

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ**

**23 февруари 2020 г.**

**Тема за VIII клас (втора състезателна група)**

**Решения и указания**

**Решение: 1.1.** Силата  $T$ , с която нишката действа на всяко от телата, е една и съща ( $T = T_1 = T_2$ ), тъй като масите на нишката и на макарата са пренебрежимо малки. **(0.25 т.)** Ускорението  $a$  на двете тела също е еднакво ( $a = a_1 = a_2$ ), защото нишката е неразтеглива. **(0.25 т.)** Като запишем втория принцип на Нютон за всяко от телата, получаваме:

$$T - m_1g = m_1a \text{ за тяло (1) и } m_2g - T = m_2a \text{ за тяло (2) (2 т.)}$$

От тук може да изразим ускорението  $a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}g = 2.5 \text{ m/s}^2$ . **(1 т.)**

**Решение: 1.2.** След като определим ускорението  $a$ , лесно може да изразим силата  $T = m_1(a + g) = 18.75 \text{ N}$ . **(1 т.)**

**Решение: 1.3.** Двете тела се движат равноускорително с ускорение  $a$  (без начална скорост), така че за време  $t$  всяко изминава път  $s = at^2/2$ . Да разгледаме височината (спрямо масата), на която се намират двете тела в търсения момент от време –  $t_{\text{cp}}$ . За първото тяло това ще е  $at_{\text{cp}}^2/2$ , за (2) ще е  $h - at_{\text{cp}}^2/2$ . **(0.5 т.)** Приравняваме двете разстояния и получаваме времето  $t_{\text{cp}} = \sqrt{h/a} = \sqrt{10/5} \text{ s} \approx 0.63 \text{ s}$ . **(1 т.)**

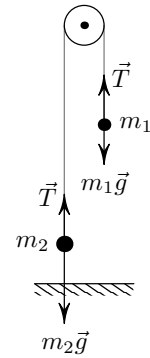
**Решение: 1.4.** Тяло (1) се движи равноускорително нагоре под действие на сила  $F = m_1a$ , до момента в който тяло (2) падне на масата. След това нишката вече не действа на тялото и то се движи равнозакъснително с ускорение  $g$ . Височината която ще измине е  $h' = v^2/(2g)$ , **(0.5 т.)** където  $v$  крайната скорост на равноускорителното движение или  $v^2 = 2ah$ . **(0.5 т.)** Така за максималната височина получаваме  $h_{\text{max}} = h + h' = h + ah/g = (a/g + 1)h = 1.25 \text{ m}$ . **(3 т.)**

**Решение: 2.1.** Нека означим с **(A)**, **(B)**, **(C)** и **(D)** веригите, които се получават при следните положения на ключовете  $K_a$  и  $K_b$ :

| Озн. на верига според $K_a$ и $K_b$ | (A)  | (B)  | (C)  | (D)  |
|-------------------------------------|------|------|------|------|
| Положение на $K_a$                  | долу | горе | горе | долу |
| Положение на $K_b$                  | горе | горе | долу | долу |

Всяка от веригите по-горе се състои от два успоредно свързани резистора (с изключение на **(A)**, там имаме само един резистор и тъй като двата амперметра са еднакви, те ще показват един и същ ток). От закона на Ом може да определим отношението  $I_a/I_b$  изразено чрез съпротивленията участващи във всяка от веригите:

| Верига    | (A) | (B)       | (C)       | (D)       |
|-----------|-----|-----------|-----------|-----------|
| $I_a/I_b$ | 1   | $R_2/R_1$ | $R_3/R_1$ | $R_3/R_2$ |



След като сме намерили отношенията  $I_a/I_b$  за всяка верига, трябва да проверим при какво отношение на  $R_1 : R_2 : R_3$  ще получим стойностите от таблицата дадена по условие. За целта на всяко от отношенията означени като **ⓑ**, **ⓒ** и **ⓓ** задаваме всяка от стойностите на **ⓐ**, **ⓑ** и **ⓒ** или ще имаме следните възможности:

| № \ Верига | ⓐ | ⓑ         | ⓒ         | ⓓ         |               |
|------------|---|-----------|-----------|-----------|---------------|
|            | 1 | $R_2/R_1$ | $R_3/R_1$ | $R_3/R_2$ |               |
| 1          | 1 | 3         | 2         | 2/3       | <b>(3 т.)</b> |
| 2          | 1 | 2         | 2/3       | 3         |               |
| 3          | 1 | 2/3       | 3         | 2         |               |
| 4          | 1 | 3         | 2/3       | 2         |               |
| 5          | 1 | 2         | 3         | 2/3       |               |
| 6          | 1 | 2/3       | 2         | 3         |               |

От горната таблица се вижда, че само с отношенията на  $R_1 : R_2 : R_3$  в редове 1 и 6 могат да се получат стойностите в таблицата дадена по условие. Да разгледаме първия ред, колона **ⓑ** и **ⓒ**. Да предположим, че първите две отношения са изпълнени  $R_2/R_1 = 3$  и  $R_3/R_1 = 2$ , тогава от тях може да получим отношението  $R_3/R_2$ , което се получава  $2/3$ , сравняваме с колона **ⓓ** и виждаме, че отношението наистина е толкова. Да направим същата проверка и за втория ред: от  $R_2/R_1 = 2$  и  $R_3/R_1 = 2/3$  получаваме, че  $R_3/R_2 = 1/3$ , но според колона **ⓓ** това отношение трябва да е 3. Виждаме, че при такива отношения на  $R_1 : R_2 : R_3$  не може да получим числата дадени в условието на задачата. Останалите редове се проверяват по същия начин. Така от редове 1 и 6 накрая получаваме:

$$R_2/R_1 = 3, R_3/R_1 = 2 \text{ и } R_3/R_2 = 2/3 \text{ или } R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 3 : 2 \text{ (1 т.)}$$

$$R_2/R_1 = 2/3, R_3/R_1 = 2 \text{ и } R_3/R_2 = 3 \text{ или } R_1 : R_2 : R_3 = 3 : 2 : 6 \text{ (1 т.)}$$

Положенията на ключовете за двете възможни отношения  $R_1 : R_2 : R_3$  са:

| $R_1 : R_2 : R_3$ \ Верига | ⓐ | ⓑ | ⓒ | ⓓ |               |
|----------------------------|---|---|---|---|---------------|
|                            | ⓑ | ⓒ | ⓓ | ⓐ |               |
| 1 : 3 : 2                  | ⓑ | ⓒ | ⓓ | ⓐ | <b>(2 т.)</b> |
| 3 : 2 : 6                  | ⓓ | ⓒ | ⓑ | ⓐ |               |

**Решение: 2.2.**  $R_1$  е най-малкият от трите съпротивления, тогава  $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 3 : 2$  **(0.5 т.)** или може да запишем:

$$R_1 + 3R_1 + 2R_1 = 6R_1 = 600 \Omega. \text{ (1 т.)}$$

Откъдето определяме  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 300 \Omega$  и  $R_3 = 200 \Omega$ . **(1.5 т.)**

**Решение: 3.1.** От графиката се вижда, че в момента  $t = 0$  s, скоростта е  $v(0) = v_0 = 2$  m/s. **(1 т.)**

**Решение: 3.2.** Тялото се движи равноускорително или равномерно, така че преместването и изминатият път ще съвпадат и ще са равни на площта на фигурата

между графиката и абсцисата, която не е показана на чертежа в условието. Може да разделим фигурата на два трапеца с площи  $S_1 = [(5 + 2) \cdot 4/2] \text{ m} = 14 \text{ m}$  и  $S_2 = [(10 + 8) \cdot 4/2] \text{ m} = 36 \text{ m}$ . **(1.5 т.)** Тъй като графиката почва от  $v(0) = 2 \text{ m/s}$ , трябва да добавим и още един правоъгълник с площ  $S_3 = (10 \cdot 2) \text{ m} = 20 \text{ m}$  **(0.5 т.)** и така общият изминат път става  $s = (14 + 36 + 20) \text{ m} = 70 \text{ m}$ . **(1 т.)** На фигурата долу вдясно са показани конкретните  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$ . Възможни са и много други конфигурации.

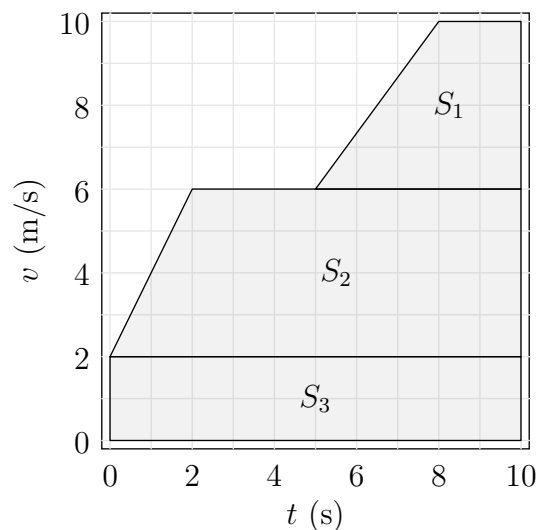
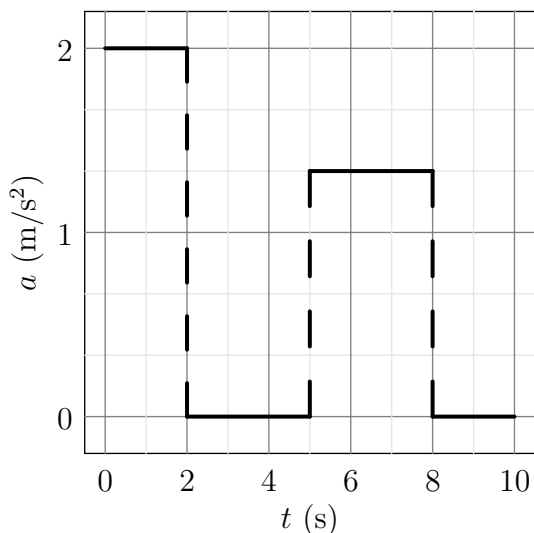
**Алтернативно решение:** разглеждаме четирите участъка от графиката:

- $t \in [0, 2) \text{ s}$  – движението е равноускорително с ускорение  $a = 2 \text{ m/s}^2$  и начална скорост  $v_0 = 2 \text{ m/s}$ . Изминатият път е  $s_1 = v_0 \Delta t + a \Delta t^2 / 2 = (2 \cdot 2 + 2 \cdot 2^2 / 2) \text{ m} = 8 \text{ m}$ . **(0.5 т.)**
- $t \in [2, 5) \text{ s}$  – движението е равномерно с постоянна скорост  $v = 6 \text{ m/s}$ . Изминатият път е  $s_2 = v \Delta t = (6 \cdot 3) \text{ m} = 18 \text{ m}$ . **(0.5 т.)**
- $t \in [5, 8) \text{ s}$  – движението е равноускорително с ускорение  $a = 4/3 \text{ m/s}^2$  и начална скорост  $v_0 = 6 \text{ m/s}$ . Изминатият път е  $s_3 = v_0 \Delta t + a \Delta t^2 / 2 = [6 \cdot 3 + (4/3) \cdot 3^2 / 2] \text{ m} = 24 \text{ m}$ . **(0.5 т.)**
- $t \in [8, 10] \text{ s}$  – движението е равномерно с постоянна скорост  $v = 10 \text{ m/s}$ . Изминатият път е  $s_4 = v \Delta t = (10 \cdot 2) \text{ m} = 20 \text{ m}$ . **(0.5 т.)**

Общият изминат път става  $s = (8 + 18 + 24 + 20) \text{ m} = 70 \text{ m}$ . **(1 т.)**

**Решение: 3.3.** За да пресметнем средната скорост, отново пресмятаме изминатия път (както в **3.2.**), който за първите пет секунди е  $s = [5 \cdot 2 + (5 + 3) \cdot 4/2] \text{ m} = 26 \text{ m}$  (този път може да се сметне и като използваме формулите за равноускорително движение през първите две секунди и равномерно движение през оставащите три секунди, виж алтернативното решение на **3.2.**, тогава  $s = (8 + 6 \cdot 3) \text{ m} = 26 \text{ m}$ ), така за скоростта получаваме  $\bar{v}_5 = (26/5) \text{ m/s} = 5.2 \text{ m/s}$ . **(1 т.)** Средната скорост за цялото време на движение е  $\bar{v}_{10} = (70/10) \text{ m/s} = 7 \text{ m/s}$ . **(1 т.)**

**Решение: 3.4.**



- правилно означени оси – величина **(2×0.5 т.)** и размерност **(2×0.5 т.)**;
- правилно нанесени точки; **(2 т.)**

- към решението на задача **3.2.**