

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**Национално пролетно състезание по физика, Ловеч, 14–16.03.2025 г.**  
**Решения на темата за I състезателна група (7. клас)**

**Задача 1. Спортни нормативи**

а) Докато учениците бягат в една и съща посока, разстоянието  $d$  се увеличава, защото единият от тях бяга с по-голяма скорост. Това продължава до момента  $t = 60$  s, в който първият ученик достига другия край на алеята (**1,0 т**). Пътищата, изминати от първия и от втория ученик за това време, са съответно:

$$s_1 = v_1 \cdot 60 \text{ s} \text{ и } s_2 = v_2 \cdot 60 \text{ s}$$

Разстоянието между двамата в този момент е  $d = s_1 - s_2 = 120$  m. Следователно:

$$120 \text{ m} = (v_1 - v_2) \cdot 60 \text{ s} \text{ или } v_1 - v_2 = 2 \text{ m/s} \quad \text{(1.0 т)}$$

След този момент първият ученик тръгва обратно и в момента  $t = 75$  s двамата ученици се срещат (**1,0 т**). Докато се срещнат, учениците бягат 15 s един срещу друг и изминават път, съответно:

$$d_1 = v_1 \cdot 15 \text{ s} \text{ и } d_2 = v_2 \cdot 15 \text{ s}$$

Тъй като в момента на срещата  $d_1 + d_2 = 120$  m, получаваме:

$$120 \text{ m} = (v_1 + v_2) \cdot 15 \text{ s} \text{ или } v_1 + v_2 = 8 \text{ m/s} \quad \text{(1.0 т)}$$

Лесно може да се съобрази, че двете числа, чиято разлика е 2, а сумата им е 8, са съответно:

$$v_1 = 5 \text{ m/s} \text{ и } v_2 = 3 \text{ m/s} \quad \text{(1.0 т)}$$

б) Дължината на алеята е равна на пътя, изминат от първия ученик за първите 60 секунди:

$$s_1 = v_1 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ m} \quad \text{(1.0 т)}$$

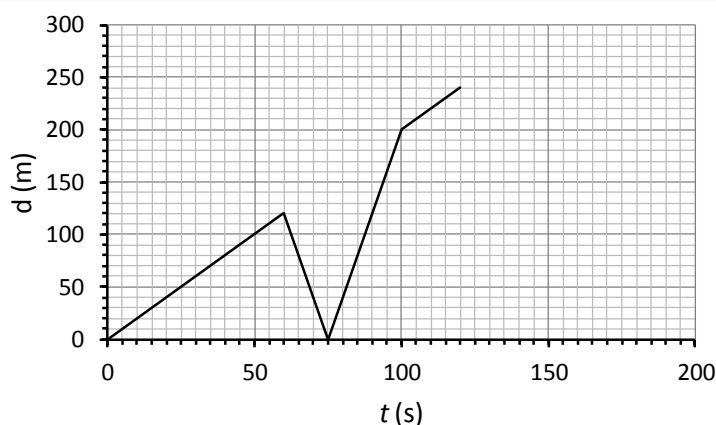
Общото разстояние, което трябва да пробяга всеки ученик, е два пъти по-голямо от дължината на алеята:

$$L = 2s_1 = 600 \text{ m} \quad \text{(1.0 т)}$$

в) На фигурата е показано цялата графика на движение от началния момент до момента на финалиране на първия ученик. Оценяват се следните елементи от графиката:

**1.** Праволинеен участък от момента  $t = 75$  s до момента  $t = 100$  s, в който разстоянието между учениците е 200 m. **(0,5 т)**

*Обосновка.* До момента 75 s вторият ученик е изминал път  $3 \text{ m/s} \cdot 75 \text{ s} = 225$  m и е на разстояние 75 m от края на алеята. Следователно от този момент той трябва да бяга още  $75 \text{ m} / 3 \text{ m/s} = 25$  s и ще стигне края на алеята в момента  $t = 100$  s. До стотната секунда пър-



вият ученик е изминал общо 500 m, от които 300 m в едната посока и 200 m в – обратната посока, т.е. разстоянието между учениците в този момент е 200 m. (1,0 т)

2. Праволинеен участък от момента  $t = 100$  s до крайния момент  $t = 120$  s, в който разстоянието между учениците става 240 m. (0,5 т)

*Обосновка.* Първият ученик изминава цялото разстояние от 600 m за два пъти по-голямо време, отколкото времето, което е бягал в едната посока, т.е. той финишира 120 s след старта. До тогава вторият ученик изминава общо  $3 \text{ m/s} \cdot 120 \text{ s} = 360$  m, от които 300 m до края на алеята и още 60 m в обратна посока. Следователно, когато първият ученик финишира, на вторият му остават още 240 m до финала. (1,0 т)

## Задача 2. Археологическа експедиция

а) Докато колоната е под водата, ѝ действа изтласкваща Архимедова сила. (1,0 т)  
Затова теглото  $F$  на колоната във водата е по-малко, отколкото във въздуха. (1,0 т)

б) Върхът на колоната достига водната повърхност в момента 80 s, когато силата  $F$  започва да намалява. (0,5 т) В момента 100 s, когато силата става най-голяма, цялата колона излиза над водата. (0,5 т). Следователно колоната пресича водната повърхност за време  $t = 20$  s, като изминава път, равен на нейната височина:

$$h = ut = 0,2 \text{ m/s} \cdot 20 \text{ s} = 4 \text{ m}. \quad (1,0 \text{ т})$$

в) До момента  $t = 80$  s когато върхът на колоната достига водната повърхност, колоната е изминала път:

$$s = 0,2 \text{ m/s} \cdot 80 \text{ s} = 16 \text{ m}. \quad (1,0 \text{ т})$$

Изминатият от колоната път е  $s = H - h$ . Следователно:

$$H = s + h = 20 \text{ m}. \quad (1,0 \text{ т})$$

г) След стотната секунда цялата колона се намира над водата и теглото ѝ е:

$$F = mg \quad (0,5 \text{ т})$$

Следователно масата на колоната е:

$$m = \frac{F}{g} = \frac{21\,000 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 2100 \text{ kg}. \quad (0,5 \text{ т})$$

Основата на колоната е кръг с радиус  $r = d/2 = 0,25$  m и лице:

$$S = \pi r^2 \approx 0,196 \text{ m}^2 \quad (1,0 \text{ т})$$

Обемът на колоната е съответно:

$$V = Sh \approx 0,785 \text{ m}^3 \quad (1,0 \text{ т})$$

Следователно плътността на мрамора е:

$$\rho = \frac{m}{V} \approx 2680 \text{ kg/m}^3 \quad (1,0 \text{ т})$$

## Задача 3. LED осветление

а) Светодиодът започва да свети при напрежение  $U_0 = 1,9$  V. (1,0 т)

б) При последователно свързване през всички светодиоди тече еднакъв ток. Това означава, че върху тях има и еднакво напрежение  $U$ . (0,5 т)

Сумата от напреженията върху последователно свързаните диоди е равна на напрежението на източника. Следователно, ако  $N$  е броят на диодите, е в сила връзката:

$$NU = U_{\text{и}} \quad (1,0 \text{ т})$$

За да светят диодите, е нужно  $U > U_0$ . Следователно:

$$N < \frac{U_{\text{и}}}{U_0} \approx 6,3 \quad (0,5 \text{ т})$$

От графиката намираме напрежението  $U_1 = 3,2 \text{ V}$  върху диодите, когато през тях тече максимален ток. (1,0 т)

От условието  $U < U_1$  намираме:

$$N > \frac{U_{\text{и}}}{U_1} = 3,75 \quad (0,5 \text{ т})$$

От двете неравенства следва, че гирляндът може да е съставен от 4, 5 или 6 светодиода. За посочване на някое от трите числа  $\times 0,5 \text{ т}$  – общо (1,5 т)

в) При най-малкото възможно съпротивление  $R$  през всеки от светодиодите тече максималния допустим ток  $I_1 = 100 \text{ mA}$ . (0,5 т)

Понеже диодите са свързани успоредно, през резистора тече ток:

$$I_2 = 2I_1 = 200 \text{ mA}. \quad (1,0 \text{ т})$$

Напрежението върху диодите е съответно  $U_1 = 3,2 \text{ V}$ . (0,5 т)

Следователно напрежението върху резистора е:

$$U_2 = U_{\text{и}} - U_1 = 8,8 \text{ V}. \quad (1,0 \text{ т})$$

Съпротивлението на резистора, при което през диодите тече максимален ток, е:

$$R = \frac{U_2}{I_2} = \frac{8,8 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} = 44 \Omega. \quad (1,0 \text{ т})$$

(0,5 т за буквен израз за  $R$  + 0,5 т за верен числен отговор)