთრი სითბოტევადობა მყარ მდგომარეობაში არის 1 კჯ/კგ.K. სითბოს დანაკარგები უგულებელყავით.

ამოხსნა:

ცხრილიდან ჩანს, რომ ტემპერატურა დროის გარკვეულ შუალედში უცვლელია და 110°C - ის ტოლია. რადგან ნივთიერება გადაჰყავთ მყარიდან თხევად მდგომარეობაში, ამ ნივთიერების დნობის ტემპერატურა 110°C ყოფილა. **(1 ქულა)**

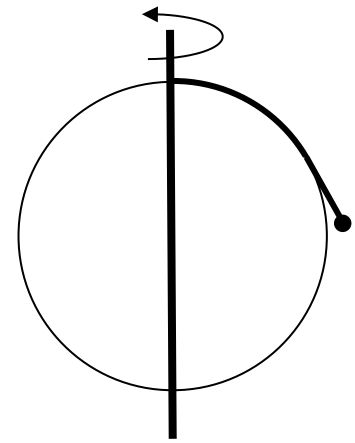
მყარ მდგომარეობაში სხეულის ტემპერატურა 40°C - ით გაიზარდა (და გახდა 100°C - ის ტოლი) 5 წუთის განმავლობაში (0 - დან 5 წუთამდე), ამიტომ დარჩენილი 10°C მოემატებოდა 1,25 წუთში. შესაბამისად, დნობა დაწყებულა 6,25 წთ დროის მომენტში. **(1 ქულა)**

ანალოგიურად, თხევად მდგომარეობაში სხეულის ტემპერატურა 20°C - ით გაიზარდა (112°C - დან 132°C - მდე) ასევე 5 წუთის განმავლობაში (30 - დან 35 წუთამდე), ამიტომ დნობის დასრულების შემდეგ 2°C მოემატებოდა 0,5 წუთში. შესაბამისად, დნობა დასრულებულა 29,5 წთ დროის მომენტში. **(1 ქულა)**

რადგან თხევადი ნივთიერების ტემპერატურა ორჯერ ნელა იზრდება, ამ მდგომარეობაში მისი კუთრი სითბოტევადობა ორჯერ მეტია, ვიდრე მყარში და ტოლია 2 კჯ/კგ.K - ის. **(1 ქულა)**

დნობის პროცესი გრძელდებოდა 29,5 – 6,25 = 23,25 წუთი. ყოველი კილოგრამის მიერ ერთ წუთში მიღებულ სითბოს ვიპოვით, მაგალითად, თხევად მდგომარეობაში გათბობის განხილვით: 2·20:5=8 (კჯ). გადნობის პროცესში ყოველი კილოგრამის მიღებული სითბო ყოფილა: 8·23,25=186 (კჯ), ამიტომ დნობის კუთრი სითბოა 186 კჯ/კგ. **(1 ქულა)**

5. (5 ქულა) სფერო ω კუთხური სიჩქარით ბრუნავს ცენტრზე გამავალი ვერტიკალური ღერძის გარშემო (იხ. ნახ.). სფეროს ზედა წერტილში მიბმულია ძაფის ერთი ბოლო, ხოლო ძაფის მეორე ბოლოზე მიბმულია ბურთულა. ძაფის სიგრძე სფეროს დიდი წრეწირის სიგრძის 1/4 ნაწილის ტოლია. ბრუნვისას სფეროს ზედაპირზე დევს ძაფის სიგრძის 2/3 ნაწილი. განსაზღვრეთ სფეროს რადიუსი. თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g.



ამოხსნა:

მოყვანილია ნახატი ძალების და კუთხეების მითითებით

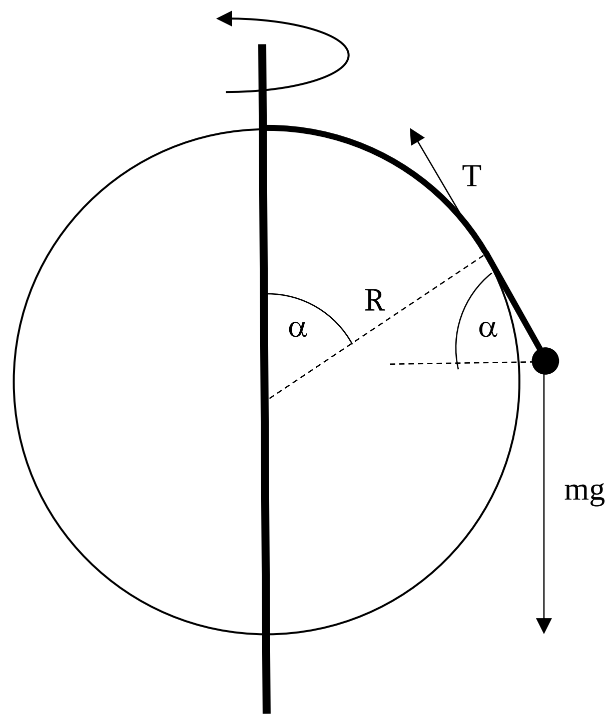
ძაფის სიგრძეა $L = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$,

ძაფის სფეროზე დადებული ნაწილის სიგრძეა $L_1 = \frac{2}{3} L = \frac{\pi R}{3}$,

სფეროს მოშორებული ნაწილის სიგრძეა $L_2 = \frac{1}{3} L = \frac{\pi R}{6}$.

$$\alpha = \frac{L_1}{R} = \frac{\pi}{3} = 60^\circ$$

(1 ქულა)



ბურთულა მოძრაობს წრეწირზე, რომლის რადიუსია

$$r = R\sin\alpha + L_2\cos\alpha = \frac{R}{12}\left(6\sqrt{3} + \pi\right)$$

(1 ქულა)

ნიუტონის კანონის გამოყენებით მიიღება, რომ $a = g \cdot \mathrm{ctg}\alpha = \frac{g\sqrt{3}}{3}$.

ნახატი ძალების და კუთხეების მითითებით ან ტოლქმედი ძალის სწორად გამოსახვით - 1 ქულა

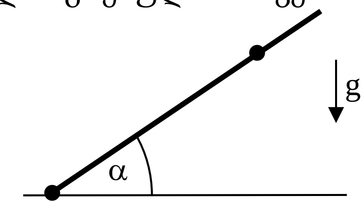
ფორმულის მიღება - 1 ქულა

$a = \omega^2 r$ ფორმულის გამოყენებით მიიღება, რომ

$$R = \frac{4g\sqrt{3}}{\omega^2\left(6\sqrt{3} + \pi\right)}$$

(1 ქულა)

6. **(5 ქულა)** ჰორიზონტისადმი α კუთხით დახრილ არაგამტარ გლუვ ღეროზე ირხევა დამუხტული მძივის მარცვალი. ღეროს ქვედა ბოლოში დამაგრებულია იმავე ნიშნით დამუხტული პატარა ბურთულა (იხ. ნახ.). მძივის რხევის პროცესში მისი დაშორება დამაგრებულ მუხტამდე იცვლება მინიმალური r მნიშვნელობიდან მაქსიმალურ R მნიშვნელობამდე.



1) განსაზღვრეთ მძივის სრული პოტენციალური ენერგია დამაგრებული მუხტიდან x მანძილზე. გამოსახეთ ის მძივის m მასით, თავისუფალი ვარდნის g აჩქარებით, R , r, α და x სიდიდეებით.

2) განსაზღვრეთ, დამაგრებული მუხტიდან რა მანძილზეა მძივის სიჩქარე მაქსიმალური.

3) განსაზღვრეთ მძივის მაქსიმალური სიჩქარე.

ამოხსნა:

1) დამაგრებული მუხტი იყოს Q, ხოლო მძივის მარცვლის მუხტი იყოს q.

$$E_{პოტ} = mgx\sin\alpha + \frac{kQq}{x}$$

(1 ქულა)

დამაგრებული მუხტიდან მინიმალურ და მაქსიმალურ მანძილზე მძივის მარცვლის სიჩქარეები ნულის ტოლია. ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად, გვაქვს

$$mgr\sin\alpha + \frac{kQq}{r} = mgR\sin\alpha + \frac{kQq}{R}$$

აქედან მიიღება, რომ kQq=mgRrsinα და ამიტომ

$$E_{პოტ} = mgx\sin\alpha + \frac{mgRr\sin\alpha}{x} = mg\sin\alpha\left(x + \frac{Rr}{x}\right)$$

(1 ქულა)

2) მძივის მარცვლის სიჩქარე მაქსიმალურია წონასწორობის მდებარეობის გავლისას.

(1 ქულა)

$$mg\sin\alpha = \frac{kQq}{x^2}$$

kQq=mgRrsinα შედეგის გათვალისწინებით მიიღება, რომ $x = \sqrt{Rr}$

(1 ქულა)

შენიშვნა: შესაძლოა ამოხსნაში გამოყენებული იყოს ის ფაქტი, რომ მძივის მარცვლის სიჩქარე მაქსიმალურია, როდესაც პოტენციალური ენერგია მინიმალურია. ამ გზით ამოხსნაც შეფასდება ჯამში 2 ქულით.

3) ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად, გვაქვს

$$mg\sin\alpha(R + r) = mg\sin\alpha\left(\sqrt{Rr} + \frac{Rr}{\sqrt{Rr}}\right) + \frac{mv_{\text{მაქს}}^2}{2}$$

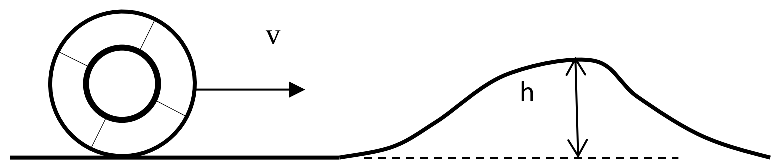
საიდანაც

$$v_{\text{მაქს}} = \sqrt{2g\sin\alpha\left(R - 2\sqrt{Rr} + r\right)} = \sqrt{2g\sin\alpha}\left(\sqrt{R} - \sqrt{r}\right)$$

(1 ქულა)

ფიზიკა. II ტური. 2019-2020 სასწავლო წელი. XI-XII კლასები

1. (3 ქულა) ბორბალი დამზადებულია საერთო ცენტრის მქონე ტოლი მასის ორი რგოლისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია უმასო სპიცებით (იხ. ნახ.). გარე რგოლის რადიუსი ორჯერ მეტია შიდა რგოლის რადიუსზე. რა მინიმალური v სიჩქარით უნდა გავაგოროთ ბორბალი, რომ ის გადაგორდეს h სიმაღლის გორაკზე? ბორბალი არ ვარდება, არ სრიალებს და არ ხტუნავს ზედაპირზე.



ამოხსნა:

რადგან გასრიალება არ ხდება, ამიტომ გარე რგოლის ბრუნვის სიჩქარეა v. მაშინ შიგა რგოლის ბრუნვის სიჩქარე იქნება v/2. (1 ქულა)

თითოეული რგოლის მასა იყოს m. ბორბლის კინეტიკური ენერგიაა გადატანითი მოძრაობის ენერგიისა და ბრუნვის ენერგიის ჯამი:

$$E_{კინ} = \frac{2mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{m(v/2)^2}{2} = \frac{13mv^2}{8}$$

(1 ქულა)

ბორბალი გორაკზე გადაგორდება თუ ააღწევს ზედა წერტილს რაგინდ მცირე სიჩქარით. ზღვრულ შემთხვევაში ზედა წერტილში ბორბლის სიჩქარეს ნულის ტოლად ჩავთვლით. ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად, მიიღება

$$\frac{13mv^2}{8} = 2mgh \;\Rightarrow\; v = 4\sqrt{\frac{gh}{13}}$$

(1 ქულა)

2. (3 ქულა) უმასო ზამბარაზე ჩამოკიდებული ბურთულას ვერტიკალური რხევის პერიოდი 3 წმ-ია. ბურთულას ქვევით წონასწორობის მდებარეობიდან ამპლიტუდის ნახევრის ტოლ მანძილზე მოათავსეს ჰორიზონტალური ფილა, რომელსაც ბურთულა პერიოდულად ეჯახება. დაჯახებები აბსოლუტურად დრეკადად ჩათვალეთ. განსაზღვრეთ, რისი ტოლი გახდა რხევის პერიოდი.

ამოხსნა:

თავდაპირველი პერიოდი აღვნიშნოთ T_0-ით. ფილას მოთავსების შემდეგ, ყოველი რხევისას, წონასწორობის ზევით მოძრაობის დრო იქნება $T_0/2$. **(1 ქულა)**

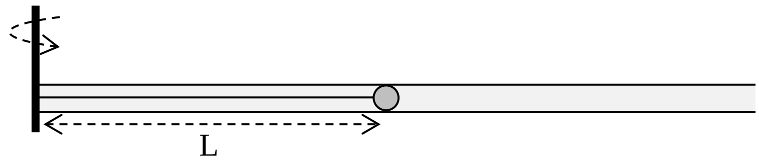
წონასწორობიდან ქვევით A ამპლიტუდის ნახევრის გავლის t დრო განისაზღვრება განტოლებიდან $\frac{A}{2} = A\sin\frac{2\pi t}{T_0}$. **(1 ქულა)**

ამ განტოლებიდან მიიღება, რომ $t = T_0/12$, ხოლო ახალი პერიოდი იქნება

$$T = \frac{T_0}{2} + 2t = \frac{2T_0}{3}$$

(1 ქულა)

3. **(3 ქულა)** გლუვ მილში, რომელიც ბრუნავს ჰორიზონტალურ სიბრტყეში გარკვეული მუდმივი კუთხური სიჩქარით ერთ-ერთი ბოლოს გარშემო, L სიგრძის ძაფითაა მიბმული მცირე ზომის ბურთულა, როგორც ნახატზეა ნაჩვენები. ძაფი გაწყდა და ბურთულამ დაიწყო თავისუფლად მოძრაობა მილში. განსაზღვრეთ იმ კუთხის ტანგენსი, რომელსაც ქმნის ბურთულას სიჩქარის ვექტორი მილთან, ბრუნვის ცენტრიდან 2L მანძილზე.



ამოხსნა:

მილის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე იყოს ω, ხოლო ბურთულას მასა იყოს m. განვიხილოთ ბურთულას მოძრაობა მილის მიმართ ძაფის გაწყვეტის შემდეგ. ბურთულაზე, როდესაც ის ბრუნვის ღერძიდან x მანძილზეა, მოქმედებს ცენტრიდან გამტყორცნი ძალა $F = m\omega^2 x$. **(1 ქულა)**

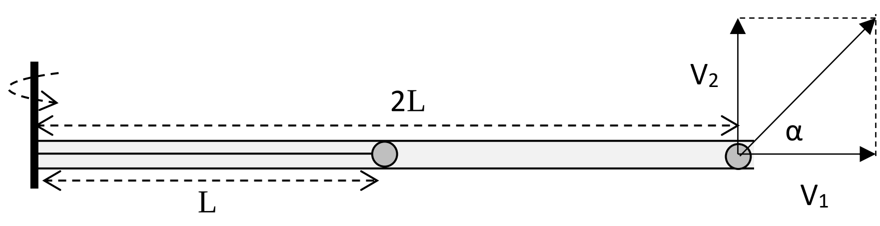
ამ ძალის მუშაობა ტოლია ბურთულას შეძენილი კინეტიკური ენერგიის. ძალა წრფივად იცვლება გავლილი მანძილის მიხედვით, ამიტომ საშუალო ძალა იქნება საწყისი და საბოლოო ძალების საშუალო არითმეტიკულის ტოლი.

$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{m\omega^2 L + 2m\omega^2 L}{2} \cdot L \quad \Rightarrow \quad v_1 = \sqrt{3}\omega L$ **(1 ქულა)**

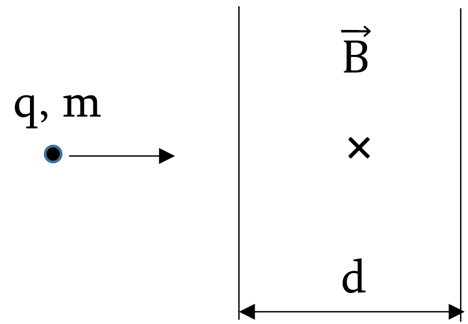
მილის ის წერტილი, სადაც იმყოფება ბურთულა, დედამიწის მიმართ მოძრაობს $v_2 = 2\omega L$ სიჩქარით. ნაპოვნი ორი სიჩქარე ურთიერთმართობულადაა მიმართული და მათი ვექტორული ჯამია დედამიწასთან დაკავშირებულ ათვლის სისტემაში ბურთულას სიჩქარე. გამომდინარე აქედან საძებნი კუთხის ტანგენსისათვის მიიღება:

$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

(1 ქულა)



4. (3 ქულა) თავდაპირველად უძრავმა ალფა ნაწილაკმა, რომლის მასაა m, ხოლო მუხტია q, გაირბინა U პოტენციალთა სხვაობის ამაჩქარებელი ელექტრული ველი. ამის შემდეგ ნაწილაკი შეიჭრა B ინდუქციის ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში, რომელსაც უკავია d სიგანის არე ($\sqrt{2mU/q} > Bd$). ნაწილაკის შეძენილი სიჩქარე მართობულია როგორც მაგნიტური ველის ინდუქციის, ასევე არის საზღვრის (იხ. ნახ.). განსაზღვრეთ ნაწილაკის იმპულსის ცვლილების მოდული ამ არის გავლისას.



ამოხსნა:

ვიპოვოთ ელექტრული ველის მოქმედებით ნაწილაკის მიერ შეძენილი სიჩქარე:

$$qU = \frac{mv^2}{2} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

ვიპოვოთ რა რადიუსის რკალზე მოძრაობს ნაწილაკი მაგნიტურ ველში:

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{mv}{qB} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

(1 ქულა)

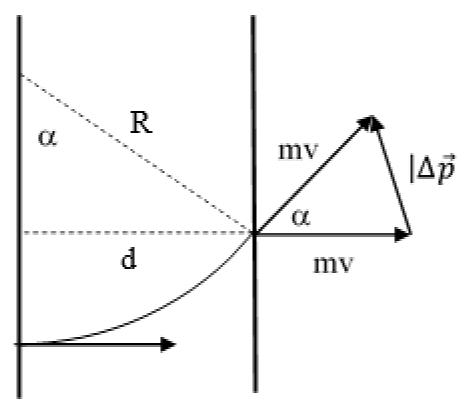
მოცემული პირობის თანახმად, R>d, მაშასადამე, ნაწილაკმა შემოწერა წრეწირის რკალის მეოთხედზე ნაკლები და გავიდა მაგნიტური ველიდან ისე, როგორც ნახატზეა მოყვანილი: **(სწორი ნახატისათვის 1 ქულა)**

ნახატის გამოყენებით მიიღება:

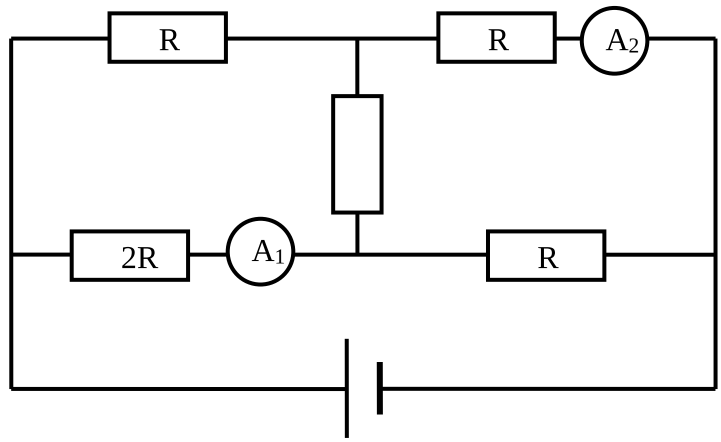
$$|\Delta\vec{p}| = mv\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$$

სადაც $\cos\alpha = \frac{\sqrt{R^2-d^2}}{R}$

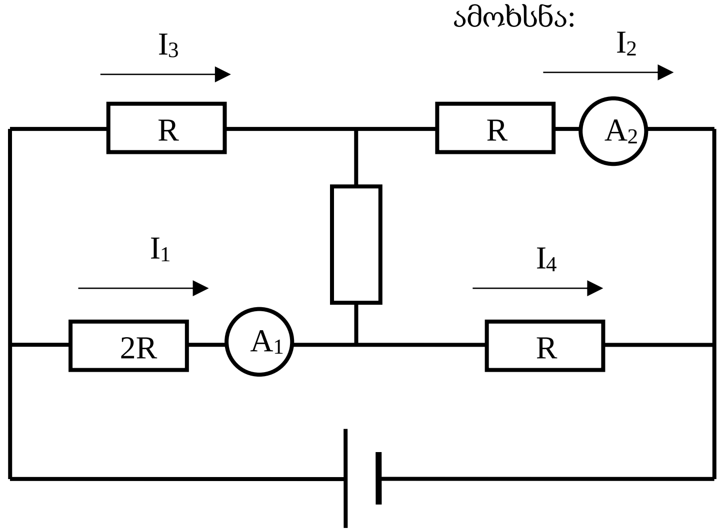
(1 ქულა)



5. **(3 ქულა)** ორი იდეალური ამპერმეტრი ჩართულია წრედში, როგორც ნაჩვენებია ნახატზე. პირველი ამპერმეტრის ჩვენებაა 0,2 ა. განსაზღვრეთ მეორე ამპერმეტრის ჩვენება.



ამოხსნა:



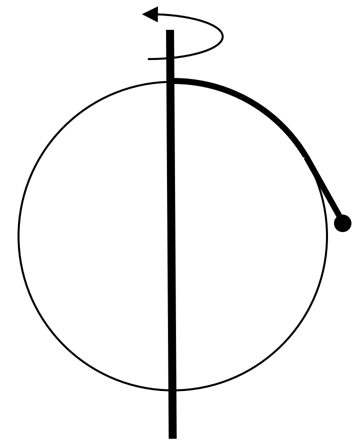
$$\mathrm{I}_1 + \mathrm{I}_3 = \mathrm{I}_2 + \mathrm{I}_4$$ **(1 ქულა)**

$$\mathrm{I}_3\mathrm{R} + \mathrm{I}_2\mathrm{R} = \mathrm{I}_1 \cdot 2\mathrm{R} + \mathrm{I}_4\mathrm{R}$$ **(1 ქულა)**

ამ განტოლებათა სისტემიდან მიიღება, რომ

$$\mathrm{I}_2 = \frac{3I_1}{2} = 0{,}3 \text{ ა}$$ **(1 ქულა)**

6. (5 ქულა) სფერო ω კუთხური სიჩქარით ბრუნავს ცენტრზე გამავალი ვერტიკალური ღერძის გარშემო (იხ. ნახ.). სფეროს ზედა წერტილში მიბმულია ძაფის ერთი ბოლო, ხოლო ძაფის მეორე ბოლოზე მიბმულია ბურთულა. ძაფის სიგრძე სფეროს დიდი წრეწირის სიგრძის 1/4 ნაწილის ტოლია. ბრუნვისას სფეროს ზედაპირზე დევს ძაფის სიგრძის 2/3 ნაწილი. განსაზღვრეთ სფეროს რადიუსი. თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g.



ამოხსნა:

მოყვანილია ნახატი ძალების და კუთხეების მითითებით

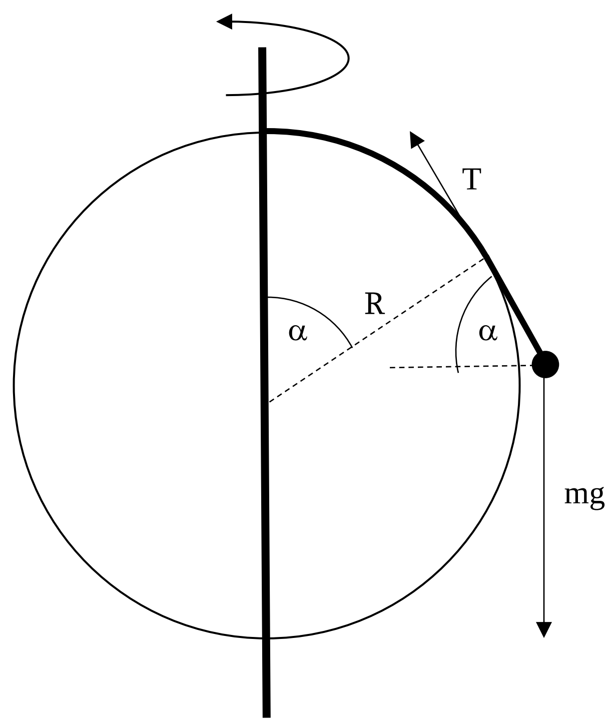
ძაფის სიგრძეა $L = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$,

ძაფის სფეროზე დადებული ნაწილის სიგრძეა $L_1 = \frac{2}{3}L = \frac{\pi R}{3}$,

სფეროს მოშორებული ნაწილის სიგრძეა $L_2 = \frac{1}{3}L = \frac{\pi R}{6}$.

$$\alpha = \frac{L_1}{R} = \frac{\pi}{3} = 60°$$

(1 ქულა)



ბურთულა მოძრაობს წრეწირზე, რომლის რადიუსია

$$r = R\sin\alpha + L_2\cos\alpha = \frac{R}{12}\left(6\sqrt{3} + \pi\right)$$

(1 ქულა)

ნიუტონის კანონის გამოყენებით მიიღება, რომ $a = g \cdot \mathrm{ctg}\alpha = \frac{g\sqrt{3}}{3}$.

ნახატი ძალების და კუთხეების მითითებით ან ტოლქმედი ძალის სწორად გამოსახვით - 1 ქულა

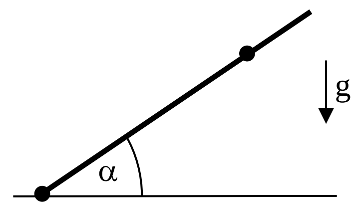
ფორმულის მიღება - 1 ქულა

$a=\omega^2 r$ ფორმულის გამოყენებით მიიღება, რომ

$$R = \frac{4g\sqrt{3}}{\omega^2\left(6\sqrt{3} + \pi\right)}$$

(1 ქულა)

7. **(5 ქულა)** ჰორიზონტისადმი α კუთხით დახრილ არაგამტარ გლუვ ღეროზე ირხევა დამუხტული მძივის მარცვალი. ღეროს ქვედა ბოლოში დამაგრებულია იმავე ნიშნით დამუხტული პატარა ბურთულა (იხ. ნახ.). მძივის რხევის პროცესში მისი დაშორება დამაგრებულ მუხტამდე იცვლება მინიმალური r მნიშვნელობიდან მაქსიმალურ R მნიშვნელობამდე.



1) განსაზღვრეთ მძივის სრული პოტენციალური ენერგია დამაგრებული მუხტიდან x მანძილზე. გამოსახეთ ის მძივის m მასით, თავისუფალი ვარდნის g აჩქარებით, R , r, α და x სიდიდეებით.

2) განსაზღვრეთ, დამაგრებული მუხტიდან რა მანძილზეა მძივის სიჩქარე მაქსიმალური.

3) განსაზღვრეთ მძივის მაქსიმალური სიჩქარე.

ამოხსნა:

1) დამაგრებული მუხტი იყოს Q, ხოლო მძივის მარცვლის მუხტი იყოს q.

$$E_{პოტ} = mgx\sin\alpha + \frac{kQq}{x}$$

(1 ქულა)

დამაგრებული მუხტიდან მინიმალურ და მაქსიმალურ მანძილზე მძივის მარცვლის სიჩქარეები ნულის ტოლია. ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად, გვაქვს

$$mgr\sin\alpha + \frac{kQq}{r} = mgR\sin\alpha + \frac{kQq}{R}$$

აქედან მიიღება, რომ kQq=mgRrsinα და ამიტომ

$$E_{პოტ} = mgx\sin\alpha + \frac{mgRr\sin\alpha}{x} = mg\sin\alpha\left(x + \frac{Rr}{x}\right)$$

(1 ქულა)

2) მძივის მარცვლის სიჩქარე მაქსიმალურია წონასწორობის მდებარეობის გავლისას.

(1 ქულა)

$$mg\sin\alpha = \frac{kQq}{x^2}$$

kQq=mgRrsinα შედეგის გათვალისწინებით მიიღება, რომ $x = \sqrt{Rr}$

(1 ქულა)

შენიშვნა: შესაძლოა ამოხსნაში გამოყენებული იყოს ის ფაქტი, რომ მძივის მარცვლის სიჩქარე მაქსიმალურია, როდესაც პოტენციალური ენერგია მინიმალურია. ამ გზით ამოხსნაც შეფასდება ჯამში 2 ქულით.

3) ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად, გვაქვს

$$\mathrm{mg}\sin\alpha(\mathrm{R}+\mathrm{r}) = \mathrm{mg}\sin\alpha\left(\sqrt{\mathrm{Rr}}+\frac{\mathrm{Rr}}{\sqrt{\mathrm{Rr}}}\right)+\frac{\mathrm{mv}_{\text{მაქს}}^2}{2}$$

საიდანაც

$$\mathrm{v}_{\text{მაქს}} = \sqrt{2\mathrm{g}\sin\alpha\left(\mathrm{R}-2\sqrt{\mathrm{Rr}}+\mathrm{r}\right)} = \sqrt{2\mathrm{g}\sin\alpha}\left(\sqrt{\mathrm{R}}-\sqrt{\mathrm{r}}\right)$$

(1 ქულა)