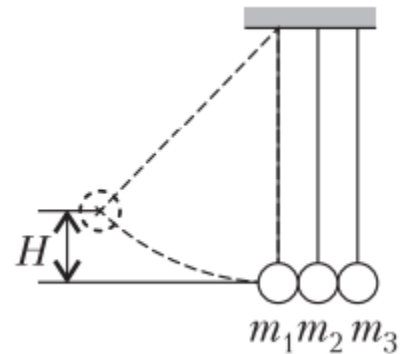


ფიზიკა. X კლასი.

III ტური. 2024-2025 სასწავლო წელი.

1. (5 ქულა) ერთნაირი ზომის მანძილზე სხვადასხვა მასის სამი ბურთული დაკიდებულია ტოლი სიგრძის ძაფებზე და ეხება ერთმანეთს. m_1 მასის ბურთული გადახარეს ისე, რომ ის აიწია H სიმაღლეზე და ხელი გაუშვეს (იხ. ნახ.). ყველა დაჯახება დრეკადია. პირველი ბურთულას მეორესთან და მეორეს მესამესთან დაჯახების შემდეგ სამივე ბურთულას აქვს მოდულით ტოლი ერთი მიმართულების იმპულსი. იპოვეთ ბურთულების მასები და რა სიმაღლეზე აიწევდა მეორე ბურთული ამ დაჯახებების შემდეგ. დაჯახებების დროში ბურთულები ვერ ასწრებენ შესამჩნევ გადაადგილებას.



ამოხსნა:

თითოეული ბურთულას საბოლოო იმპულსი იყოს p . იმპულსის მუდმივობის კანონის თანახმად, პირველი ბურთულას იმპულსი მეორე ბურთულასთან შეჯახების წინ იქნებოდა $3p$, ხოლო მეორე ბურთულას იმპულსი პირველთან დაჯახების შემდეგ, ამავდროულად მესამესთან დაჯახების წინ იქნებოდა $2p$.

გამოვიყენოთ მექანიკური ენერჯიის მუდმივობის კანონი პირველი ბურთულას მეორესთან დაჯახებისათვის: $\frac{(3p)^2}{2m_1} = \frac{(2p)^2}{2m_2} + \frac{p^2}{2m_1}$, საიდანაც მიიღება, რომ

$$m_2 = m_1/2.$$

გამოვიყენოთ მექანიკური ენერჯიის მუდმივობის კანონი მეორე ბურთულას მესამესთან დაჯახებისათვის: $\frac{(2p)^2}{2m_2} = \frac{p^2}{2m_3} + \frac{p^2}{2m_2}$, საიდანაც მიიღება, რომ

$$m_3 = m_2/3 = m_1/6.$$

პირველი ბურთულას სიჩქარე მეორე ბურთულასთან დაჯახების წინ არის $\sqrt{2gH}$, ხოლო იმპულსი $3p$, ამიტომ გვაქვს: $3p = m_1\sqrt{2gH}$, საიდანაც $p = \frac{m_1\sqrt{2gH}}{3}$.

მეორე ბურთულას იმპულსი ორი დაჯახების შემდეგ არის p . ამიტომ ორი დაჯახების შემდეგ მისი სიჩქარეა $v_2 = \frac{p}{m_2} = \frac{2\sqrt{2gH}}{3}$, ხოლო მისი ასვლის სიმაღლე იქნება

$$H_2 = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{4H}{9}$$

შეფასების სქემა: სწორადაა გამოყენებული იმპულსის მუდმივობის კანონი პირველი დაჯახებისთვის - 1 ქულა

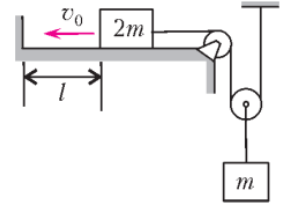
სწორადაა გამოყენებული იმპულსის მუდმივობის კანონი მეორე დაჯახებისთვის- 1 ქულა

სწორად გამოიყენა მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონი პირველი დაჯახებისთვის და იპოვა მეორე ბურთულას მასა - 1 ქულა.

სწორად გამოიყენა მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონი მეორე დაჯახებისთვის და იპოვა მესამე ბურთულას მასა - 1 ქულა.

გამოთვალა მეორე ბურთულას აწევის სიმაღლე - 1 ქულა

2. (5 ქულა) ნახატზე გამოსახულ სისტემაში საწყის მომენტში $2m$ მასის ძელაკი ვერტიკალურ კედელს დამორებულია ℓ მანძილით და მისრიალებს v_0 სიჩქარით (იხ. ნახ.). კედელთან დაჯახება აბსოლუტურად არადრეკადია. განსაზღვრეთ, საწყისი მდებარეობიდან რა მაქსიმალურ სიმაღლეზე ავა m მასის ძელაკი. ხახუნი სისტემაში, აგრეთვე ძაფისა და ჭოჭონაქების მასები უგულებელყავით. ძაფი ჩათვალით უჭიმვადად. თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g .



ამოხსნა:

კედელთან დაჯახების მომენტამდე m მასის ძელაკი ავა $\frac{\ell}{2}$ სიმაღლეზე. ამის შემდეგ ის იმოძრავეს როგორც რაღაც v სიჩქარით ვერტიკალურად ზევით ასროლილი სხეული. ამ სიჩქარის საპოვნელად გამოვიყენოთ მექანიკური ენერჯის მუდმივობის კანონი. გავითვალისწინოთ, რომ m მასის ძელაკის სიჩქარე 2-ჯერ ნაკლებია $2m$ მასის ძელაკის სიჩქარეზე.

$$\frac{2mv_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{8} = \frac{8mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + mg\frac{\ell}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{v_0^2}{4} - \frac{g\ell}{9}$$

დაჯახების შემდეგ ასვლის სიმაღლე იქნება

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{v_0^2}{8g} - \frac{\ell}{18}$$

საწყისი მდებარეობიდან ასვლის სიმაღლე იქნება

$$H = h + \frac{\ell}{2} = \frac{v_0^2}{8g} + \frac{4\ell}{9}$$

შეფასების სქემა:

ნაპოვნია დაჯახებამდე ასვლის სიმაღლე - 1 ქულა

გათვალისწინებულია, რომ m მასის ძელაკის სიჩქარე 2-ჯერ ნაკლებია $2m$ მასის ძელაკის სიჩქარეზე საწყის მომენტში - 1 ქულა

გათვალისწინებულია, რომ m მასის ძელაკის სიჩქარე 2-ჯერ ნაკლებია $2m$ მასის ძელაკის სიჩქარეზე $2m$ მასის ძელაკის კედელთან დაჯახების მომენტში - 1 ქულა

სწორადაა გამოყენებული ენერჯის მუდმივობის კანონი ან ნიუტონის მეორე კანონი m მასის ძელაკის სიჩქარის საპოვნელად $2m$ მასის ძელაკის კედელთან დაჯახების მომენტში - 1 ქულა

ნაპოვნია დაჯახების შემდეგ ასვლის სიმაღლე -1 ქულა

3. (5 ქულა) დენის წყაროსთან ჯერ R_1 წინაღობის, ხოლო მეორედ R_2 წინაღობის რეზისტორი მიაერთეს. მათზე გამოყოფილი სიმძლავრე ერთმანეთის ტოლი აღმოჩნდა. განსაზღვრეთ, რა წინაღობის რეზისტორი უნდა მივუერთოთ ამ დენის წყაროს, რომ რეზისტორში გამოყოფილი სიმძლავრე მაქსიმალური იყოს. პასუხი დაასაბუთეთ.

ამოხსნა:

დენის წყაროსთან შეერთებული რეზისტორის წინაღობა იყოს R , წყაროს შიგა წინაღობა - r , წყაროს ემ ძალა - \mathcal{E} , დენის ძალა წრედში - I , ძაბვა წყაროს მომჭერებზე - U . რეზისტორში გამოყოფილი სიმძლავრე გამოითვლება ფორმულით:

$$P=IU,$$

მაგრამ $U=IR=\mathcal{E}-Ir$, ამიტომ $P=I\mathcal{E}-I^2r$

როგორც ვხედავთ სიმძლავრე დენის ძალის კვადრატული ფუნქციაა. ამ ფუნქციის გრაფიკია პარაბოლა შტოებით ქვევით. სიმძლავრე მაქსიმალურია პარაბოლას წვეროში ანუ როდესაც $I=\mathcal{E}/2r$. ასეთი დენის ძალა წრედში მაშინ იქნება, როდესაც $R=r$. ამრიგად, ამოცანა დადის დენის წყაროს შიგა წინაღობის განსაზღვრაზე.

პირობის თანახმად გვაქვს, რომ $I_1^2 R_1 = I_2^2 R_2$ ანუ

$$\mathcal{E}^2 R_1 / (R_1 + r)^2 = \mathcal{E}^2 R_2 / (R_2 + r)^2$$

საიდანაც ადვილად მიიღება, რომ $r = \sqrt{R_1 R_2}$

საბოლოოდ, $R = r = \sqrt{R_1 R_2}$

შეფასების სქემა:

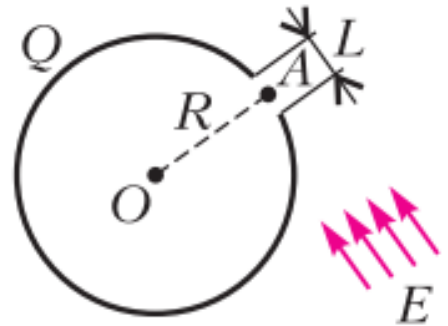
სიმძლავრე გამოსახულია, როგორც დენის ძალის ან რეზისტორის წინაღობის ფუნქცია - 1 ქულა

ნაპოვნია, რეზისტორის რომელი წინაღობისათვისაა მასში გამოყოფილი სიმძლავრე მაქსიმალური - 2 ქულა

გამოყენებულია სიმძლავრეების ტოლობის პირობა - 1 ქულა

ნაპოვნია წყაროს შიგა წინაღობა - 1 ქულა

4. (5 ქულა) დიელექტრიკის წვრილ, ხისტ, m მასისა და R რადიუსის მქონე რგოლს შეუძლია თავისუფლად ბრუნვა დამაგრებული ვერტიკალური O ღერძის გარშემო. რგოლის სიბრტყე ღერძის მართობულია. რგოლი თანაბრად დაამუხტული დადებითი ნიშნის Q მუხტით. A წერტილის მახლობლად ამოჭრილია რგოლის ძალზე მცირე უბანი ისე, რომ გაჩნდა $L \ll R$ სიგრძის ღრეჩო (იხ. ნახ.). თავდაპირველად რგოლი უძრავია. მომენტალურად შექმნეს რგოლის სიბრტყის პარალელური და OA წრფის მართობული ერთგვაროვანი ელექტრული ველი, რომლის დამაბულობის მოდულია E . განსაზღვრეთ რგოლის მაქსიმალური კუთხური სიჩქარე ამის შემდეგ.



ამოხსნა:

ამოჭრის შემდეგ რგოლი შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც Q მუხტით თანაბრად დაამუხტული მთლიანი რგოლი და რგოლის A წერტილში დამაგრებული $(-\frac{QL}{2\pi R})$ წერტილოვანი მუხტი.

რგოლს აამოძრავებს ერთგვაროვანი ელექტრული ველიდან წერტილოვან მუხტზე მოქმედი ძალა. რგოლის კუთხური სიჩქარე მაქსიმალური იქნება, როდესაც ველი შეასრულებს მაქსიმალურ მუშაობას. ეს იქნება რგოლის 90° -ით მობრუნებისას.

შეძენილი კინეტიკური ენერგია ველის მუშაობის ტოლი იქნება

$$\frac{mv^2}{2} = A$$

ველის მუშაობა იქნება $A = \frac{QL}{2\pi R} ER = \frac{QLE}{2\pi}$

$v = \omega R$ ამიტომ გვაქვს $\frac{m\omega^2 R^2}{2} = \frac{QLE}{2\pi}$, საიდანაც $\omega = \sqrt{\frac{QLE}{\pi m R^2}}$

შეფასების სქემა: ამოჭრის შემდეგ რგოლი განიხილა როგორც მთლიანი რგოლი და წერტილოვანი მუხტი - 1 ქულა

სწორია წერტილოვანი მუხტის მნიშვნელობა -1 ქულა

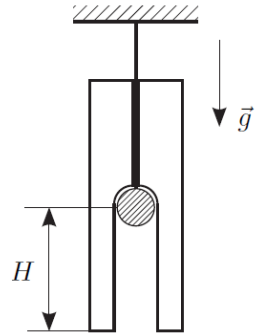
მიხვდა, რომ კუთხური სიჩქარე მაქსიმალურია 90° -ით მობრუნებისას - 1 ქულა

სწორად იპოვა წერტილოვან მუხტზე ერთგვაროვანი ელექტრული ველიდან მოქმედი ძალის მუშაობა - 1 ქულა

გაუტოლა რგოლის შეძენილი კინეტიკური ენერგია ველის მუშაობას და გამოიყენა სიჩქარის კავშირი კუთხურ სიჩქარესთან - 1 ქულა

5. (5 ქულა) ცილინდრის ფორმის ცინულის ლოლუაში

ვერტიკალური ღერძის გასწვრივ გააკეთეს ვიწრო ხვრელი. მასში გაატარეს ძაფი. ძაფის ზედა ბოლო დაამაგრეს, ხოლო ქვედა ბოლოს მიამაგრეს გაცხელებული ბურთულა. ლოლუა დაეყრდნო ბურთულას. ბურთულას ნივთიერება ძალიან კარგი თბოგამტარია. ლოლუას და ჰაერის ტემპერატურაა 0°C . ცინულის დნობის გამო ლოლუა ქვევით ეშვება და ლოლუაში ჩნდება 2 სმ^2 განივკვეთის ფართობის მქონე ცილინდრული არხი.



ცილინდრულისაგან არხის ფორმის მცირე განსხვავება უგულვებელყავით (იხ. ნახ.). გამდნარი წყალი 0°C ტემპერატურის წვეთების სახით იღვრება.

1) იპოვეთ ბურთულას საწყისი ტემპერატურა, თუ ცნობილია, რომ ლოლუამ დაშვება შეწყვიტა, როდესაც არხის სიმაღლე $H=10 \text{ სმ}$ გახდა;

2) განსაზღვრეთ ლოლუას დაშვების v_0 სიჩქარე საწყის მომენტში, თუ იმ მომენტში, როდესაც ლოლუა დაეშვა $2H/3$ -ით, მისი სიჩქარე $v=0,1 \text{ მმ/წმ}$ იყო.

ბურთულადან ლოლუასათვის ერთეულ დროში გადაცემული სითბოს რაოდენობა ბურთულას და ლოლუას ტემპერატურათა სხვაობის პირდაპირპროპორციულია. ჰაერისთვის სითბოს გადაცემა უგულვებელყავით. ბურთულას სითბოტევადობაა $59,4 \text{ ჯ/}^{\circ}\text{C}$, ცინულის დნობის კუთრი სითბოა 330 კჯ/კგ , ცინულის სიმკვრივეა 900 კგ/მ^3 .

ამოხსნა:

ვთქვათ გარკვეულ მომენტში ბურთულას ტემპერატურაა t , ხოლო არხის სიმაღლეა h . ბურთულას გაცემული სითბო მოხმარდა არხის მოცულობის მქონე ცინულის გადნობას, ამიტომ ვწერთ:

$$C(t_1 - t) = \lambda \rho S h \quad (1)$$

აქ t_1 ბურთულას საწყისი ტემპერატურაა.

1) ლოლუას დაშვების ბოლოს $t = 0^{\circ}\text{C}$, ხოლო $h=H$, ამიტომ გვაქვს

$$C t_1 = \lambda \rho S H, \quad (2)$$

საიდანაც

$$t_1 = \frac{\lambda \rho S H}{C} = 100^{\circ}\text{C}$$

2) მცირე τ დროში ბურთულადან ლოლუასათვის გადაცემული სითბო, რომელიც მოცემულ მომენტში ბურთულას ტემპერატურის და τ დროის პირდაპირპროპორციულია, ხმარდება S განივკვეთის ფართობისა და $v\tau$ სიმაღლის ცინულის გადნობას, სადაც v ლოლუას დაშვების სიჩქარეა მოცემულ მომენტში.

$$\beta \tau = \lambda \rho S v \tau \quad (3)$$

აქ β პროპორციულობის უცნობი კოეფიციენტი.

(3)-ში ჩავსვათ (1)-დან გამოსახული t :

$$v = \frac{\beta}{\lambda \rho S} \left(t_1 - \frac{\lambda \rho S h}{C} \right)$$

ამ ფორმულის თანახმად, როდესაც $h=2H/3$, მაშინ

$$v = \frac{\beta}{\lambda \rho S} \left(t_1 - \frac{2\lambda \rho S H}{3C} \right) \quad (4)$$

ხოლო როდესაც $h=0$, მაშინ

$$v_0 = \frac{\beta t_1}{\lambda \rho S} \quad (5)$$

(4) და (5) ფორმულებიდან მიიღება, რომ

$$v_0 = v / \left(1 - \frac{2\lambda \rho S H}{3C t_1} \right)$$

(2)-ის გათვალისწინებით მიიღება, რომ

$$v_0 = 3v = 0,3 \text{ მმ/წმ}$$

შეფასების სქემა: ერთმანეთთან დაკავშირებულია ბურთულას ტემპერატურა და არხის სიმაღლე - 1 ქულა

ნაპოვნია ბურთულას საწყისი ტემპერატურა - 1 ქულა

ერთმანეთთან დაკავშირებულია ბურთულას ტემპერატურა და ლოლუას დაშვების სიჩქარე - 1 ქულა

ერთმანეთთან დაკავშირებულია არხის სიმაღლე და ლოლუას დაშვების სიჩქარე - 1 ქულა

ნაპოვნია ლოლუას დაშვების საწყისი სიჩქარე - 1 ქულა