

Općinsko natjecanje iz fizike 2021/2022  
Srednje škole – 1. grupa  
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (12 bodova)

Ukupno vrijeme u kojem je biciklist prešao dionicu biciklističke utrke jednako je:

$$\bar{v} = \frac{s}{t_{ukupno}} \Rightarrow t_{ukupno} = \frac{s}{\bar{v}} = \frac{32 \text{ km}}{19.2 \text{ km/h}} = 1.67 \text{ h} = 100 \text{ min. (2 boda)}$$

Brzina biciklista u prvih pola sata vožnje je:

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{\frac{2}{5}32 \text{ km}}{0.5 \text{ h}} = \frac{12.8 \text{ km}}{0.5 \text{ h}} = 25.6 \text{ km/h. (2 boda)}$$

U drugom dijelu gibanja biciklist stoji pa je  $v_2 = 0$ ,  $t_2 = 6 \text{ min. (1 bod)}$

U trećem dijelu gibanja biciklist je prešao  $\frac{3}{5}$  ukupne duljine staze i za to mu je trebalo:

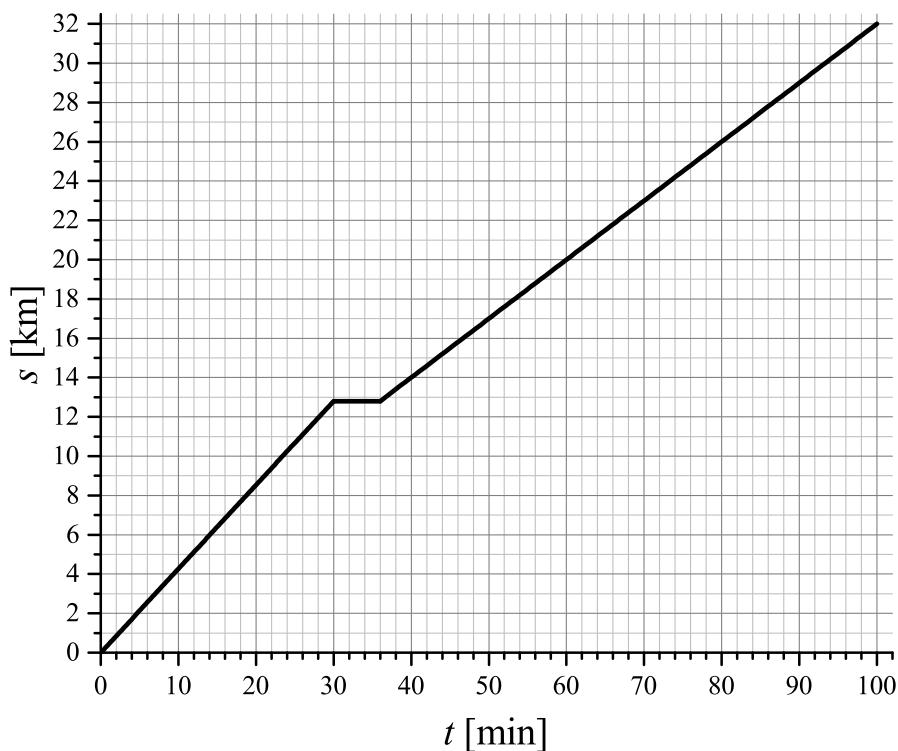
$$t_3 = t_{ukupno} - t_1 - t_2 = 64 \text{ min. (1 bod)}$$

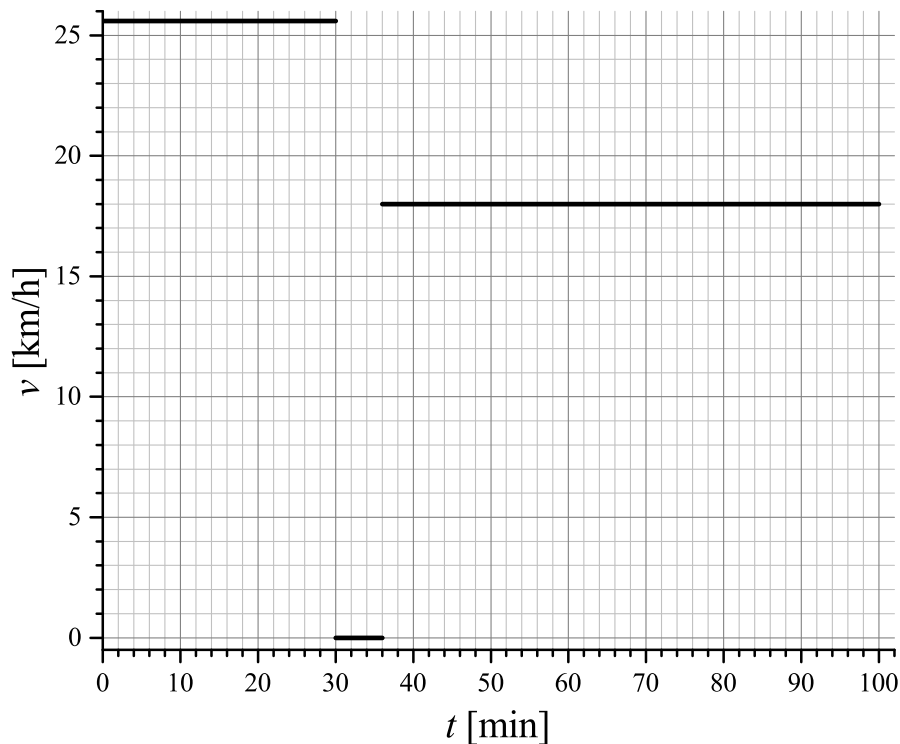
Brzina u trećem dijelu gibanja je:

$$v_3 = \frac{s_3}{t_3} = \frac{\frac{3}{5}32 \text{ km}}{\frac{64}{60} \text{ h}} = \frac{19.2 \text{ km}}{\frac{64}{60} \text{ h}} = 18 \text{ km/h. (2 boda)}$$

Graf ovisnosti prijeđenog puta o vremenu: **2 boda.**

Graf ovisnosti brzine o vremenu: **2 boda.**





## 2. zadatak (10 bodova)

Maksimalan vremenski interval između uključivanja zelenog svjetla na prvom i drugom semaforu dobijemo zbrajanjem sljedećih vremenskih intervala (**1 bod**):

- vrijeme ubrzanja automobila ( $t_1 = 4.2$  s),
- vrijeme gibanja automobila stalnom brzinom do udaljenosti od 25 m prije semafora ( $t_2$ )
- vrijeme od uključivanja žutog svjetla do uključivanja zelenog svjetla ( $t_3 = 1$  s)

Za vrijeme ubrzanja automobil prelazi put:

$$s_1 = \frac{v_1 t_1}{2} = \frac{50 \cdot \frac{1000}{3600} \text{ m/s} \cdot 4.2 \text{ s}}{2} = \frac{175}{6} \text{ m} = 29.2 \text{ m} \quad (\mathbf{1 \text{ bod}})$$

Udaljenost, koju automobil prijeđe stalnom brzinom do uključivanja žutog svjetla, jednaka je:

$$s_2 = 200 \text{ m} - \frac{175}{6} \text{ m} - 25 \text{ m} = \frac{875}{6} \text{ m} = 145.8 \text{ m}, \quad (\mathbf{1 \text{ bod}})$$

a za to mu je potrebno sljedeće vrijeme:

$$t_2 = \frac{s_2}{v} = \frac{\frac{875}{6} \text{ m}}{50 \cdot \frac{1000}{3600} \text{ m/s}} = 10.5 \text{ s}. \quad (\mathbf{1 \text{ bod}})$$

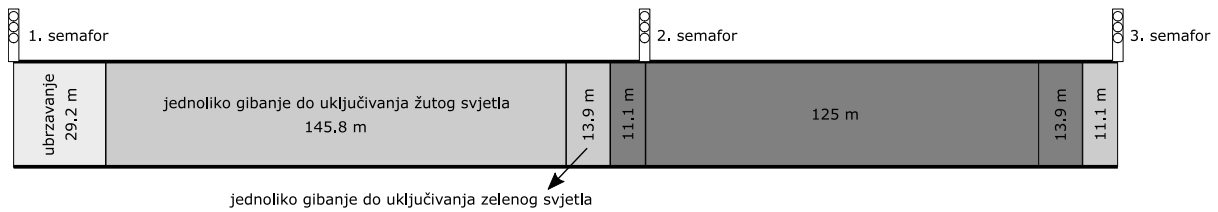
Prema tome, vremenski interval između uključivanja zelenog svjetla na prvom i drugom semaforu je:

$$\Delta t_{12} = t_1 + t_2 + t_3 = 4.2 \text{ s} + 10.5 \text{ s} + 1 \text{ s} = 15.7 \text{ s}. \quad (\mathbf{2 \text{ boda}})$$

Između uključivanja žutog i zelenog svjetla na semaforu automobil prijeđe put:

$$s_3 = v t_3 = 50 \cdot \frac{1000}{3600} \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} = \frac{125}{9} \text{ m} = 13.9 \text{ m}. \quad (\mathbf{1 \text{ bod}})$$

Sve udaljenosti prikazane su na sljedećoj skici.

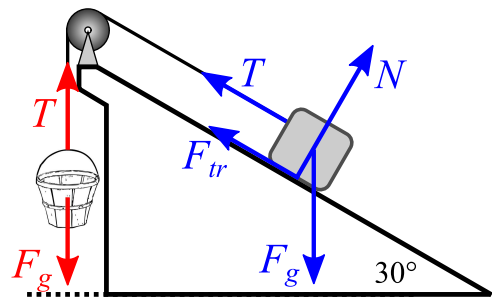


Sa skice možemo zaključiti da automobil između uključivanja zelenog svjetla na drugom i trećem semaforu prijeđe put od 150 m (**2 boda**). Giba se stalnom brzinom te mu je za to potrebno vrijeme:

$$\Delta t_{23} = \frac{150 \text{ m}}{50 \cdot \frac{1000}{3600} \text{ m/s}} = 10.8 \text{ s. (1 bod)}$$

### 3. zadatak (12 bodova)

Ako se sustav giba stalnom brzinom, zbroj svih sila na svako tijelo jednak je nuli. Na skici desno prikazane su sve sile koje djeluju na kantu i na uteg. Pretpostavili smo da između kosine i utega postoji trenje. Također, ako se uteg giba niz kosinu, sila trenja djeluje suprotno smjeru gibanja utega tj. uz kosinu. Najprije ćemo utvrditi postoji li trenje između utega i kosine tako da pretpostavimo suprotno i napišemo drugi Newtonov zakon za sustav.



$$m_{\text{uteg}} a = \frac{1}{2} m_{\text{uteg}} g - T \text{ (1 bod)}$$

$$m_{\text{kanta}} a = T - m_{\text{kanta}} g \text{ (1 bod)}$$

Slijedi:

$$a = \frac{\frac{1}{2} m_{\text{uteg}} - m_{\text{kanta}}}{m_{\text{uteg}} + m_{\text{kanta}}} g = \frac{1 \text{ kg} - 0.75 \text{ kg}}{2 \text{ kg} + 0.75 \text{ kg}} g = \frac{1}{11} g \neq 0. \text{ (1 bod)}$$

Slijedi da mora postojati trenje, inače bi se sustav gibao ubrzano. (**1 bod**)

Sada možemo napisati drugi Newtonov zakon za oba tijela uključujući i silu trenja.

$$0 = \frac{1}{2} m_{\text{uteg}} g - T - F_{tr}$$

$$0 = T - m_{\text{kanta}} g$$

(**1 bod**)

Sila trenja je  $F_{tr} = \mu N$  (**1 bod**),  $F_{tr} = \mu \frac{\sqrt{3}}{2} m_{\text{uteg}} g$  (**1 bod**). Uvrštavanjem se dobije:

$$0 = \left(\frac{1}{2} m_{\text{uteg}} - m_{\text{kanta}}\right) g - \mu \frac{\sqrt{3}}{2} m_{\text{uteg}} g.$$

Slijedi da je koeficijent trenja:

$$\mu = \frac{\frac{1}{2} m_{\text{uteg}} - m_{\text{kanta}}}{\frac{\sqrt{3}}{2} m_{\text{uteg}}} = \frac{1 \text{ kg} - 0.75 \text{ kg}}{\frac{\sqrt{3}}{2} 2 \text{ kg}} = \frac{0.25}{\sqrt{3}} = 0.144. \text{ (2 boda)}$$

Kada u kantu stavimo teret mase  $m$ , sustav će se gibati stalnom brzinom u suprotnom smjeru. To znači da će sila trenja između utega i kosine imati smjer niz kosinu. Vrijede sljedeće jednadžbe:

$$0 = T' - \frac{1}{2} m_{\text{uteg}} g - F_{tr}$$

$$0 = (m_{\text{kanta}} + m) g - T'$$

(**1 bod**)

Zbrajanjem jednadžbi dobije se:

$$0 = -\frac{1}{2} m_{\text{uteg}} g - \mu \frac{\sqrt{3}}{2} m_{\text{uteg}} g + m_{\text{kanta}} g + m g$$

Slijedi da je masa tereta jednaka:

$$m = \frac{1}{2}m_{uteg} - m_{kanta} + \mu \frac{\sqrt{3}}{2}m_{uteg}$$

$$m = 1 \text{ kg} - 0.75 \text{ kg} + \frac{0.25}{\sqrt{3}} \frac{\sqrt{3}}{2} 2 \text{ kg} = 0.5 \text{ kg. (2 boda)}$$

#### 4. zadatak (6 bodova)

Vrijeme slobodnog pada loptice jednako je:

$$h = \frac{1}{2}gt_{pad}^2 \Rightarrow t_{pad} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1.55 \text{ s. (2 boda)}$$

Loptica se u rijeci nastavlja gibati brzinom rijeke. Vrijeme potrebno da dođe točno ispod drugog ruba mosta je:

$$s = v_{rijeka}t_{rijeka} \Rightarrow t_{rijeka} = \frac{s}{v_{rijeka}} = 30 \text{ s. (2 boda)}$$

Ukupno traženo vrijeme od ispuštanja loptice do dolaska ispod suprotnog ruba mosta je:

$$t_{ukupno} = t_{pad} + t_{rijeka} = 31.55 \text{ s. (2 boda)}$$

#### 5. zadatak (10 bodova)

Zakon očuvanja količine gibanja za sudar napišemo po komponentama:

$$m_A v_A = (m_A + m_B) v_x \text{ (1 bod)}$$

$$m_B v_B = (m_A + m_B) v_y \text{ (1 bod)}$$

Brzina gibanja automobila nakon sudara je:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \text{ (1 bod)}$$

Brzinu  $v$  izračunamo na način:

$$s = \frac{v^2}{2a}, \text{ (1 bod)}$$

gdje je  $a = \mu g$  (ovo dobijemo iz drugog Newtonovog zakona:  $(m_A + m_B)a = F_{tr} = \mu(m_A + m_B)g$ ). (2 boda)

Slijedi da je

$$v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 0.1875 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 60 \text{ m}} = 15 \text{ m/s} = 54 \text{ km/h. (1 bod)}$$

Iz prve jednadžbe zakona očuvanja količine gibanja izračunamo  $v_x$ :

$$v_x = \frac{m_A}{m_A + m_B} v_A = 20.5 \text{ km/h (1 bod)}$$

Zatim izračunamo  $v_y$ :

$$v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2} = 50 \text{ km/h. (1 bod)}$$

Slijedi da je brzina automobila B prije sudara jednaka:

$$v_B = \frac{m_A + m_B}{m_B} v_y = 91.8 \text{ km/h (1 bod)}$$

Prema tome, automobil B je prekoračio ograničenje brzine.