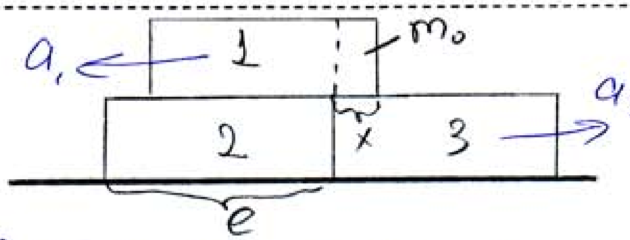


დაჯახების მომენტში 1 ძელი მოძრაობს ჯერ V_0 სიჩქარით, ხოლო 2 და 3 ძელები კი ერთად V სიჩქარით. დავწეროთ იმპულსის მუდმივობის კანონი. $P_0 = 2MV_0$. $P_1 = MV_0 + 2MV$.

$P_0 = P_1 \Rightarrow V = \frac{V_0}{2}$. ანუ საწყისი ფარდობითი სიჩქარე 1 ძელის 3-ის მიმართ არის $V_0 - \frac{V_0}{2} = \frac{V_0}{2}$. ახლა დავწეროთ 1-ის და 3-ის აჩქარება როცა 1 ძელი ფარავს 3-ზე ნაწილს, მაშინ x სიგრძეზე. $a_1 = \frac{\mu m_0 g}{M}$ $m_0 = \frac{MX}{\ell}$

$a_1 = \frac{\mu g X}{\ell}$ (ეს არის 1 ძელის აჩქარების მოდული)

$a_3 = \frac{\mu m_0 g}{2M}$ (რადგან 2 და 3 ძელები ერთად ცურავენ ვთვლით განვიხილოთ) $a_3 = \frac{\mu g X}{2\ell}$ (ესეც აჩქარების მოდული)

ახლა როცა ვიცით 1-ის და 3-ის აჩქარების მოდულები და მიმართულება, დავითვალოთ $a_3 = a_3 + a_1 = \frac{3\mu g X}{2\ell}$.

ახლა ვიცით საწყისი ფარდობითი სიჩქარე $V_{03} = \frac{V_0}{2}$ და ფარდობითი აჩქარება ნებისმიერი X-სთვის. ასევე ვიცით რომ $X = \ell$-სთვის $V_3 = 0$. ახლა დავწეროთ ფარდობითი სიჩქარის დავაკავშიროთ V_3-ის ფორმულს X-ზე დამოკიდებულებით.

SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

17.04.2011/ ფიზ/ II/ 521

ამოცანა № 1

გვერდი № 2

$$\Delta V_3 = -|a_3|\Delta t \qquad \Delta t = \frac{\Delta X}{V_3}; \quad |a_3| = \frac{3\mu g}{2e}X.$$

$$\Delta V_3 = -\frac{3\mu g}{2eV_3}X\cdot\Delta X$$ - სიმცირეებში $\Delta V_3 \to 0$ და $\Delta X \to 0$

ანუ

ანუ $$\frac{dV_3}{\cancel{dt}}\cdot V_3 = -\frac{3\mu g}{2e}x\,dx \Rightarrow \int_{\frac{V_0}{2}}^{0} V_3\,dV_3 = -\frac{3\mu g}{2e}\int_0^e x\,dx$$

$$\frac{V_3^2}{2}\Bigg|_{\frac{V_0}{2}}^{0} = -\frac{3\mu g}{2e}\cdot\left(\frac{x^2}{2}\Bigg|_0^e\right) \Rightarrow \frac{V_0^2}{8} = -\frac{3\mu g}{2e}\cdot\left(0-\frac{e^2}{\cancel{2}}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_0^2}{\cancel{8}\,2} = \frac{3\mu g\,e^{\cancel{2}}}{4\cancel{e}} \Rightarrow e = \frac{V_0^2}{6\mu g}$$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

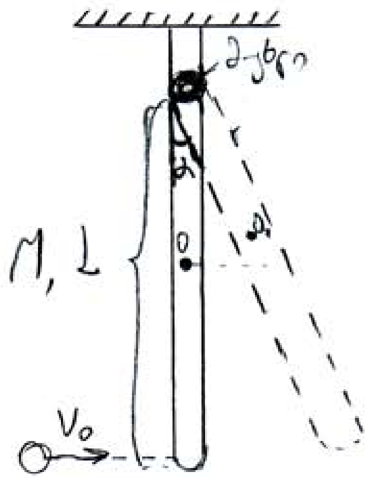
შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

17.04.2011/ ფიზ/ II/ 521

ამოცანა № 2

გვერდი № 1



a) მუხრუჭი გამავალი ღერძის მიმართ ამ სისტემის („ტყვია-ღერო") იმპულსის მომენტი უცვლელია სანამ ღერო არ გადაიხრება. ამიტომ იმპულსის მომენტი დაჯახებამდე და დაჯახების მომენტში ერთმანეთის ტოლია

$L_0 = L_1$

$$\left.\begin{array}{l} L_0 = mV_0 \cdot L \\ L_1 = MV_c \cdot \frac{L}{2} \end{array}\right| \Rightarrow mV_0 L = \frac{MV_c L}{2} \quad V_c = \frac{2mV_0}{M}$$

დაჯახების შემდეგ ამ სისტემის კინეტიკური ენერგია გადახრისას [illegible] ნელნელა გადავა პოტენციურში ამიტომ $\frac{\cancel{M}V_c^2}{2} = \cancel{M}g\Delta h$ (აქ ვითვალისწინებ რომ $m << M$)

Δh ნახაზიდან ჩანს რის ტოლია

$\Delta h = \frac{L}{2}(1-\cos\alpha)$ ანუ $\cancel{2}g\frac{L}{\cancel{2}}(1-\cos\alpha) = \frac{4m^2V_0^2}{M^2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_0^2 = \frac{gL(1-\cos\alpha)M^2}{4m^2} \Rightarrow V_0 = \frac{M}{2m}\sqrt{gL(1-\cos\alpha)}$$

b) a) ნაწილში უკვე ვიპოვეთ დაჯახების შემდეგ ღეროს სიჩქარე V_c ამიტომ $\Delta P = MV_c - mV_0 = 2mV_0 - mV_0 = mV_0$ (აქ ΔP არის იმპულსის ნამატი)

$$\Delta P = \cancel{m}\cdot\frac{M}{2\cancel{m}}\sqrt{gL(1-\cos\alpha)} = \frac{M}{2}\sqrt{gL(1-\cos\alpha)}$$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

17.04.2011/ ფიზ/ II/ 521

ამოცანა № 2

გვერდი № 2

c) $\Delta P = 0 \Rightarrow MV_c = mV_0$. [illegible] იმპულსის მომენტით ~~[illegible]~~ დავუკავშიროთ V_0 და V_c სიჩქარეს.

$$L_0 = mV_0 r \qquad L_1 = MV_c \frac{L}{2}$$

$$L_0 = L_1 \Rightarrow \frac{MV_cL}{2} = mV_0 r$$

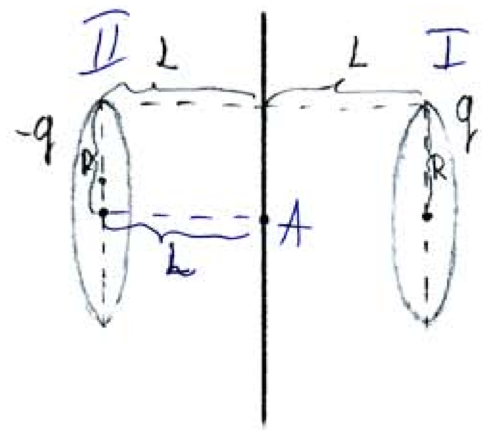
$$MV_c = mV_0 \Rightarrow \frac{\cancel{mV_0} L}{2} = \cancel{mV_0} r \qquad r = \frac{L}{2}$$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

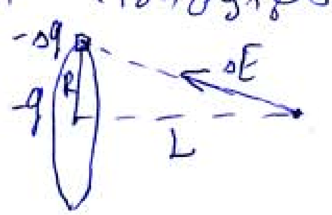
შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № –	17.04.2011/ ფიზ/ II/ 521
ამოცანა № 3	გვერდი № 1



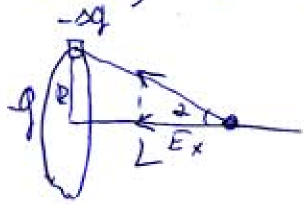
რადგანაც ორივე რგოლზე მუხტები თანაბრად განაწილებულია მის ნებისმიერ წერტილში დაძაბულობის ვექტორი უნდა იყოს სიბრტყის მართობულად მიმართული (რადგან $q\vec{E}$ ძალის სიბრტყეზე გეგმილი [illegible] უნდა [illegible]). ამ პირობის შესრულებაზე [illegible] ინდუცირებული მუხტები (ანუ მუხტებისა) განაწილდება როგორ ის [illegible]

გამოსახულების მეთოდით ვისარგებლოთ რომ ეს მუხტები ამ სიბრტყეზე ყველა წერტილში იგივე ველს ქმნიან რასაც ქმნის სიბრტყის სიმეტრიულად მოთავსებუ-ლი -q მუხტის იგივენაირი რგოლი. ~~ანუ [illegible]~~ ანუ სიბრტყის ნებისმიერ წერტილში ჩვენს ქმნილ სიბრტყეზე ინდუცირებული მუხტი, იგივეს ქმნის -q მუხტით დამუხტული II რგოლი ამ სიბრტყეზე. ასევე A წერტილშიც. ახლა დავყოთ L ველს ქმნის -q მუხტით დამუხტული რგოლი მის სიბრტყიდან (ღერძის გასწვრივ) L მანძილზე



სიმეტრიის გამო ჩვენ შეგვიძლია ვიგუ-ლისხმოთ რომ მისი ველი იქნება სიმეტრიის ღერძის გასწვრივ. ამიტომ ჩვენ უნდა ვიპოვ-ოთ [illegible] -Δq-ების სიმეტრიის ღერძ[illegible]

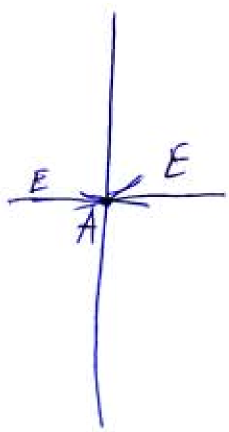
განვიხილოთ ΔE_x-ები. $|\Delta E| = \frac{k\Delta q}{R^2+L^2}$ $\cos\alpha = \frac{L}{\sqrt{R^2+L^2}}$



$$|\Delta E_x| = \frac{k\Delta q L}{(R^2+L^2)^{\frac{3}{2}}}$$ Δq-მუხტია

$$|E| = \sum|\Delta E_x| = \frac{kL}{(R^2+L^2)^{\frac{3}{2}}}\sum\Delta q = \frac{kL}{(R^2+L^2)^{\frac{3}{2}}}q$$

ჩვენ მივიღეთ $|E| = \frac{kqL}{(R^2+L^2)^{\frac{3}{2}}}$ ამ [illegible] [illegible] მიდამოში, მიმართულია [illegible] [illegible] [illegible] ([illegible] მიმართულია [illegible] [illegible]) ანუ [illegible]



მუხტი A წერტილში ქმნის ამ სიმეტრიულ(?) [illegible] E [illegible]. ახლა განვიხილოთ [illegible] [illegible] ΔS [illegible] [illegible] [illegible] გაუსის(?) [illegible] [illegible] ამ [illegible] [illegible]. $\varphi_s - 2E\Delta S = \frac{q_{შიგ}}{\varepsilon_0}$

$q_{შიგ} = \sigma\Delta S \Rightarrow -2E\cancel{\Delta S} = \frac{\sigma\cancel{\Delta S}}{\varepsilon_0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sigma = -2E\varepsilon_0 = -2\varepsilon_0 \cdot \frac{kqL}{(R^2+L^2)^{\frac{3}{2}}} \Rightarrow \sigma = -\frac{2kqL\varepsilon_0}{(R^2+L^2)^{\frac{3}{2}}}$$

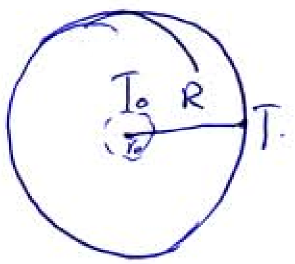
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №	17.04.2011/ ფიზ/ II/ 521
ამოცანა № 4	გვერდი № 1



$P=\frac{Q}{t}$ სულ სითბოს სიმძლავრე იქნება ამ [illegible] გამოსხივებული. [illegible] [illegible] [illegible] გამოსხივების [illegible] ([illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] გამოსხივების)

t დროში მთელი [illegible] გამოსხივებული ენერგია იქნება $4\pi R^2\cdot\sigma T^4\cdot t$. $P=\frac{4\pi R^2\cdot\sigma T^4\cdot \cancel{t}}{\cancel{t}}=4\pi R^2\cdot\sigma T^4$

$T^4=\frac{P}{4\pi R^2\cdot\sigma}$ $T=\left(\frac{P}{4\sigma\pi R^2}\right)^{\frac{1}{4}}$.

ახლა ამ [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ვიგულისხმოთ t_0 დროში [illegible] [illegible] Q_0-სითბოს [illegible].

$\upsilon=\frac{S}{x^2}$ $S=\upsilon x^2$.

გამოვიყენოთ ფორმულა $Q=-K\frac{dT}{dx}St$

$\frac{Q_0}{t_0}=-K\frac{dT}{dx}\cdot\upsilon x^2$ $\frac{Q_0}{t_0}\equiv P_0$ $P_0\cdot\frac{dx}{x^2}=-K\upsilon dT$.

ავიღოთ ინტეგრალი $P_0\int_{0}^{R}\frac{dx}{x^2}=-K\upsilon\int_{T_0}^{T}dT$

$$P_0\cdot\left(-\left(\frac{1}{r_0}-\frac{1}{R}\right)\right) = -K\sigma(T_0-T) = \cancel{\ldots}$$

$P_0\left(\frac{1}{r_0}-\frac{1}{R}\right) = \sigma K(T_0-T)$ სადაც T_0 არის ვარსკვლავის r_0 - რადიუსზე არსებული ტემპერატურა ხოლო T და ზედაპირის აბსოლუტური ტემპერატურა.

P_0 არის მცირე σ ფართობზე გამოყოფილი სიმძლავრე და ყველა მათგანის ჯამი $P=\sum P_0$ და ამიტომ P_0 ერთნაირი იქნება ყველა მცირე σ ფართობისთვის ანუ

$$P = \sum \frac{K(T_0-T)}{\left(\frac{1}{r_0}-\frac{1}{R}\right)}\cdot\sigma = \frac{K(T_0-T)}{\left(\frac{1}{r_0}-\frac{1}{R}\right)}\sum\sigma, \quad \sum\sigma = 4\pi$$

$$P = \frac{K(T_0-T)}{\left(\frac{1}{r_0}-\frac{1}{R}\right)}\cdot 4\pi \Rightarrow \quad T_0 = \frac{P\left(\frac{1}{r_0}-\frac{1}{R}\right)}{4\pi K} + T$$

![logo]

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

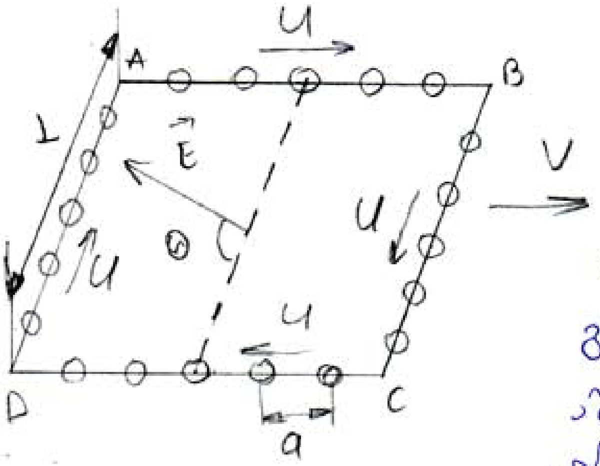
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №	17.04.2011/ ფიზ/ II/ 521

ამოცანა № 5   გვერდი № 1



AB და CD გვერდის სიგრძე [illegible] [illegible], და ხდება $L_1 = L\sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}}$

და რაც შეეხება BC და AD გვერდები V-ს მართობულია ამიტომ მათი სიგრძეები იგივე დარჩება.

~~AB გვერდზე ნაწილაკებს შორის მანძილი იქნება~~

$\cancel{a_1 = a\cdot\sqrt{1-\frac{(V+u)^2}{c^2}}}$ ~~ხოლო CD გვერდზე~~ $\cancel{a_2 = a\sqrt{1-\frac{(V-u)^2}{c^2}}}$

$\cancel{a_1 = a\sqrt{1-\frac{u_1^2}{c^2}}}$ $u_1 =$

AB გვერდზე ნაწილაკებს შორის მანძილი იქნება

$$a_1 = a\sqrt{1-\frac{u_1^2}{c^2}} \quad u_1 = \frac{V+u}{1+\frac{uV}{c^2}} = \frac{(V+u)c^2}{c^2+uV} \Rightarrow a_1 = a\sqrt{1-\frac{(V+u)^2c^2}{(c^2+uV)^2}}$$

ხოლო CD გვერდზე $a_2 = a\sqrt{1-\frac{u_2^2}{c^2}}$ $u_2 = \frac{V-u}{1-\frac{uV}{c^2}} = \frac{(V-u)c^2}{c^2-uV}$

$$a_2 = a\sqrt{1-\frac{(V-u)^2c^2}{(c^2-uV)^2}}$$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № -

17.04.2011/ ფიზ/ II/ 521

ამოცანა № 5

გვერდი № 2

$a_1 = a\sqrt{1-\left(\frac{v+u}{c^2+uv}\right)^2 \cdot c^2}$ $\quad a_2 = a\sqrt{1-\left(\frac{v-u}{c^2-uv}\right)^2 c^2}$

$\frac{v+u}{c^2+uv} > \frac{v-u}{c^2-uv}$ ამიტომ $a_1 < a_2$.

განვიხილოთ თითოეულ გვერდზე არსებული ნაწილაკების რაოდენობა აღვნიშნოთ n-ით. მაშინ $N = 4n$ და $N = const$.

AB გვერდზე ნაწილაკების რაოდენობა იქნება $\frac{L_1}{a_1}$ ხოლო CD-ზე კი $\frac{L_1}{a_2}$. $\quad n_{AB} + n_{CD} = L_1\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}\right)$

BC-ზე და AD გვერდებზე ნაწილაკების შორის მანძილი იქნება უცვლელი a_0. მაშინ ამ ორ გვერდზე ~~[illegible]~~ ნაწილაკების ჯამური რაოდენობა იქნება $N_1 = 2 \cdot \frac{L}{a_0}$

$N = n_{AB} + n_{CD} + N_1 = 4n$. და $n = \frac{L}{a}$. მაშინ

$L_1\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}\right) + \frac{2L}{a_0} = 4n \Rightarrow \frac{2L}{a_0} = 4\frac{L}{a} - L_1\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}\right)$

$a_0 = \frac{2K}{\frac{4K}{a} - K\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}\right)}$ სადაც a_1-ს ვიცით და a_2-ს

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა № -

17.04.2011/ ფიზ/ II/ 521

ამოცანა № 5

გვერდი № 3

ჩვენ ვიპოვეთ ღეროების მუხტი აკუმულირდება ნაჭრების მუხტს ამიტომ $q \cdot \frac{L}{a} = -q_0$ q_0 არის ჩარჩოს მუხტი.

ამიტომ თითოეული გვერდის მუხტი იქნება

AB-ის $\quad -q_0 + q \cdot \frac{L_1}{a_1} = q_{AB} \qquad L_1 = L\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

BC-ის $\quad -q_0 + q\,\frac{L}{a_0} = q_{BC}. \qquad a_1 = a\sqrt{1-\frac{(v+u)^2}{(c^2+uv)^2}c^2}$

CD-ის $\quad -q_0 + q\,\frac{L_1}{a_2} = q_{CD}. \qquad a_2 = a\sqrt{1-\frac{(v-u)^2}{(c^2-uv)^2}c^2}$

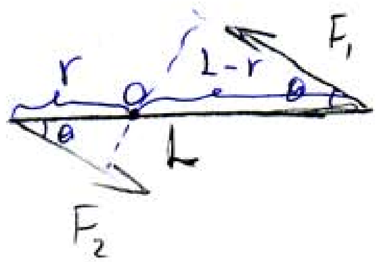
AD-ის $\quad -q_0 + q\,\frac{L}{a_0} = q_{AD} \qquad a_0 = \dfrac{2}{\frac{4}{a} - \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\cdot\left(\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_2}\right)}$

---

3) ვხედავთ ჩანს რომ $q_{BC} = q_{AD}$ ამიტომ [illegible] მომენტი ჯამური მომენტი 0-ის ტოლია.

AB-ზე იმოქმედებს $q_{AB} \cdot E$ ძალა Θ საათის [illegible]

ხოლო CD-ზე კი $q_{CD} \cdot E$ ძალა ასევე Θ საათის



აქ ვუშვებ რომ $q_{AB} > 0$ და $q_{CD} < 0$.

$F_1 = q_{AB}E \qquad F_2 = q_{CD}E$

ეს მობრუნდება O წერტილის მიმართ. ამის დავწერთ განტოლებას $F_2 r \sin\theta = F_1(L-r)\sin\theta$

$F_2 r = F_1 L - F_1 r \Rightarrow r = \frac{F_1 L}{F_1+F_2} = L\cdot\frac{q_{AB}}{q_{AB}+q_{CD}}$

$M = M_1 + M_2 = F_2 r \sin\theta + F_1(L-r)\sin\theta$

$M = 2\frac{F_1F_2L}{F_1+F_2}\sin\theta$