МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА
Областен кръг 19.02.2017 г. Тема 8.клас
Решения и указания

Задача 1. ЧАСТ А. Да означим разстоянието между двете гари с s, а времето за изминаването му с $t = t_1 + t_2 + t_3$. Тогава имаме

$$\bar{\mathrm{v}} = \frac{s}{t}, \quad t_1 = t_3 = \frac{s}{3\mathrm{v}_1}, \quad t_2 = \frac{s}{3\mathrm{v}_2} = \frac{s}{3n\mathrm{v}_1}, \quad \bar{\mathrm{v}} = \frac{3n}{2n+1}\mathrm{v}_1. \qquad \textbf{[1 т.]}$$

За търсените скорости в различните участъци получаваме

$$\mathrm{v}_1 = \frac{2n+1}{3n}\bar{\mathrm{v}} \approx 10{,}7\ \mathrm{m/s}, \textbf{[1 т.]} \qquad \mathrm{v}_2 = n\mathrm{v}_1 = \frac{2n+1}{3}\bar{\mathrm{v}} = 16\ \mathrm{m/s}. \ \textbf{[1 т.]}$$

ЧАСТ Б. а) В момента на отделяне на предмета от балона той има скорост v_0, насочена нагоре, и ускорение g, насочено надолу към земната повърхност. Следователно до падането си на земята предметът извършва два вида движение: отначало равнозакъснително, а след това свободно падане (равноускорително) **[1 т.]. Да** означим общото време с $t = t_1 + t_2$. Тогава от закона за скоростта при равнозакъснително движение имаме

$$\mathrm{v} = \mathrm{v}_0 - gt_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad t_1 = \frac{\mathrm{v}_0}{g}. \qquad \textbf{[1 т.]}$$

Предметът след време t_1 ще достигне максимална височина

$$h = H + \frac{\mathrm{v}_0 t_1}{2} = H + \frac{\mathrm{v}_0^2}{2g}. \qquad \textbf{[1 т.]}$$

От тази височина предметът пада свободно за време t_2. Тогава имаме

$$h = \frac{gt_2^2}{2} \quad \Rightarrow \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{\mathrm{v}_0}{g}\sqrt{1 + \frac{2gH}{\mathrm{v}_0^2}}. \qquad \textbf{[1 т.]}$$

Окончателно времето за падане на предмета на земята е

$$t = \frac{\mathrm{v}_0}{\mathrm{g}}\left[1 + \sqrt{1 + \frac{2gH}{\mathrm{v}_0^2}}\right] \approx 7{,}1\,\mathrm{s}. \qquad \textbf{[1,5 т.]}$$

б) Скоростта, с която предметът пада на земята се определя с израза

$$\mathrm{v} = gt_2 = \mathrm{v}_0\sqrt{1+\frac{2gH}{\mathrm{v}_0^2}} \approx 63\,\mathrm{m/s}\,. \qquad \textbf{[1,5 т.]}$$

Задача 2. ЧАСТ А. а) От вида на графиката на скоростта при движение по наклонената равнина следва, че то се извършва с постоянно ускорение, както нагоре, така и надолу. Ускорението се пресмята по формулата

$$a = \frac{|\mathrm{v}_2 - \mathrm{v}_1|}{t_2 - t_1}\,. \qquad \textbf{[0,5 т.]}$$

При движение нагоре по наклонената равнина имаме $\mathrm{v}_1 = 6\,\mathrm{m/s},\ \mathrm{v}_2 = 0,\ t_2 - t_1 = 3\,\mathrm{s}$, при което получаваме

$$a_1 = 2\,\mathrm{m/s}^2\,. \qquad \textbf{[0,5 т.]}$$

При движение надолу по наклонената равнина имаме $\mathrm{v}_1 = 0,\ \mathrm{v}_2 = 4\,\mathrm{m/s},\ t_2 - t_1 = 5\,\mathrm{s}$, при което получаваме

$$a_2 = 0{,}8\,\mathrm{m/s}^2\,. \qquad \textbf{[0,5 т.]}$$

б) Движението на шайбата по наклонената равнина се извършва под действие на две постоянни сили (движението е с постоянно ускорение) – движещата сила F, насочена надолу по наклонената равнина, и силата на триене f, чиято посока зависи от посоката на движение **[0,5 т.].** Уравненията на движение имат вида

$ma_1 = F + f$, **[1 т.]** $\qquad ma_2 = F - f$. **[1 т.]**

Чрез почленно събиране и почленно изваждане на уравненията намираме

$$F = \frac{m}{2}(a_1 + a_2) \approx 0{,}25\,\mathrm{N}, \qquad \textbf{[1 т.]}$$

$$f = \frac{m}{2}(a_1 - a_2)\,. \qquad \textbf{[0,5 т.]}$$

Силата на триене се дава също с израза $f = kN$ **[0,5 т.],** където N е нормалният натиск на шайбата върху наклонената равнина. По третия принцип на механиката реакцията на опората е $R = N$ **[0,5 т.],** при което намираме

$$R = \frac{f}{k} = \frac{m}{2k}(a_1 - a_2) = 0{,}54\,\mathrm{N}\,. \qquad \textbf{[1 т.]}$$

ЧАСТ Б. Ще разгледаме движението на куршума спрямо отправно тяло движещата се дъска. Тъй като дъската се движи с постоянна скорост, ускорението на куршума в дъската не се променя ($\Delta u = 0$). **[0,25 т.]** Тогава куршумът навлиза в дъската със скорост

$v_0' = v_0 + u$ **[0,25 т.]** и излиза от нея със скорост $v' = v + u$ **[0,25 т.].** Тъй като движението в дъската е равнозакъснително, от израза за ускорението

$$a = \frac{(v_0')^2 - (v')^2}{2d} \quad \Rightarrow \quad v' = \sqrt{(v_0')^2 - 2ad}\,, \qquad \textbf{[1 т.]}$$

където като отчетем $a = F/m$ **[0,25 т.],** намираме

$$v = \sqrt{(v_0 + u)^2 - \frac{2Fd}{m}} - u\,. \qquad \textbf{[0,5 т.]}$$

Задача 3. а) Волтметърът отчита напрежението между краищата на съпротивлението R при двата начина на свързване на източника и волтметъра, тъй като токът през другото съпротивление (R_2 или R_1) е нула **[1 т.].** В първия случай токът е

$$I_1 = \frac{U_0}{R + R_1} = \frac{U_1}{R} \quad \Rightarrow \quad U_0 = \frac{R + R_1}{R} U_1\,. \qquad \textbf{[2 т.]}$$

Във втория случай имаме

$$I_2 = \frac{U_0}{R + R_2} = \frac{U_2}{R} \quad \Rightarrow \quad U_0 = \frac{R + R_2}{R} U_2\,. \qquad \textbf{[2 т.]}$$

Тогава намираме

$$R = \frac{U_2 R_2 - U_1 R_1}{U_1 - U_2} = 20\,\Omega\,. \qquad \textbf{[1,5 т.]}$$

б) Като заместим получения израз за R в един от изразите за U_0, получаваме

$$U_0 = \frac{U_1 U_2 (R_2 - R_1)}{U_2 R_2 - U_1 R_1} = 10{,}8\ \mathrm{V}\,. \qquad \textbf{[1,5 т.]}$$

в) При първото свързване мощността на съпротивлението R_1 е

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{U_0^2 R_1}{(R + R_1)^2}\,, \qquad \textbf{[0,5 т.]}$$

а при второто свързване мощността на съпротивлението R_2 е

$$P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{U_0^2 R_2}{(R + R_2)^2}\,. \qquad \textbf{[0,5 т.]}$$

От приравняването на тези мощности намираме

$$R = \sqrt{R_1 R_2} = 8\,\Omega\,. \qquad \textbf{[1 т.]}$$