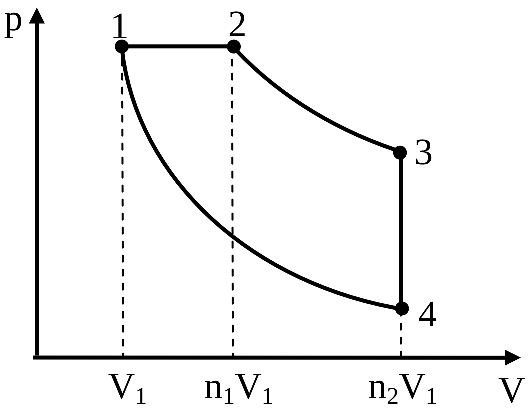
მეორე ტური ამოცანა №1

დიზელის ციკლი, რომელიც დიზელის ძრავის მუშაობას აღწერს, შედგება იზობარის, იზოქორისა და ორი ადიაბატისაგან (იხ. ნახ.). გამოსახეთ ძრავის თეორიული მქკ n_1 და n_2 პარამეტრებით. მუშა აირი მიიჩნიეთ იდეალურ აირად, რომლის ადიაბატის მაჩვენებელია γ.

(4 ქულა)



ამოხსნა:

ძრავის მქკ განისაზღვრება ფორმულით

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{მიღ}}} = \frac{Q_{\text{მიღ}} - Q_{\text{გაც}}}{Q_{\text{მიღ}}} = 1 - \frac{Q_{\text{გაც}}}{Q_{\text{მიღ}}}$$

ადვილი მისახვედრია, რომ აირი სითბოს იღებს 1-2 პროცესის დროს და გასცემს 3-4 პროცესის დროს.

$$Q_{\text{მიღ}} = \nu C_{Mp}(T_2 - T_1) = \frac{C_{Mp}\, pV_1(n_1 - 1)}{R}$$

$$Q_{\text{გაც}} = \nu C_{MV}(T_3 - T_4) = \frac{C_{MV}\, n_2 V_1 (p_3 - p_4)}{R}$$

სადაც C_{Mp} და C_{MV} აირის მოლური სითბოტევადობებია შესაბამისად მუდმივი წნევისა და მოცულობის პირობებში, ამასთან $C_{Mp}/C_{MV}=\gamma$.

ადიაბატური პროცესის განტოლების გამოყენებით მიიღება, რომ

$$p_3 = p n_1^{\gamma} n_2^{-\gamma} \qquad \text{და} \qquad p_4 = p n_2^{-\gamma}$$

ყველაფერი ამის გამოყენებით მიიღება

$$\eta = 1 - \frac{n_2^{1-\gamma}(n_1^{\gamma} - 1)}{\gamma(n_1 - 1)}$$

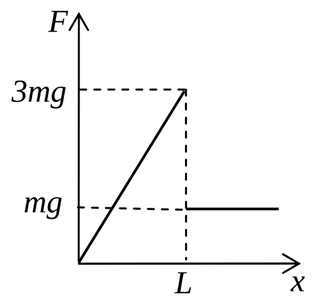
მეორე ტური ამოცანა №2

m მასისა და L სიგრძის აბსოლუტურად დრეკადი ერთგვაროვანი ძეწკვი ზედა ბოლოთი ჩამოკიდებულია მაგიდის თავზე ისე, რომ ძეწკვის ქვედა ბოლო ეხება მაგიდის ზედაპირს. ზედა ბოლო გაათავისუფლეს. დახაზეთ ძეწკვის მოძრაობისას (ვარდნისას) მის მიერ მაგიდის ზედაპირზე წარმოებული წნევის ძალის ამ მომენტისათვის ჩამოვარდნილი ნაწილის სიგრძეზე დამოკიდებულების გრაფიკი. მოიყვანეთ ამ გრაფიკის მახასიათებელი პარამეტრები.

(5 ქული)

ამოხსნა

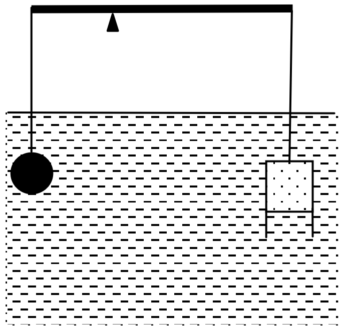
ავღნიშნოთ x-ით t მომენტში მაგიდაზე მდებარე ძეწკვის ნაწილის სიგრძე. მაშინ ამ ნაწილზე მოქმედი სიმძიმის ძალა არის $P(x)=\frac{mgx}{L}$. ამ მომენტიდან Δt მცირე დროში მაგიდაზე ჩამოვარდნილი ძეწკვის მონაკვეთის სიგრძე ავღნიშნოთ Δx-ით. მისი მასაა $\Delta m=\frac{m\Delta x}{L}$, ხოლო სიჩქარეა $V=gt=(2gx)^{1/2}$, რადგან თავისუფალი ვარდნისას ძეწკვმა t დროში გაიარა x მანძილი. Δt –ს სიმცირის გამო $\Delta x=V\Delta t$. Δx მონაკვეთის გაჩერებისას მაგიდის რეაქციის ძალაა $F=\frac{\Delta m}{\Delta t}V=\frac{m\Delta xV}{L\Delta t}=\frac{mV^2}{L}=\frac{2mgx}{L}$. თუ ამ მონაკვეთზე მოქმედ სიმძიმის ძალასაც გავითვალისწინებთ, საბოლოოდ მივიღებთ, რომ მაგიდის ზედაპირზე მოქმედი ძალა $3P(x)$-ის ტოლია.



II ტური ამოცანა №3

1 კგ მასის თხელკედლიანი ცილინდრული ჭიქა, რომლის ფუძის ფართობია 13 სმ², ხოლო კედლების სიმაღლეა 10 სმ, გაწონასწორებულია ბერკეტზე რკინის ბურთულით. შემდეგ ბურთულაც და ჭიქაც ჩაუშვეს წყალში (იხ.ნახ.). რა სიღრმეზე უნდა იყოს ჭიქის ფსკერი იმისათვის, რომ წონასწორობა არ დაირღვეს?

რკინის სიმკვრივეა 7800კგ/მ³, ატმოსფერული წნევა ნორმალურია, ტემპერატურა უცვლელია. ჭიქის კედლებისა და ფსკერის მოცულობა უგულებელყავით. ***5 ქულა***



ამოხსნა

ჰაერში წონასწორობის პირობაა $Ml_1=ml_2$, სადაც M – ბურთულას მასაა, ხოლო l_2 და l_1- ბერკეტის მხრებია.

ბოილ-მარიოტის კანონიდან

$p_0V_0=pV$ (1)

სადაც p_0 – ატმოსფერული წნევაა, $V_0=SH$ –ჭიქის მოცულობაა, $V=Sh$ - წყალქვეშ ჭიქაში ჰაერის მოცულობაა,

$p=p_0+\rho_0 g(x+h)$ (2)

ჰაერის წნევაა ρ_0 – წყლის სიმკვრივეა.

წყალში წონასწორობა ნიშნავს ამომგდები ძალების მომენტების ტოლობას:

$\rho_0 gMl_1/\rho=\rho Vl_2g \Rightarrow V=\frac{Ml_1}{\rho l_2}=\frac{m}{\rho}$ (3) $\Rightarrow$ $h=\frac{m}{\rho S}$ (4)

(2), (3) და (3) ფორმულების (1)-ში ჩასმის შედეგად მივიღებთ

$P_0SH=\{p_0+\rho_0 g(x+h)\}\frac{m}{\rho}$ $\Rightarrow$

$x=\frac{p}{\rho_0 g}\left\{\frac{\rho SH}{m}-1\right\}-\frac{m}{\rho S}$

რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით:

$x \cong 1{,}3$ სმ

მეორე ტური ამოცანა №4

D_1 და D_2 ოპტიკური ძალების მქონე ორი თხელი ლინზა მოთავსებულია ერთმანეთისგან $L = 25$სმ მანძილზე ისე, რომ მათი მთავარი ოპტიკური ღერძები ერთმანეთს ემთხვევა. ეს სისტემა ქმნის მთავარი ოპტიკური ღერძის მახლობლად მოთავსებული და ლინზების პარალელური საგნის ნატურალური ზომის (გამოსახულების გადიდებაა $\Gamma' = 1$) პირდაპირ ნამდვილ გამოსახულებას. თუ პირველი ლინზის ადგილას მოვათავსებთ მეორე ლინზას, ხოლო მეორეს ადგილას პირველს და საგნის მდებარეობას არ შევცვლით, მაშინ მიიღება საგნის პირდაპირი ნამდვილი გამოსახულება გადიდებით $\Gamma''= 4$.

ა) განსაზღვრეთ ამ ლინზათა სახეები (შემკრები თუ გამბნევი).

ბ) იპოვეთ ამ ლინზების ოპტიკურ ძალათა $\Delta D = D_1 - D_2$ სხვაობა. **(5 ქულა)**

ამოხსნა:

თუ ორივე ლინზა გამბნევია, მაშინ მიიღება პირდაპირი წარმოსახვითი გამოსახულება. ეს არ გვაწყობს.

თუ პირველი ლინზა გამბნევია და მეორე შემკრები, მაშინ შესაძლებელია მივიღოთ პირდაპირი წარმოსახვითი გამოსახულება ან შებრუნებული ნამდვილი გამოსახულება. ესეც არ გვაწყობს.

რადგან ლინზების ადგილის შეცვლის შემდეგაც ნამდვილი პირდაპირი გამოსახულება მიიღება, გამოდის, რომ ორივე ლინზა შემკრებია.

თუ პირველი ლინზა გვაძლევს წარმოსახვით გამოსახულებას, მაშინ საბოლოოდ მიიღება ან წარმოსახვითი გამოსახულება ან ნამდვილი შებრუნებული გამოსახულება. ეს არ გვაწყობს.

თუ პირველი ლინზა გვაძლევს ნამდვილ გამოსახულებას მეორე ლინზის იქით, მაშინ მიიღება ნამდვილი შებრუნებული გამოსახულება. ესეც არ გვაწყობს.

დარჩა ერთადერთი შესაძლებლობა. პირველი ლინზა იძლევა შებრუნებულ ნამდვილ გამოსახულებას მეორე ლინზამდე, ხოლო მეორე ლინზა კიდევ ერთხელ შეაბრუნებს მას და მიიღება ნამდვილი პირდაპირი გამოსახულება.

ლინზის ფორმულიდან გვაქვს

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, სადაც d საგნიდან ლინზამდე მანძილია, f – გამოსახულებიდან ლინზამდე მანძილი, ხოლო F – ფოკუსური მანძილი. აქედან $f = \frac{F\,d}{d-F}$. გადიდებისათვის მიიღება $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F}$. გამოვიყენოთ ეს ფორმულა ორივე ლინზისათვის: $\Gamma_1 = \frac{F_1}{d_1 - F_1}$ $\Gamma_2 = \frac{F_2}{d_2 - F_2}$

გავითვალისწინოთ, რომ ლინზათა სისტემის გადიდებაა $\Gamma' = \Gamma_1 \Gamma_2$ და $d_2 = L - f_1$, სადაც $f_1 = \frac{F_1 d_1}{d_1 - F_1}$. მიიღება ფორმულა $\frac{1}{\Gamma'} = \frac{d_1\left[L - (F_1 + F_2)\right]}{F_1 F_2} - \frac{L}{F_2} + 1$. მას შემდეგ რაც ლინზებს ადგილებს შევუცვლით, ფორმულაში შეიცვლება მხოლოდ მეორე წევრი

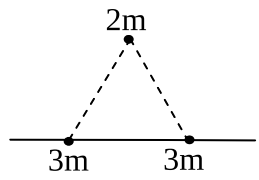
$\frac{1}{\Gamma''} = \frac{d_1\left[L - (F_1 + F_2)\right]}{F_1 F_2} - \frac{L}{F_1} + 1$. პირველიდან მეორეს გამოკლებით მიიღება

$$\frac{1}{\Gamma'} - \frac{1}{\Gamma''} = L\left(\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2}\right) = L\left(D_1 - D_2\right),$$ საიდანაც

$$D_1 - D_2 = \frac{1}{L}\left(\frac{1}{\Gamma'} - \frac{1}{\Gamma''}\right) = 3\text{დპტრ}$$

მეორე ტური ამოცანა №5

ერთნაირი q მუხტის მქონე სამი ნაწილაკი საწყის მომენტში იმყოფება გვერდის მქონე ტოლგვერდა სამკუთხედის წვეროებში.მათი საწყისი სიჩქარეები ნულის ტოლია.ოქედან ორი ნაწილაკი, რომელთა მასებია 3m, წამოცმულია უსასრულოდ გრძელ სიმზე (იხ.ნახ.) და შეუძლიათ მასზე უხახუნოდ სრიალი. მესამე ნაწილაკის მასაა 2m.



ა) დაამტკისეთ, რომ გათავისუფლებული ნაწილაკები თავიანთი მოძრაობის დროს ყოველთვის იქნებიან ტოლგვერდა სამკუთხედის წვეროებში

ბ) იპოვეთ თითოეული ნაწილაკის მაქსიმალური სიჩქარე. **8 ქულა**

ამოხსნა

მუხტთა სისტემის საწყისი ენერგია არის მხოლოდ მუხტების პოტენციალური ენერგია: $U_0 = \frac{3q^2}{l}$. ვნახოთ, როგორ განლაგდებიან მუხტები მცირე Δt დროის შემდეგ მოძრაობის დაწყებიდან. $2m$ მასის ნაწილაკზე მოქმედიძალა არის $F = \frac{2q^2\cos30^0}{l^2} = q^2\sqrt{3}/l^2$, ხოლო მისი აჩქარება საწყის მომენტში $a = \frac{F}{2m} = \frac{q^2\sqrt{3}}{2ml^2}$. თითოეულ 3m მასის ნაწილაკზე მოქმედი ძალა არის $F_1 = \frac{q^2}{l^2} + \frac{q^2\cos60^0}{l^2} = \frac{3q^2}{2l^2}$. მათი აჩქარება საწყის მომენტში $a_1 = \frac{F_1}{3m} = \frac{q^2}{2ml^2}$. აქედან $a/a_1 = \sqrt{3}$ და $\Delta x/\Delta x_1 = \frac{a\Delta t^2}{a_1\Delta t^2} = \sqrt{3}$ ანუ ამ დროის შემდეგ მუხტები კვლავ აღმოჩნდებიან ტოლგვერდა სამკუთხედის წვეროებში. ამის გამო მათი აჩქარებების შეფარდება მთელი დროის განმავლობაში უცვლელია: $a/a_1=\sqrt{3} \rightarrow V/V_1=\sqrt{3}$.

ენერგიეს მუდმივობიდან გვაქვს: $2\frac{3mV_1^2}{2} + \frac{2mV^2}{2} = \frac{3q^2}{l} \rightarrow V_1 = \frac{q}{\sqrt{2ml}}$ და $V = q\sqrt{\frac{3}{2ml}}$ ამრიგად 3მ მასის ნაწილაკების საჩქარეები ერთმანეთის ტოლია:

$V_{3m}=V_1$,ხოლო 2m ნაწილაკის სიჩქარე არის $V_{2m}=V$