



Xalq ta'limi vazirligi

**AHMAD AL-FARG'ONIY NOMIDAGI  
FIZIKA OLIMPIADASI**



Xorazm viloyati hokimligi

JAVOBLAR:

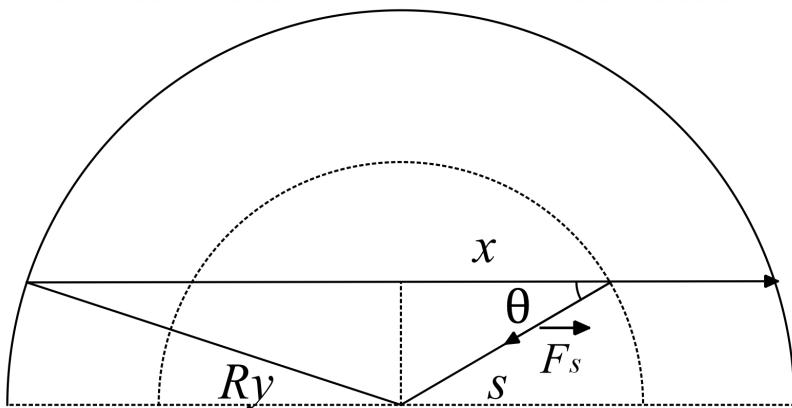
1.

- a) Yer markazidan  $s$  masofada joylashgan zarraga ta'sir qiluvchi kuch quyidagi ko'rinishda

$$F_s = G \frac{m \rho \frac{4}{3} \pi s^3}{s^2} = \frac{GM_y}{s^2} \left( \frac{s^3}{R_y^3} \right)$$

Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra harakat tenglamasi

$$m\ddot{x} = -\frac{Gm}{s^2} \left( \frac{s^3}{R_y^3} M_y \right) \cos \theta = \frac{GmM_y s \cos \theta}{R_y^3} = -\frac{GmM_y x}{R_y^3}$$



$$\ddot{x} = -\frac{GM_y}{R_y^3} x$$

yoki

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

bu yerda

$$\omega^2 = \frac{GM_y}{R_y^3} = \frac{g}{R}.$$

Bundan

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{R_y}{g}}$$

- b) Yer sirtiga yaqin orbita uchun sun'iy yo'ldoshning aylanish davrini quyidagicha

$$\frac{mv^2}{R_y} = \frac{GM_y m}{R_y^2}$$



Xalq ta'limi vazirligi

**AHMAD AL-FARG'ONIY NOMIDAGI  
FIZIKA OLIMPIADASI**



Xorazm viloyati hokimligi

$$v = \sqrt{\frac{GM_y}{R_y}}$$

Aylanish davri

$$T_s = \frac{2\pi R_y}{v} = 2\pi R_y \sqrt{\frac{R_y}{GM_y}}$$

$$g = G \frac{M_y}{R_y^2}$$

ekanligidan

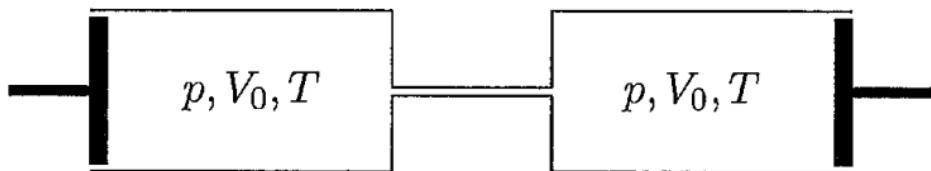
$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{R_y}{g}}$$

Demak,  $T_s = T_1$

- c) Keplerning birinchi qonuniga ko'ra trayektoriya ellips shaklida bo'lib, ellips fokuslaridan biri Yer markazida joylashgan bo'ladi.

2.

- a) Jarayon so'ngida:



Jarayon sekinlik bilan amalga oshirilgan va slindrlar termik izolatsiyalangan, shuning uchun jarayon adiabatik. Adiabatik jarayon uchun

$$PV^\gamma = const$$

bu yerda bir atomli ideal gaz uchun  $\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{5}{3}$  hamda ideal gaz holat tenglamasi  $pV = \nu RT$  dan

$$TV^{\gamma-1} = const$$

Yuqoridagilardan

$$T_0 V_0^{\gamma-1} = T(2V_0)^{\gamma-1}$$

Demak,

$$T = 2^{1-\gamma} T_0 = 2^{-2/3} T_0 \approx 0,63 T_0$$

- b) Faraz qilaylik, jarayon so'ngida  $V = \alpha V_0$  bo'lsin.

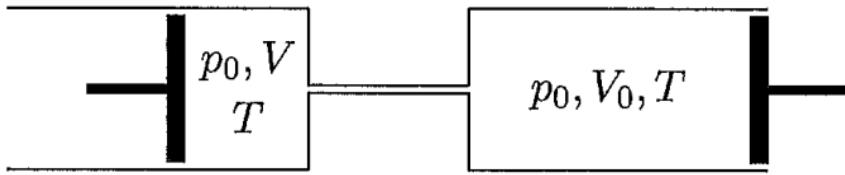


Xalq ta'limi vazirligi

**AHMAD AL-FARG'ONIY NOMIDAGI  
FIZIKA OLIMPIADASI**



Xorazm viloyati hokimligi



Boshlang'ich va oxirgi holatlarda modda miqdorining saqlanish qonuniga ko'ra

$$\nu = \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_0 (V_0 + \alpha V_0)}{T}$$

Demak,

$$\frac{T}{T_0} = 1 + \alpha \quad (0.1)$$

Porshenning gaz ustida bajargan ishi

$$A = -p_0 \Delta V = -p_0 (V_2 - V_1) = p_0 V_0 (1 - \alpha)$$

Bu yerda  $V_1 = V_0$  va  $V_2 = \alpha V_0$ .

Slindrlar tashqi muhitdan termik izolatsiyalanganligi uchun tashqi muhit bilan issiqlik almashilmaydi. Termodynamikaning ikkinchi qonuniga ko'ra  $A = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$ . Bundan

$$p_0 V_0 (1 - \alpha) = \frac{3}{2} \nu R (T - T_0)$$

yoki

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} (1 - \alpha) = \frac{3}{2} n R \left( \frac{T}{T_0} - 1 \right)$$

Ideal gaz qonunidan foydalaniib,  $p_0 V_0 / T_0 = \nu R$

$$1 - \alpha = \frac{3}{2} \left( \frac{T}{T_0} - 1 \right) \quad (0.2)$$

(0.1) va (0.2) ifodalardan

$$\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - \frac{3}{2} = 2$$

demak

$$T = \frac{7}{5} T_0$$

**3.**

a) Shartga mos ravishda  $i(t)$  grafik tok kuchining boshlang'ich qiymati  $i_0$  dan nolgacha to'g'ri



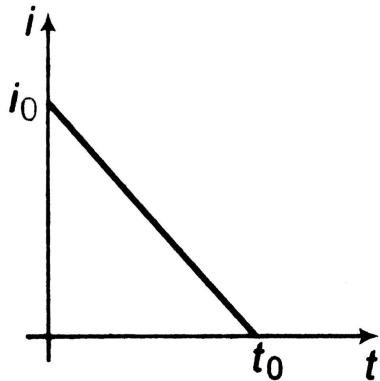
Xalq ta'limi vazirligi

AHMAD AL-FARG'ONIY NOMIDAGI  
FIZIKA OLIMPIADASI



Xorazm viloyati hokimligi

chiziqli kamayuvchi bo'ladi.



$$i(t) = i_0 - \frac{i_0}{t_0}t$$

Bu yerda  $i_0$  ni  $i(t)$  grafik ostidagi yuza oqib o'tgan zaryad miqdoriga tengligidan topamiz.

$$q = \frac{1}{2}i_0 t_0$$

$$i_0 = \frac{2q}{t_0}$$

tenglamaga qo'yib

$$i = \frac{2q}{t_0} - \frac{2qt}{t_0^2}$$

Joul-Lens qonunidan  $dt$  vaqt ichida ajralgan issiqlik miqdori

$$dQ = I^2 R dt = \left( \frac{2q}{t_0} - \frac{2qt}{t_0^2} \right)^2 R dt$$

va tenglamani integrallab

$$Q = \frac{4}{3} \frac{q^2 R}{t_0} = 20 \text{ kJ}$$

**b)** Bu holda esa tok o'zining boshlang'ich qiymatidan nolgacha eksponensial kamayadi.

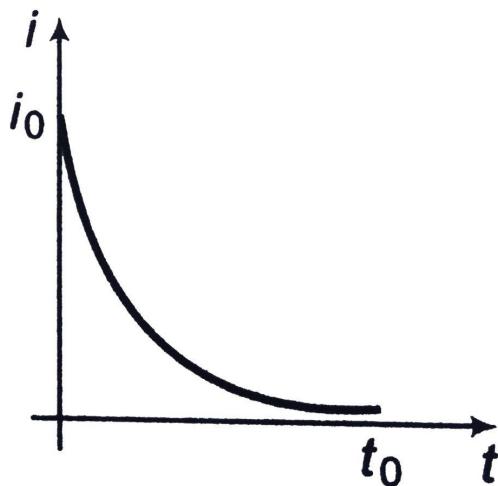


Xalq ta'limi vazirligi

**AHMAD AL-FARG'ONIY NOMIDAGI  
FIZIKA OLIMPIADASI**



Xorazm viloyati hokimligi



$i(t)$  funksiya quyidagi ko'rnid=shda bo'ladi:

$$i(t) = i_0 e^{-\lambda t} \quad (0.3)$$

yoki

$$i(t) = i_0 2^{-\frac{t}{\Delta t}}$$

Bu yerda  $\lambda = \frac{\ln 2}{\Delta t}$ . Bunda

$$\begin{aligned} q &= \int_0^\infty i dt = \int_0^\infty i_0 e^{-\lambda t} dt = \frac{i_0}{\lambda} \\ i_0 &= \lambda q \end{aligned}$$

Buni (0.3) ga qo'yib,

$$i = (\lambda q) e^{-\lambda t}$$

Joul-Lens qonuniga ko'ra

$$dQ = i^2 R dt = \lambda^2 q^2 e^{-2\lambda t} R dt$$

yoki

$$Q = \int_0^\infty dQ = \lambda^2 q^2 R \int_0^\infty e^{-2\lambda t} dt = \frac{q^2 \lambda R}{2}$$

va

$$Q = \frac{q^2 R \ln 2}{2 \Delta t} \approx 130 \text{ kJ}$$

**4.**

a) Chegaraviy burchak  $\theta_{cheg}$

Slindrning egri sirtiga tushayotgan nuring tushish burchagi balandlik ortishi bilan ortadi. Chegaraviy burchakda tushayotgan (kritik) nur  $90^\circ$  da sinadi. Natijada undan yuqorida o'tuvchi nurlar



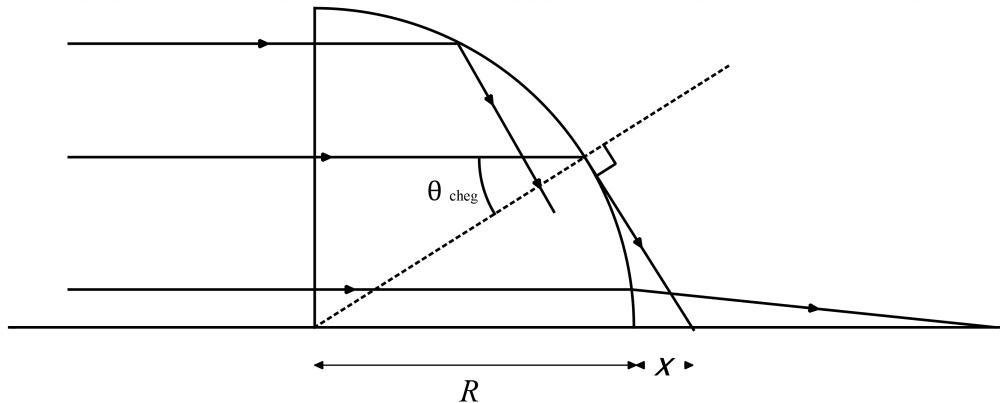
Xalq ta'limi vazirligi

**AHMAD AL-FARG'ONIY NOMIDAGI  
FIZIKA OLIMPIADASI**



Xorazm viloyati hokimligi

to'la ichki qaytadi.



Shunday qilib, kritik nurdan yuqoridaq nurlar stolga yetib bormaydi. Sinish qonunidan

$$\sin \theta_{cheg} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} \quad (0.4)$$

chizmadan ko'rinib turibdiki,

$$\frac{R}{R+x} = \cos \theta_{cheg} \quad (0.5)$$

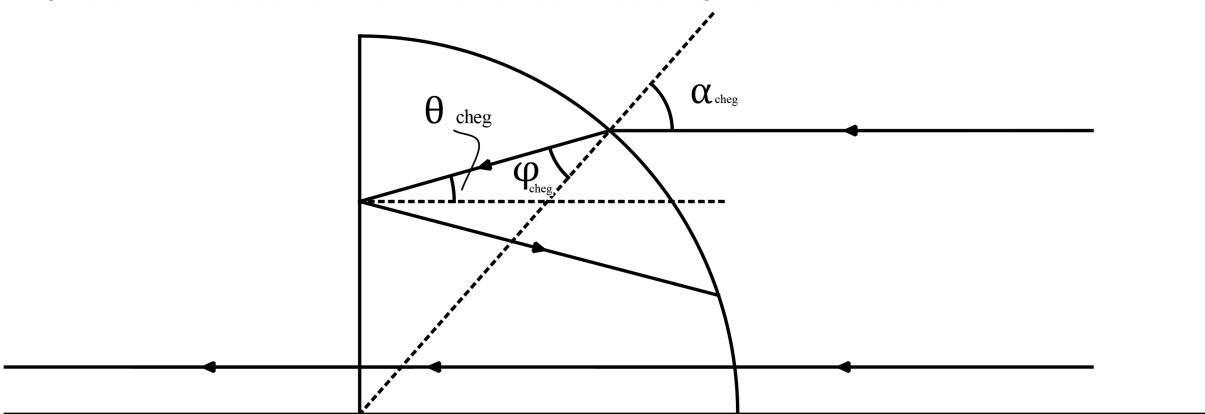
(0.4) ni (0.5) ga  $R = 5 \text{ sm}$  bilan qo'yish orqali

$$x = 1.71 \text{ sm}$$

Chegaraviy burchakdan kichik burchakda tushuvchi nurlar stolni yoritadi va stolning yoritilgan qismi

$$x \geq 1,71 \text{ sm}.$$

**b)**  $\theta_{cheg}$  to'la ichki qaytish (kritik) burchagi bo'lsin. Shu kritik burchakka mos keluvchi  $\alpha_{cheg}$ -slindrning egri sirtiga tushish burchagi va  $\varphi_{cheg}$ -sinish burchagi bo'lsin. Chizmaga qarang.





Xalq ta'limi vazirligi

## AHMAD AL-FARG'ONIY NOMIDAGI FIZIKA OLIMPIADASI



Xorazm viloyati hokimligi

Slindrning egri sirtiga  $\alpha_{cheg}$  dan katta burchakda tushuvchi nurlar slindrning vertikal sirtidan to‘g‘ridan to‘g‘ri ko‘rinmaydi. Egri sirtga tushuvchi nur uchun sinish qonuni

$$n = \frac{\sin \alpha_{cheg}}{\sin \varphi_{cheg}}$$

va chizmadan ko‘rinadiki

$$\alpha_{cheg} = \theta_{cheg} + \varphi_{cheg} \quad yoki \quad \varphi_{cheg} = \alpha_{cheg} - \theta_{cheg}$$

Shuningdek

$$n = \frac{\sin \alpha_{cheg}}{\sin (\alpha_{cheg} - \theta_{cheg})} \quad (0.6)$$

va

$$\sin \theta_{cheg} = \frac{1}{n}$$

$n = 1,5$ ,  $\alpha_{cheg} = 83,27^\circ$  va  $\theta_{cheg} = 41,81^\circ$  larni (0.6) ifodaga qo‘yib tenglikni tekshiramiz. Tenglikning chap va o‘ng tomonlari 1,5 ga tengligini ko‘rishimiz mumkin.

**5.** Yadro massasini tomchi modeli asosida hisoblash formulasi masala shartida berilgan

$$M(A, Z) \approx (A - Z)m_n + Zm_p - \alpha_1 A + \alpha_2 A^{2/3} + \alpha_3 \frac{Z^2}{A^{1/3}} + \alpha_4 \frac{(A - 2Z)^2}{A} + \alpha_5 \delta(A, Z) \quad (0.7)$$

a) Yadroning bog‘lanish energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$W_b = [(A - Z)m_n + Zm_p - M(A, Z)] c^2$$

(7) ifoda yordamida bu quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$W_b \approx \left[ \alpha_1 A - \alpha_2 A^{2/3} - \alpha_3 \frac{Z^2}{A^{1/3}} - \alpha_4 \frac{(A - 2Z)^2}{A} - \alpha_5 \delta(A, Z) \right] c^2 \quad (0.8)$$

Bitta nuklonga to‘gri keuvchi bog‘lanish energiya ( $W_b/A$ )si kattaroq bo‘lgan yadro stabilroq bo‘ladi va bundan fiksirlangan  $A = \text{const}$  uchun  $\frac{\partial W_b}{\partial Z} = 0$  tenglamadan  $Z(A)$  ni topamiz.

$$\frac{\partial W_b}{\partial Z} = -\alpha_3 \frac{2Z}{A^{1/3}} - 2 \cdot (-2) \frac{\alpha_4}{A} (A - 2Z) = 0$$

va natijada

$$Z(A) = \frac{A}{A^{2/3} \frac{\alpha_3}{2\alpha_4} + 2}$$

Berilgan qiymatlarni qo‘yib stabil yadro uchun quiyidagi ifodaga ega bo‘lamiz:

$$Z = \frac{A}{0,015A^{2/3} + 2}$$



b) Yadroning tomchi modelida yadro yodro suyuqligi tomchisi sifatida qaraladi. Suvni tomchi shaklida ushlab turish uchun qanday kuchlar bo'lsa, yadro tomchisida ham xuddi shunday. Birinchi yaqinlashishda yadro tomchisining massasi uni tashkil etgan neytronlar va protonlar massalari yig'indisidan iborat. Ular yadroda o'zaro yadro kuchlari bilan bog'langan bo'ladi. Yadroda nuklonlar faqatgina qo'shni nuklonlar bilan yadroviy kuch orqali ta'sirlashadi. Shuning uchun bu kuchga mos energiya yadrodagagi nuklonlar soni  $A$  ga proporsional bo'ladi. Bu energiya hajmiy energiya deyiladi. Agar bitta nuklon barcha nuklonlar bilan ta'sirlashganda edi, bu ta'sirlashuv energiyasi  $A^2$  proporsional bo'lar edi. Nuklonlar o'zaro bog'lanib turganligi uchun yadroni alohida nuklonlarga ajratish uchun unga energiya, ya'ni massa berish kerak. Yuqoridagilardan yadro massasini quyidagicha yozishimiz mumkin.

$$M(A, Z) \approx (A - Z)m_n + Zm_p - \alpha_1 A$$

Bu tenglama nuklonlar orasidagi o'zaro tortishish kuchini to'liq ifodalaydi, ammo tomchi sirtida joylashgan nuklonlar tomchining ichida joylashgan nuklonlar bilan bir xil sondagi bog'lanishga ega bo'lmaydi. Buni to'g'rilash uchun sirt energiyasi hadi qo'shilishi kerak.

$$M(A, Z) \approx (A - Z)m_n + Zm_p - \alpha_1 A + 4\pi R^2 T$$

Bu yerda  $T$  - yadro suyuqligi uchun sirt taranglik koefitsienti. Yadro radiusi  $R \sim A^{1/3}$  ekanligidan bu hadni qayta yozamiz

$$M(A, Z) \approx (A - Z)m_n + Zm_p - \alpha_1 A + \alpha_2 A^{2/3}$$

Yadrodagagi *Coulomb* itarish kuchi yadro energiyasini oshirishga xizmat qiladi, shuningdek massasini ham. *Coulomb* potensial energiyasini bilgan holda yadro massasini quyidagicha yozishimiz mumkin.

$$M(A, Z) \approx (A - Z)m_n + Zm_p - \alpha_1 A + \alpha_2 A^{2/3} + \alpha_3 \frac{Z^2}{A^{1/3}}$$

(So'r algan hadlarni yuqoridagi ta'riflarga mos izohlangan javoblar to'g'ri hisoblanadi.)

Quyidagilarni yozish o'quvchidan talab qilinmaydi.

Massa tenglamasida qo'shimcha hadlarda mutlaqo yadroviy effektlar hisobga olinishi kerak. Bular nuklonlarning o'zaro juftlashish xossasidan (yettinchi had) va *Pauli* prinsipidan (oltinchi had) kelib chiqadigan hadlardir.