

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 20 февруари 2021 г.**  
**Решения на темата за 8. клас (втора състезателна група)**

**Задача 1. Кинематика**

а) Изминатият от велосипеда път от началния момент до момента на изпреварването е  $s_B = v_B t_{и}$ . [0,5 т.] Условието велосипедът да настигне мотоциклета е  $s_B = d + s_M$ , откъдето  $s_M = s_B - d = v_B t_{и} - d = 20$  m. [1 т.] За това време мотоциклетът изминава път  $s_M = \frac{a_M t_{и}^2}{2}$ , т.е.  $a_M = \frac{2s_M}{t_{и}^2} = \frac{2(v_B t_{и} - d)}{t_{и}^2} = 0,4$  m/s<sup>2</sup>. [1 т.]

б) При равноускорителното си движение мотоциклетът развива скорост  $v_M = a_M t_{и}$ . [0,5 т.] Търсеното отношение е  $\frac{v_B}{v_M} = \frac{v_B}{a_M t_{и}} = \frac{v_B t_{и}}{2(v_B t_{и} - d)} = 2,5$ . [1 т.]

в) В момента на изравняване на скоростите  $v_B = v'_M = a_M t'$ , където  $v'_M$  е скоростта на мотоциклета в този момент. Оттук  $t' = \frac{v_B}{a_M} = \frac{v_B t_{и}^2}{2(v_B t_{и} - d)} = 25$  s. [1 т.] Разстоянието между велосипеда и мотоциклета в този момент е  $d' = v_B t' - \frac{a_M t'^2}{2} - d = \frac{(v_B t_{и} - 2d)^2}{4(v_B t_{и} - d)} = 45$  m. [1,5 т.]

г) В този случай трябва да съвпадат скоростите на двете превозни средства в момента на настигането:  $v_{B,\min} = a_M t_{и,\max}$ . [0,5 т.] Освен това, се изпълняват съотношенията  $s_{M,\max} = v_{B,\min} t_{и,\max} - d = \frac{a_M t_{и,\max}^2}{2}$ . [0,5 т.] Следователно  $v_{B,\min} = \sqrt{2da_M} = \frac{2\sqrt{d(v_B t_{и} - d)}}{t_{и}} = 8$  m/s. [1 т.]

Съответно  $t_{и,\max} = \sqrt{\frac{2d}{a_M}} = t_{и} \sqrt{\frac{d}{v_B t_{и} - d}} = 20$  s [1 т.] и  $s_{M,\max} = d = 80$  m [0,5 т.].

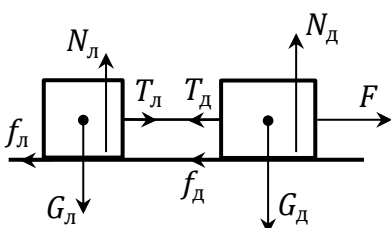
**Задача 2. Свободно падане**

а) Саксията изминава разстоянието  $H$  за време  $t_H$ , като  $H = gt_H^2/2$  [0,5 т.], т.е.  $t_H = \sqrt{2H/g} = 3$  s [1 т.]. Скоростта, с която саксията се удря в земята, е  $v_H = gt_H = \sqrt{2gH} = 30$  m/s. [1 т.]

б) Скоростта, с която саксията достига прозореца, е  $v_0 = gt_0$ . [0,5 т.] При движението на саксията покрай прозореца е изпълнено, че  $h = v_0 t + gt^2/2 = gt_0 t + gt^2/2$  [1,5 т.], откъдето  $t_0 = \frac{h}{gt} - \frac{t}{2} \approx 2$  s [1,5 т.]. Саксията изминава разстоянието  $h_0$  за време  $t_0$ , като  $h_0 = gt_0^2/2 = \frac{g}{2} \left(\frac{h}{gt} - \frac{t}{2}\right)^2 \approx 19$  m. [1,5 т.]

в) Скоростта на саксията, минаваща покрай долния край на прозореца, е  $v = g(t_0 + t)$ . [0,5 т.] Докато саксията пада покрай прозореца, нейната скорост нараства със  $\frac{100(v-v_0)}{v_0} = \frac{100t}{t_0} = \frac{200gt^2}{2h-gt^2} \approx 5\%$ . [2 т.]

**Задача 3. Трупчета на нишка**



а) Както може да се види на чертежа вляво, във вертикално направление на лявото трупче действат силата на тежестта  $G_L = m_L g$  надолу [0,3 т.] и реакцията на опората  $N_L = G_L$  нагоре [0,2 т.]. В хоризонтално направление на лявото трупче действат силата на триене  $f_L = kN_L = km_L g$  наляво [0,5 т.] и силата на опън  $T_L$  надясно [0,2 т.]. На дясното трупче (във вертикално направление) действат силата на

тежестта  $G_d = m_d g$  надолу [0,3 т.] и реакцията на опората  $N_d = G_d$  нагоре [0,2 т.]. В хоризонтално направление действат силата на триене  $f_d = kN_d = km_d g$  [0,5 т.] и силата на опън  $T_d$  [0,2 т.] наляво, както и силата  $F$  надясно [0,1 т.].

б) След прерязването на нишката дясното трупче продължава да се движи под действие на силата  $F$  и силата на триене  $f_d$ . От II принцип на Нютон следва, че  $F - km_d g = m_d a'$  [1 т.], откъдето  $F = m_d(kg + a') = 1,8 \text{ N}$  [1 т.].

в) Като приложим II принцип на Нютон за двете трупчета преди прерязването на нишката, ще получим:  $T_l - km_l g = m_l a$  [1 т.] (за лявото трупче) и  $F - T_d - km_d g = m_d a$  [1 т.] (за дясното трупче), като  $T_l = T_d = T$  [0,5 т.] от III принцип на Нютон. Като съберем двете уравнения на Нютон, за да изключим силите на опън, получаваме, че масата  $m_l = \frac{F}{kg+a} -$

$$m_d = \frac{m_d(a' - a)}{kg + a} = 300 \text{ g. [1,5 т.]}$$

г) От уравнението на Нютон за лявото трупче следва, че силата на опън  $T = m_l(kg + a) = m_d(a' - a) = 0,6 \text{ N. [1,5 т.]}$

**Внимание!** (важи за решенията на всички задачи)

За всякакви алтернативни решения, обяснени ясно и получаващи същите резултати, да се присъжда пълния брой точки, посочени за съответното подусловие.