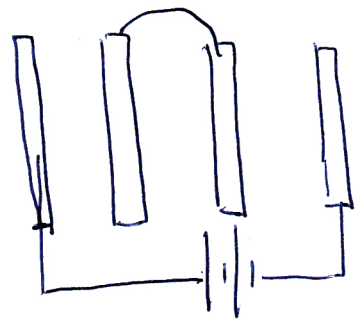
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

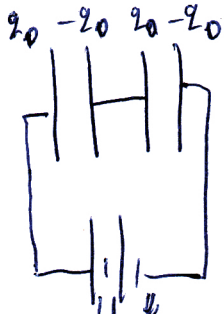
შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №	16.04.2011/ ფიზ/ I/ 415

ამოცანა № 1	გვერდი № 1

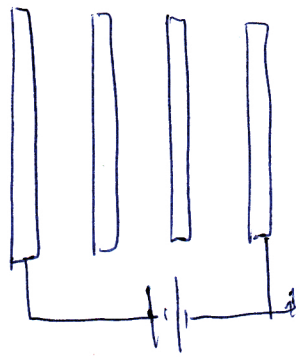


$\Rightarrow$

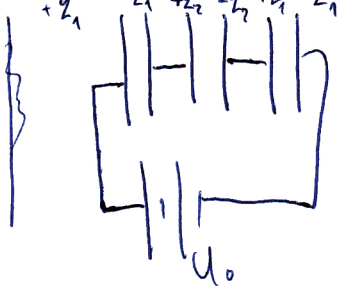


$C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

$\frac{2q_0}{C_0} = U_0 \qquad q_0 = \frac{C_0 U_0}{2}$



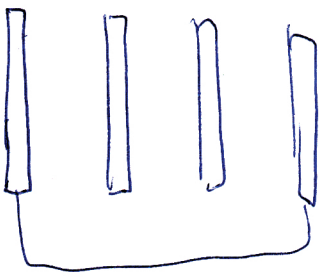
$\Rightarrow$



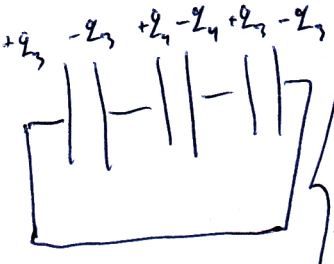
$$\begin{cases} q_2 - q_1 = -q_0 \\ \frac{2q_1}{C_0} + \frac{q_2}{C_0} = U_0 \end{cases}$$

$2q_1 = C_0 U_0 + q_0 = \frac{3}{2} C_0 U_0$

$q_1 = \frac{C_0 U_0}{2} = q_0 \qquad q_2 = 0$



$\Rightarrow$



$$\begin{cases} \frac{2q_3}{C_0} + \frac{q_4}{C_0} = 0 \\ -q_4 + q_3 = +q_0 \end{cases}$$

$3q_3 = q_0$

$q_3 = \frac{q_0}{3} = \frac{C_0 U_0}{6}$

$q_4 = -2q_3 = -\frac{C_0 U_0}{3}$

$U_{12} = \frac{q_3}{C_0} = \frac{U_0}{6}$

$U_{23} = \frac{q_4}{C_0} = -\frac{U_0}{3}$

$U_{34} = \frac{q_3}{C_0} = \frac{U_0}{6}$

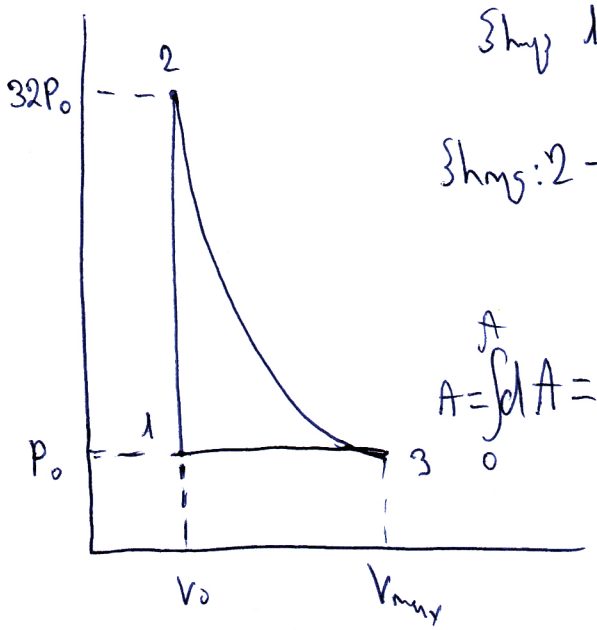
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №	16.04.2011/ ფიზ/ I/ 425

ამოცანა № 2	გვერდი № 1



პრ. 1-2 $A_{12}=0$ $Q_{12}=\Delta U_{12}=\frac{3}{2}\Delta P V_0=\frac{3}{2}\cdot 31 P_0V_0=\frac{93}{2}P_0V_0$

პრ. 2-3 $Q_{23}=0$ $A_{23}=\Delta U_{23}=\frac{3}{2}\left(P_0V_{max}-32P_0V_0\right)=$

$=\frac{3}{2}P_0\left(V_{max}-32V_0\right)$

$A=\int_0^A dA=\int_{V_0}^{V_{max}} P\,dV$ $\quad PV^\gamma=32P_0V_0^\gamma$ $\quad P=\frac{32P_0V_0^\gamma}{V^\gamma}$

$A=32P_0V_0^\gamma\int\frac{dV}{V^\gamma}=32P_0V_0\int V^{-\gamma}\cdot dV=$

$=32P_0V_0\frac{V^{1-\gamma}}{1-\gamma}\Big|_{V_0}^{V_{max}}=\frac{32P_0V_0^\gamma}{(1-\gamma)}\left(\frac{1}{V_{max}^{\gamma-1}}-\frac{1}{V_0^{\gamma-1}}\right)=$

$=\frac{32P_0V_0^\gamma}{(1-\gamma)V_{max}^{\gamma-1}}-\frac{32P_0V_0}{1-\gamma}$

$\frac{93}{2}P_0V_0=\frac{3}{2}R\Delta T=C_V\Delta T$

$C_V=\frac{3}{2}R$

$\gamma=\frac{C_p}{C_V}$ $\quad Q_1=\frac{93}{2}P_0V_0=$

$C_p=C_V-R=\frac{R}{2}$ $\quad \gamma=\frac{1}{3}$

$\frac{32P_0V_0^{1/3}}{\frac{2}{3}\cdot V_{max}^{-\frac{2}{3}}}-\frac{32P_0V_0}{\frac{2}{3}}=\frac{3}{2}\left(P_0V_{max}-32P_0V_0\right)$

$V_{max}=32V_0^{1/3}\cdot V_{max}^{2/3}$ $\quad V_{max}^{1/3}=32V_0^{1/3}$ $\quad V_{max}=V_0\,32^3$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

16.04.2011/ ფიზ/ I/ 415

ამოცანა № 2

გვერდი № 2

b) 3→1 ისობარა $P = const$ $A_{31} = P_0(V_0 - V_{max})$

$Q_{3\to1} = A + \Delta U = P_0(V_0 - V_{max}) + \frac{3}{2}P_0(V_0 - V_{max}) = \frac{5}{2}P_0(V_0 - V_{max}) < 0 \Rightarrow$ ირხვა გარე

$Q_{12} > 0$ - შთანთქავს

$Q_{მაქს} = Q_{12} = \frac{93}{2}P_0V_0$

c) $Q_{დაკ} = Q_{31} = \frac{5}{2}P_0(-V_0 + V_{max})$

d) $\frac{1}{\eta} = \frac{Q_{მაქს}}{A} = \frac{\frac{93}{2}P_0V_0}{A_{12} + A_{23} + A_{31}} = \frac{\frac{93}{2}P_0V_0}{\frac{3}{2}P_0(V_{max} - 32V_0) + P_0(V_0 - V_{max})}$

$\eta = \frac{\frac{V_{max}}{2} - 47V_0}{\frac{93}{2}V_0}$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

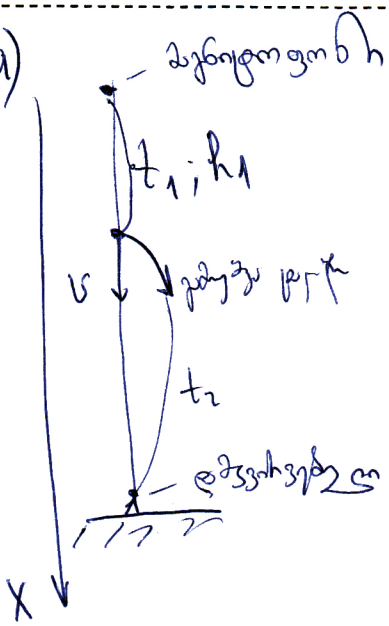
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №	16.04.2011/ ფიზ/ I/ 425

ამოცანა №	3	გვერდი №	1

а)



$u=0$

$$f = f_0 \frac{c}{c-v}$$

$$v = v_0 + gt = gt \neq c$$

$$f = f_0 \frac{c}{c-gt}$$

$$t = t_1 + t_2 \qquad t_2 = \frac{h-h_1}{c} \qquad h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$$

h

$$t = t_1 + \frac{h}{c} - \frac{gt_1^2}{2c}$$

$$\frac{gt_1^2}{2c} - t_1 + t - \frac{h}{c} = 0 \qquad gt_1^2 - 2ct_1 + 2ct - 2h = 0$$

$$t_1 = \frac{c + \sqrt{c^2 - (2ct-2h)g}}{g}$$

$$f = f_0 \frac{c}{c-v(t_1)} = f_0 \frac{c}{c-gt_1} = f_0 \frac{c}{c-c+\sqrt{c^2+2gh-2ctg}} =$$

$$= f_0 \frac{c}{\sqrt{c^2+2gh-2cgt}} \qquad c^2+2gh-2cgt = \frac{c^2 f_0^2}{f^2}$$

$$t = \frac{c^2+2gh-\frac{c^2 f_0^2}{f^2}}{2cg} = \frac{c}{2g} + \frac{h}{c} - \frac{cf_0^2}{2g}\frac{1}{f^2}$$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

16.04.2011/ ფიზ/ I/ 415

ამოცანა № 3

გვერდი № 2

$t^y = \frac{c f_0^2}{2g} \cdot \frac{1}{f^2} + \left(\frac{c}{2g} + \frac{h}{c}\right)^a$

N	$\frac{1}{f^2}\left(\frac{1}{m^2} \cdot 10^{-6}\right)$	t(წმ)
1	2,96	2,0
2	2,61	4,0
3	2,26	6,0
4	1,91	8,0
5	1,56	10,0

c) $b = -\frac{c f_0^2}{2g}$ $\quad f_0 = \sqrt{\frac{-2bg}{c}} = 574\ მ$

d) $a = \frac{c}{2g} + \frac{h}{c}$ $\quad h = \left(a - \frac{c}{2g}\right)c = 53\ სმ$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

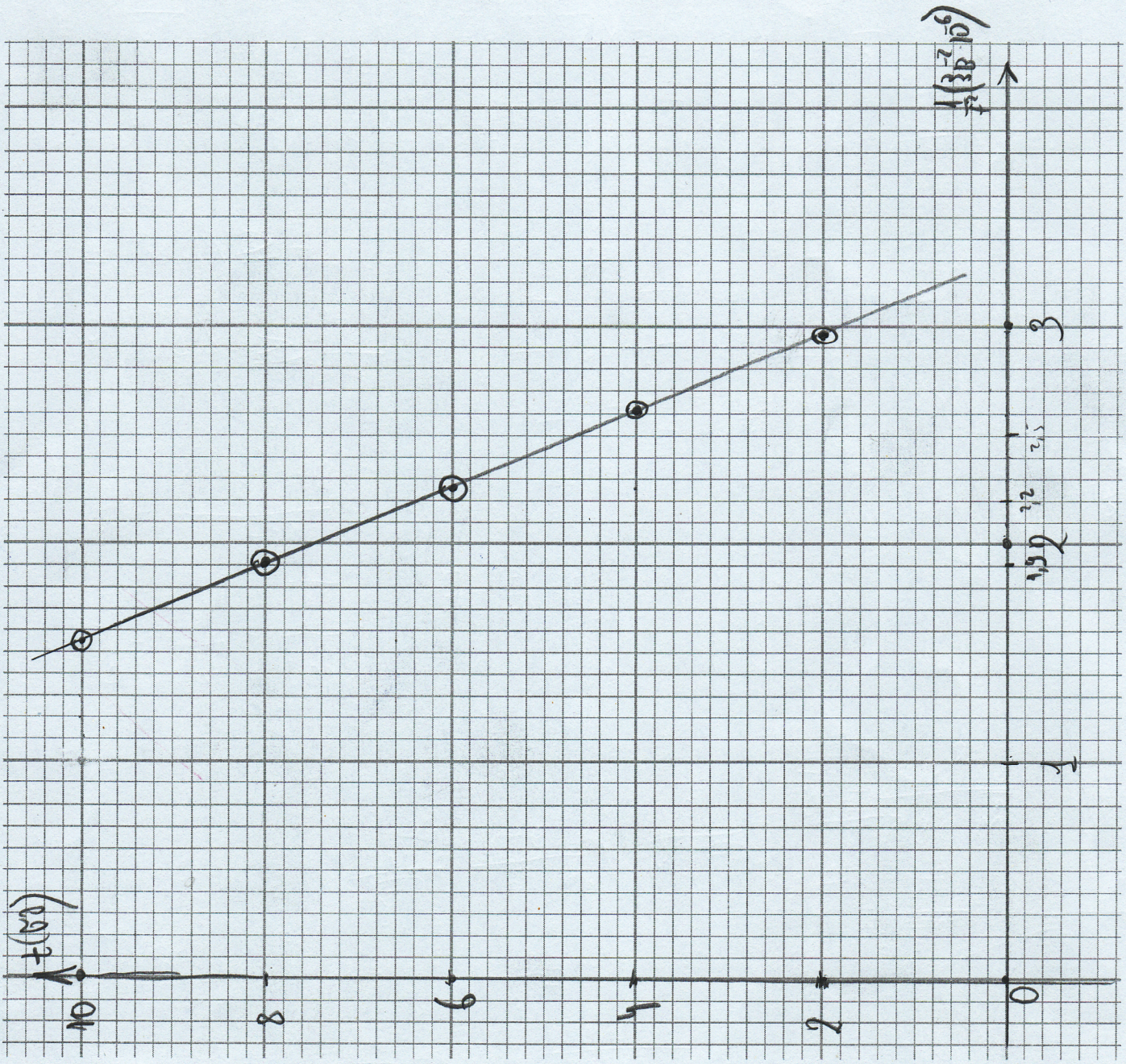
შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

16.04.2011/ ფიზ/ I/ 415

ამოცანა 3

გვერდი № 3



შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

16.04.2011/ ფიზ/ I/ 415

ამოცანა № 4

გვერდი № 1

1) $\overline{p^2} = (\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2$ $\quad (\Delta x)^2 = (\Delta y)^2 = (\Delta z)^2 = \frac{\overline{p^2}}{3}$

$\overline{p^2} = (\Delta p_x)^2 + (\Delta p_y)^2 + (\Delta p_z)^2$ $\quad (\Delta p_x)^2 = (\Delta p_y)^2 = (\Delta p_z)^2 = \frac{\overline{p^2}}{3}$

$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \frac{\hbar}{2}$

$(\Delta p_x)^2 (\Delta x)^2 \geq \frac{\hbar^2}{4}$ $\quad \frac{\overline{p^2}}{3} \cdot \frac{\overline{p^2}}{3} \geq \frac{\hbar^2}{4}$

$\overline{p^2}\,\overline{p^2} \geq \frac{9}{4}\hbar^2$

2) $E_3 = \frac{k(-e)ze}{\sqrt{\overline{r^2}}}$

$E_1 = E_3 + E_3$

$E_3 = \frac{p^2}{2m} = \frac{\overline{p^2}}{2m}$

$\frac{mv^2}{\sqrt{\overline{r^2}}} = \frac{kze^2}{\overline{r^2}}$ $\quad \frac{\overline{p^2}}{m\sqrt{\overline{r^2}}} = \frac{kze^2}{\overline{r^2}}$ $\quad \hbar^2 \approx kze^2 m\sqrt{\overline{r^2}}$

$\sqrt{\overline{r^2}} = \frac{\hbar^2}{kze^2 m}$

$\sqrt{\overline{p^2}} = \frac{\hbar^2}{\sqrt{\overline{r^2}}} = \frac{(kze^2 m)^2}{\hbar^2}$

$E_1 = -\frac{kze^2}{\hbar^2} \cdot kze^2 m + \frac{(kze^2 m)^2}{2\hbar^2 2m} =$

$= \frac{(kze^2 m)^2}{\hbar^2}\left(\frac{1}{2} - 1\right) = -\frac{k^2 z^2 e^4 m^2}{2\hbar^2} = -\frac{mk^2 e^4}{2\hbar^2} z^2$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

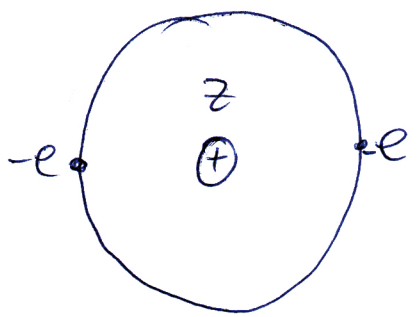
მაგიდა №

16.04.2011/ ფიზ/ I/ 415

ამოცანა № 4

გვერდი № 2

3)



$E_2 = E_{S_1} + E_3$ $\quad E_{S_1} = \frac{p_1^2}{m}$

$r_1 = r_2 \Rightarrow p_1 = p_2$

$E_S = \frac{2\overline{p_1^2}}{2m} = \frac{\overline{p_1^2}}{m}$ $\quad E_S$

$E_3 = -\frac{2ke^2 Z}{\sqrt{\overline{r_1^2}}} + \frac{ke^2}{2\sqrt{\overline{r_1^2}}} = \frac{ke^2}{\sqrt{\overline{r_1^2}}}\left(\frac{1}{2} - 2Z\right) = \frac{-2ke^2}{\sqrt{\overline{r_1^2}}}\left(Z - \frac{1}{4}\right)$

$\frac{kZe^2}{\overline{r_1^2}} - \frac{ke^2}{4\overline{r_1^2}} = \frac{mv^2}{\sqrt{\overline{r_1^2}}} = \frac{\overline{p_1^2}}{m\sqrt{\overline{r_1^2}}}$

$\frac{ke^2}{\overline{r_1^2}}\left(Z - \frac{1}{4}\right) = \frac{\overline{p_1^2}}{m\sqrt{\overline{r_1^2}}}$

$\hbar^2 = mke^2\left(Z - \frac{1}{4}\right)\sqrt{\overline{r_1^2}}$

$\sqrt{\overline{r_1^2}} = \frac{\hbar^2}{mke^2\left(Z - \frac{1}{4}\right)}$

$\overline{p_1^2} = \frac{\hbar^2}{\overline{r_1^2}} = \frac{m^2k^2e^4\left(Z - \frac{1}{4}\right)^2}{\hbar^2}$

$E_3 = \frac{mk^2e^4\left(Z - \frac{1}{4}\right)^2}{\hbar^2}$

$E_3 = \frac{-2ke^2\left(Z - \frac{1}{4}\right) mke^2\left(Z - \frac{1}{4}\right)}{\hbar^2} =$

$E_3 = \frac{-2ke^2 Z\, mke^2\left(Z - \frac{1}{4}\right)}{\hbar^2}$

$= -\frac{2mk^2e^4\left(Z - \frac{1}{4}\right)^2}{\hbar^2}$

$E_2 = -\frac{mk^2e^4\left(Z - \frac{1}{4}\right)^2}{\hbar^2}$

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

შესარჩევი ტურები ფიზიკის 42-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისათვის

მაგიდა №

16.04.2011/ ფიზ/ I/ 415

ამოცანა № 4

გვერდი № 3

4) $E_1 - \hbar E_3 = E_2$

$\hbar = \frac{h}{2\pi}$ $\quad \omega = 2\pi\nu$

$E_3 = h\nu = \hbar\omega_0$

$E_1 - E_2 = E_3 \qquad -\frac{mk^2e^4}{2\hbar^2} z^2 + \frac{mk^2e^4}{\hbar^2}\left(z - \frac{1}{4}\right)^2 = \hbar\omega_0$

$$\frac{mk^2e^4}{\hbar^2}\left(\left(z-\frac{1}{4}\right)^2 - \frac{z^2}{2}\right) = \hbar\omega_0$$

$$z^2 - \frac{2z}{4} + \frac{1}{16} - \frac{z^2}{2} = \frac{\hbar^3\omega_0}{mk^2e^4} = \frac{(1{,}05\cdot10^{-34})^3 \cdot 2{,}5\cdot10^{17}}{9{,}1\cdot10^{-31}\cdot(9\cdot10^9)^2\cdot(1{,}6\cdot10^{-19})^4}$$

$$\frac{z^2}{2} - \frac{z}{2} + \frac{1}{16} = 0$$

$$8z^2 - 8z + 1 = 0$$

$$\mathcal{D}/4 = 16 - 8 = 8$$

$$z_1 = \frac{4+\sqrt{8}}{8}$$

$$z_2 = \frac{4-\sqrt{8}}{8}$$

$$\frac{z^2}{2} - \frac{z}{2} + \frac{1}{16} = 6$$

$$8z^2 - 8z - 95 = 0$$

$$\mathcal{D}/4 = 16 + 8\cdot95 = 776$$

$$z = \frac{4 \pm \sqrt{776}}{8} \approx 4$$

$$\approx \frac{(1{,}05)^3\cdot 2{,}5}{9{,}1\cdot 9^2\cdot 1{,}6^4}\cdot 10^4 \approx 6$$

პას: $z = 4$