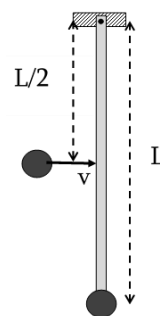


ფიზიკა. X კლასი.

III ტური. 2021-2022 სასწავლო წელი.

1. (4 ქულა) უმასო ღეროზე მიმაგრებულია ბურთულა. ღეროს შუა წერტილში ღეროს მართობულად ეჯახება v სიჩქარით მოძრავი მეორე ისეთივე ბურთულა. შეჯახება აბსოლუტურად დრეკადია. განსაზღვრეთ ღეროზე მიმაგრებული ბურთულას სიჩქარე უშუალოდ შეჯახების შემდეგ. დაჯახების დროში ღერო ვერ ასწრებს შესამჩნევ გადახრას.



ამოხსნა:

რადგან ღერო უმასოა, მასზე მოქმედი ძალების ჯამური მომენტი ნულის ტოლი უნდა იყოს. აქედან გამომდინარეობს, რომ დაჯახებულ ბურთულაზე მოქმედი F_1 ძალა 2-ჯერ მეტია ღეროზე მიმაგრებულ ბურთულაზე მოქმედ F_2 ძალასთან შედარებით: $F_1 = 2F_2$. (1 ქულა)

ვიყენებთ სხეულებისათვის ნიუტონის მეორე კანონს:

$$-F_1 t = mv_1 - mv, \quad F_2 t = mv_2$$

სადაც t დაჯახების მცირე დროა, ხოლო v_1 და v_2 ბურთულების სიჩქარეებია დაჯახების შემდეგ. (1 ქულა)

ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად გვაქვს:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \quad (1 \text{ ქულა})$$

ამ ფორმულებიდან მიიღება, რომ

$$v_2 = \frac{4v}{5} \quad (1 \text{ ქულა})$$

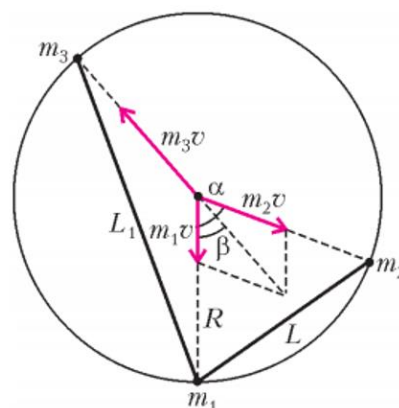
შესაძლებელია, გამოყენებული იყოს იმპულსის მომენტის და ენერგიის მუდმივობის კანონები.

2. (5 ქულა) ვერტიკალურად ასროლილი ჭურვი მაქსიმალურ სიმაღლეზე ასვლის მომენტში აფეთქდა და გაიხლიჩა სამ ნამსხვრევად, რომელთა მასებია $m_1 = 2m$, $m_2 = 3m$ და $m_3 = 4m$. ნამსხვრევების საწყისი სიჩქარეები მოდულით ერთმანეთის ტოლია. აფეთქებიდან გარკვეული დროის შემდეგ პირველ და მეორე ნამსხვრევს შორის მანძილი გახდა L . რისი ტოლი იყო ამ მომენტში მანძილი პირველ და მესამე ნამსხვრევებს შორის, თუ ამ მომენტისათვის არცერთი ნამსხვრევი მიწაზე ჯერ კიდევ არ დაცემულა? ჰაერის გავლენა და ასაფეთქებელი ნივთიერების მასა უგულებელყავით.

ამოხსნა:

უსაწყისო სიჩქარით თავისუფლად ვარდნილ ათვლის სისტემაში სამივე ნამსხვრევი მოძრაობს წრფივად და თანაბრად აფეთქების შედეგად შეძენილი სიჩქარეებით. ამასთან ნამსხვრევები მოძრაობენ ერთ სიბრტყეში, ვინაიდან მათი იმპულსების ჯამი ნულის ტოლია. ამის გამო ნამსხვრევები ნებისმიერ მომენტში იმყოფებიან წრეწირზე, რომლის ცენტრი აფეთქების წერტილია. **(1 ქულა)**

გამოვსახოთ ეს წრეწირი და მასზე ნამსხვრევების მდებარეობები პირობაში მოცემულ მომენტში ნახატზე. წრეწირის რადიუსი იყოს R , კუთხე პირველი და მეორე ნამსხვრევების მოძრაობის მიმართულებებს შორის - α , ხოლო კუთხე პირველი და მესამე ნამსხვრევების მოძრაობის მიმართულებებს შორის - $(\pi - \beta)$. საძებნი მანძილი აღნიშნულია L_1 -ით. ნახატის გამოყენებით ვწერთ:



$$L = 2R \sin \frac{\alpha}{2}, \quad L_1 = 2R \sin \frac{\pi - \beta}{2} = 2R \cos \frac{\beta}{2} \Rightarrow L_1 = \frac{L \cos \frac{\beta}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad \text{(1 ქულა)}$$

იმპულსის მუდმივობის კანონის თანახმად,

$$(m_3 v)^2 = (m_1 v)^2 + (m_2 v)^2 + 2m_1 m_2 v^2 \cos \alpha$$

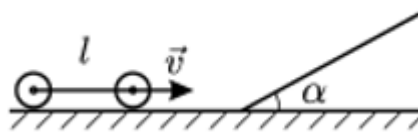
$$\text{საიდანაც } \cos \alpha = \frac{1}{4} \quad \text{(1 ქულა)}$$

$$\text{სინუსების თეორემის თანახმად, } \frac{m_2 v}{\sin \beta} = \frac{m_3 v}{\sin(\pi - \alpha)}, \text{ საიდანაც } \sin \beta = \frac{3\sqrt{15}}{16} \quad \text{(1 ქულა)}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{11}{16}, \quad \cos \frac{\beta}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos \beta}{2}} = \frac{3}{4} \sqrt{\frac{3}{2}}, \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$L_1 = \frac{3}{2} L \quad \text{(1 ქულა)}$$

3. (5 ქულა) ურიკა შედგება ბორბლების ორი წყვილისაგან (წინა და უკანა). ისინი ერთმანეთთან შეერთებულია ℓ სიგრძის აბსოლუტურად მყარი უმასო ღეროებით (იხ. ნახ.). წინა ბორბლების შემაერთებული ღერძის მასაა M , იგივეა უკანა ბორბლების შემაერთებული ღერძის მასა. ურიკის დანარჩენი ნაწილების მასა უგულებელყავით. ურიკა v სიჩქარით უახლოვდება ჰორიზონტისადმი α კუთხით დახრილ სიბრტყეს. ჰორიზონტიდან დახრილ სიბრტყეზე გადასვლა მკვეთრია. ბორბლების სიბრტყესთან დაჯახებები აბსოლუტურად არადრეკადია. ხახუნი უგულებელყავით. რა პირობას უნდა აკმაყოფილებდეს სიჩქარე, რომ ურიკა მთლიანად გადავიდეს დახრილ სიბრტყეზე და რისი ტოლი იქნება ურიკას სიჩქარე ამ მომენტში? თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g .



ამოხსნა:

თავდაპირველად სიბრტყეს ეჯახება წინა ბორბლები. დაჯახების შემდეგ წინა ბორბლები მოძრაობენ დახრილ სიბრტყეზე, ხოლო უკანა ბორბლები ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე. რადგან ხახუნი უგულებელყოფილია, ამიტომ ერთადერთი დიდი ძალა, რომლის მინიჭებულ იმპულსს დაჯახების მცირე დროში ვერ უგულებელვყოფთ, არის სიბრტყის მართობული დარტყმის ძალა. ამ დროს მუდმივი რჩება ურიკას იმპულსის გეგმილი სიბრტყის პარალელურ ღერძზე:

$$2Mv \cos \alpha = Mv_1 + Mv_2 \cos \alpha$$

სადაც v_1 და v_2 შესაბამისად წინა და უკანა ღერძის სიჩქარეებია. **(1 ქულა)**

წინა და უკანა ბორბლების შემაერთებული ღეროს სიგრძე არ იცვლება, ამიტომ

$$v_1 \cos \alpha = v_2 \quad \text{(1 ქულა)}$$

ამ განტოლებებიდან გამომდინარეობს, რომ

$$v_1 = \frac{2v \cos \alpha}{1 + \cos^2 \alpha}$$

უკანა ბორბლების სიბრტყესთან დაჯახების მომენტში წინა ღერძის სიჩქარე იყოს u_1 , უკანასი იქნება $u_1 / \cos \alpha$. ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად, გვაქვს

$$\frac{Mv_1^2}{2} + \frac{M(v_1 \cos \alpha)^2}{2} = \frac{Mu_1^2}{2} + \frac{M(u_1 / \cos \alpha)^2}{2} + Mg\ell \sin \alpha \quad \text{(1 ქულა)}$$

$$\text{აქედან } u_1 = \sqrt{\frac{4v^2 \cos^4 \alpha}{(1 + \cos^2 \alpha)^2} - \frac{2gl \sin \alpha \cos^2 \alpha}{1 + \cos^2 \alpha}}$$

გამოვიყენოთ მეორე დაჯახებისათვის სიბრტყის პარალელურ ღერძზე იმპულსის გეგმილის მუდმივობის კანონი. დაჯახების შემდეგ ორივე ღერძის სიჩქარე მოდულით ტოლია და მიმართულია დახრილი სიბრტყის პარალელურად. ეს სიჩქარე იყოს u . დაჯახების წინ წინა ღერძის სიჩქარის მოდულია u_1 და მიმართულია დახრილი სიბრტყის პარალელურად, ხოლო უკანა ღერძის სიჩქარის მოდულია $u_1 / \cos \alpha$ და მიმართულია ჰორიზონტალურად.

$$Mu_1 + M\left(\frac{u_1}{\cos \alpha}\right) \cos \alpha = 2Mu \Rightarrow u = u_1 \quad (1 \text{ ქულა})$$

იმისათვის, რომ ურიკამ შეძლოს დახრილ სიბრტყეზე გადასვლა, ფესვქვეშა გამოსახულება არაუარყოფითი უნდა იყოს:

$$v \geq \sqrt{\frac{gl \sin \alpha (1 + \cos^2 \alpha)}{2 \cos^2 \alpha}} \quad (1 \text{ ქულა})$$

4. (5 ქულა) C ტევადობის დამუხტული კონდენსატორი განიმუხტება ელემენტზე, რომლის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი უცნობია. წრედში დენის ძალა დროის განმავლობაში იცვლება კანონით: $I(t) = I_0 - at$, $0 < t < \frac{I_0}{a}$, სადაც I_0 და a დადებითი ნიშნის მუდმივებია. $t_0 = \frac{I_0}{a}$ მომენტში კონდენსატორი სრულადაა განმუხტული. განსაზღვრეთ ელემენტის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი.

ამოხსნა:

t მომენტში კონდენსატორის მუხტი ამ მომენტიდან t_0 მომენტამდე ელემენტში გავლილი მუხტის ტოლია. (1 ქულა)

ეს კი ტოლია საშუალო დენის ძალისა და გასული დროის შუალედის ნამრავლის. საშუალო დენის ძალა საწყისი და საბოლოო დენის ძალების საშუალო არითმეტიკულის ტოლია, რადგან დენის ძალა წრფივად იცვლება. (1 ქულა)

$$q = \frac{I_0 - at}{2} \cdot (t_0 - t) = \frac{a(t_0 - t)^2}{2} \quad (1 \text{ ქულა})$$

ელემენტზე ძაბვა კონდენსატორზე ძაბვის ტოლია და t მომენტში არის:

$$U = \frac{q}{C} = \frac{a(t_0 - t)^2}{2C} \quad (1 \text{ ქულა})$$

დენის ძალის გამოსახულების გათვალისწინებით ვიპოვიოთ ელემენტის ვოლტ-ამპერულ მახასიათებელს:

$$U = \frac{I^2}{2aC} \quad (1 \text{ ქულა})$$

5. (6 ქულა) ნახატზე გამოსახულ წრედში დენის წყარო და ვოლტმეტრი

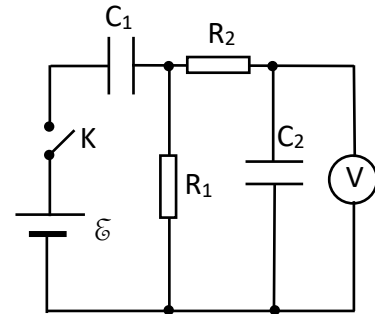
იდეალურია. ჩამრთველის ჩართვამდე

კონდენსატორები დაუმუხტავია. ვოლტმეტრმა აჩვენა,

რომ K ჩამრთველის ჩართვის შემდეგ გარკვეულ

მომენტში C_2 ტევადობის კონდენსატორზე ძაბვა

მაქსიმალურია და $\mathcal{E}/2$ -ის ტოლია.



1) განსაზღვრეთ ამ მომენტში ძაბვა C_1 ტევადობის კონდენსატორზე;

2) განსაზღვრეთ იმავე მომენტში დენის ძალა R_1 წინაღობის რეზისტორში;

3) განსაზღვრეთ კონდენსატორების მუხტები დამყარებულ რეჟიმში;

4) განსაზღვრეთ K ჩამრთველის ჩართვის შემდეგ წრედში გამოყოფილი სრული სითბოს რაოდენობა.

ამოხსნა:

1) როდესაც C_2 ტევადობის კონდენსატორზე ძაბვა მაქსიმალურია, მაშინ დენის ძალა R_2 წინაღობის რეზისტორში ნულის ტოლია. (1 ქულა)

მოცემულ მომენტში კონდენსატორზე ძაბვა $\mathcal{E}/2$ -ის ტოლია და იგივე იქნება ძაბვა R_1 წინაღობის რეზისტორზე, ამიტომ ძაბვა C_1 ტევადობის კონდენსატორზე იქნება:

$$U_{C_1} = \mathcal{E} - \mathcal{E}/2 = \mathcal{E}/2 \quad (1 \text{ ქულა})$$

2) დენის ძალა R_1 წინაღობის რეზისტორში იქნება: $I_{R_1} = \mathcal{E}/2R_1$ (1 ქულა)

3) დამყარებულ რეჟიმში დენის ძალები რეზისტორებში ნულის ტოლია, ამიტომ

$$q_{C_1} = C_1 \mathcal{E}, \quad q_{C_2} = 0 \quad (1 \text{ ქულა})$$

4) დენის წყარო ასრულებს მუშაობას, რომელიც ტოლია:

$$A = q_{C_1} \mathcal{E} \quad (1 \text{ ქულა})$$

წყაროს მუშაობის შედეგია კონდენსატორების ენერგიის გაჩენა და რეზისტორებში სითბოს გამოყოფა: $A = Q + C_1 \mathcal{E}^2/2$. საიდანაც

$$Q = C_1 \mathcal{E}^2/2 \quad (1 \text{ ქულა})$$