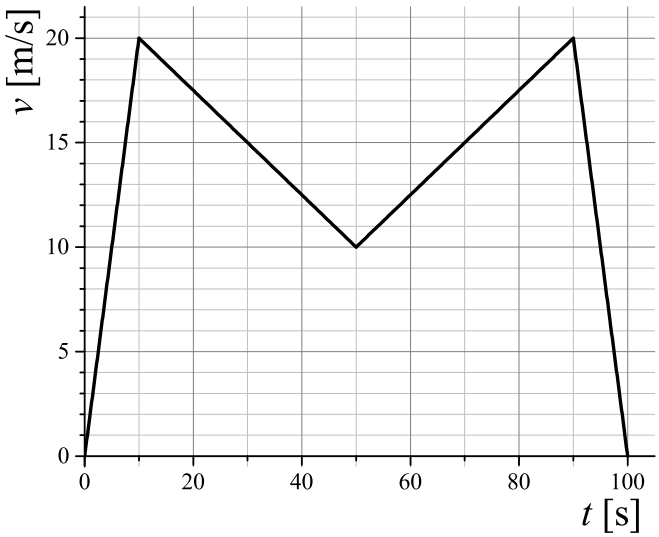
Općinsko natjecanje iz fizike 2019/2020
Srednje škole – 1. grupa

VAŽNO: Tijekom ispita **ne smijte imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...)**. Za pisanje koristite kemijsku olovku ili nalivpero. **Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.**

1. zadatak (10 bodova)

Gepard trči po pravcu, ovisnost njegove brzine o vremenu prikazana je na grafu.

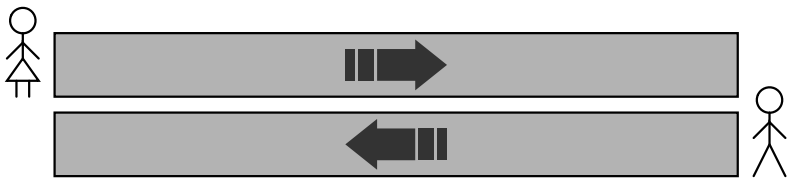
a) Izračunajte ukupan prijeđeni put.
b) Izračunajte srednju brzinu geparda po putu.
c) Nacrtajte graf ovisnosti ubrazanja geparda o vremenu.



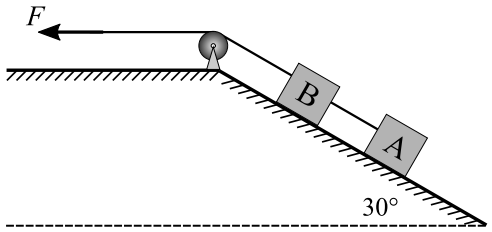
2. zadatak (10 bodova)

Na aerodromu su postavljene pokretne trake za hodanje za putnike. Dvije takve trake postavljene su jedna pored druge, a gibaju se u suprotnima smjerovima. Duljina traka je 80 m, a njihova brzina je 0.5 m/s. Ivica i Marica stoje na početku traka za hodanje, kao što je prikazano na slici, te istovremeno krenu hodati po traci stalnim brzinama u odnosu na traku. Brzina Ivice u odnosu na traku je 1.1 m/s. U trenutku kada Ivica dolazi do kraja svoje trake, udaljenost između njega i Marice je 70 m. Kada dođu do kraja pokretne trake Ivica i Marica se okreću te hodaju po svojim pokretnim trakama u suprotnom smjeru pri čemu su iznosi njihovih brzina u odnosu na traku nepromijenjeni.

a) Izračunajte brzinu Marice u odnosu na traku.
b) Odredite položaj susreta Ivice i Marice nakon što promijene smjer kretanja.



3. zadatak (10 bodova)



Tijelo A mase $m_A = 10$ kg povezano je nerastezljivim užetom zanemarive mase s tijelom B mase $m_B = 5$ kg. Na tijelo B pričvršćeno je nerastezljivo uže zanemarive mase koje na drugom kraju povlačimo silom $\vec{F}$, kao što je prikazano na slici. Kolotura je zanemarive mase, a trenje je zanemarivo. Sustav se giba uz kosinu jednoliko ubrzano ubrzanjem 0.2 m/s^2.

a) Nacrtajte dijagrame sila na tijela A i B.
b) Izračunajte iznos sile $\vec{F}$.
c) Izračunajte napetost užeta koje povezuje tijela A i B.

Uzmite da je gravitacijsko ubrzanje $g = 10$ m/s^2.

4. zadatak (10 bodova)

Kamion s prikolicom ukupne duljine 18.25 m vozi po autocesti jednolikom brzinom 80 km/h u desnoj traci. Automobil vozi stalnom brzinom 100 km/h u istom smjeru kao i kamion, u lijevoj traci. U trenutku kada je prednji kraj automobila udaljen 100 m od stražnjeg kraja kamiona, automobil počinje jednoliko ubrzavati do brzine 120 km/h te se dalje giba jednoliko. Duljina automobila je 4.25 m.

a) Izračunajte ukupno vrijeme pretjecanja, ako prvu polovinu vremena automobil jednoliko ubrzava, a drugu polovinu vremena vozi stalnom brzinom.
b) Izračunajte ubrzanje automobila.

Zanemarite otpor zraka.

5. zadatak (10 bodova)

Blok mase 20 kg miruje na horizontalnoj podlozi. Velikim maljem djelujemo na blok silom od 560 N u horizontalnom smjeru u vremenskom intervalu 0.05 s. Nakon djelovanja sile malja blok se počinje gibati po horizontalnoj podlozi te se nakon određenog vremena ponovo zaustavlja. Zatim ponovo primjenjujemo jednaku silu malja u jednakom trajanju kao i prvi put. Ako je koeficijent dinamičkog trenja između bloka i podloge 0.245, izračunajte koliko puta treba udariti blok maljem da se pomakne za 2 m. Uzmite da je gravitacijsko ubrzanje $g = 10$ m/s^2.

Općinsko natjecanje iz fizike 2019/2020
Srednje škole – 1. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (10 bodova)

Ukupan prijeđeni put geparda jednak je površini ispod $v(t)$ grafa koju možemo podijeliti u četiri segmenta:

I. od 0 s do 10 s,
II. od 10 s do 50 s,
III. od 50 do 90 s,
IV. od 90 s do 100 s.

Također primijetimo da su površine I i IV te II i III jednake. Prema tome ukupan prijeđeni put jednak je:

$s_{ukupno} = 2(s_I + s_{II})$

$s_{ukupno} = 2\left(\frac{1}{2}(20\ \mathrm{m/s}) \cdot (10\ \mathrm{s}) + (10\ \mathrm{m/s}) \cdot (50 - 10\ \mathrm{s}) + \frac{1}{2}(20 - 10\ \mathrm{m/s}) \cdot (50 - 10\ \mathrm{s})\right)$

$s_{ukupno} = 1400\ \mathrm{m}$ **(3 boda)**

Srednja brzina geparda po putu jednaka je:

$\bar{v} = \frac{s_{ukupno}}{t_{ukupno}} = \frac{1400\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{s}} = 14\ \mathrm{m/s}$ **(2 boda)**

Nadalje računamo ubrzanje geparda u pojedinom segmetu gobanja:

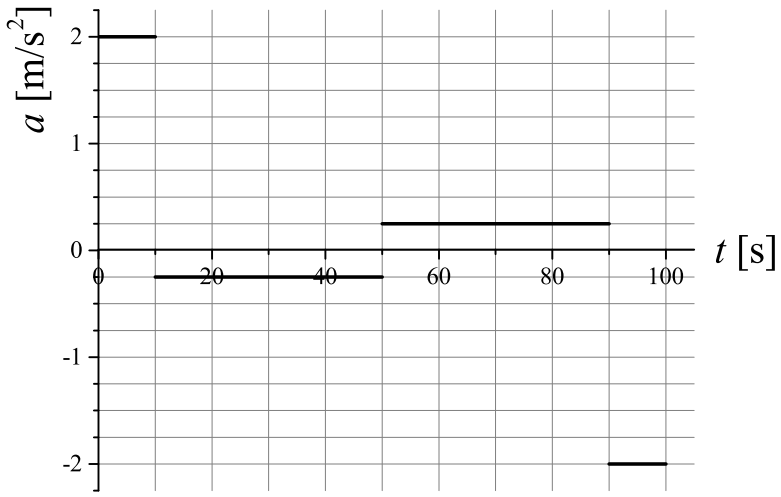
$a_I = \frac{20 - 0\ \mathrm{m/s}}{10 - 0\ \mathrm{s}} = 2\ \mathrm{m/s^2}$

$a_{II} = \frac{10 - 20\ \mathrm{m/s}}{50 - 10\ \mathrm{s}} = -0.25\ \mathrm{m/s^2}$

$a_{III} = \frac{20 - 10\ \mathrm{m/s}}{90 - 50\ \mathrm{s}} = 0.25\ \mathrm{m/s^2}$

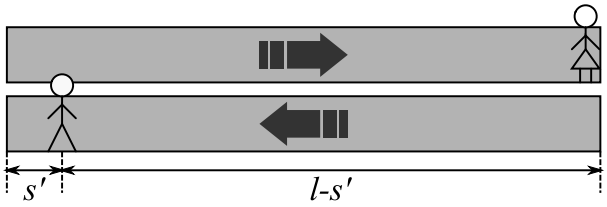
$a_{IV} = \frac{0 - 20\ \mathrm{m/s}}{100 - 90\ \mathrm{s}} = -2\ \mathrm{m/s^2}$ **(2 boda)**

Graf ovisnosti ubrzanja geparda o vremenu prikazan je na sljedećoj slici. **(3 boda)**

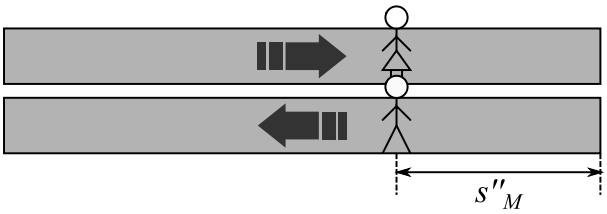


2. zadatak (10 bodova)

Najprije izračunamo vrijeme potrebno da Ivica dođe do kraja svoje pokretne trake.
$l = (v_0 + v_I)t$, **(1 bod)**
gdje je l duljina pokretne trake, v_0 brzina pokretne trake, v_I brzina Ivice i t vrijeme potrebno da dođe do kraja trake. Slijedi:
$t = \dfrac{l}{v_0 + v_I} = \dfrac{80\ \text{m}}{0.5 + 1.1\ \text{m/s}} = 50\ \text{s}.$ **(1 bod)**
U tom vremenu Marica je prešla put od $s = 70$ m. Vrijedi
$s = (v_0 + v_M)t$, **(1 bod)**
gdje je v_M brzina Marice u odnosu na pokretnu traku. Slijedi da je:
$v_M = \dfrac{s}{t} - v_0 = \dfrac{70\ \text{m}}{50\ \text{s}} - 0.5\ \text{m/s} = 0.9\ \text{m/s}.$ **(1 bod)**
Od trenutka dolaska Ivice do kraja trake do dolaska Marice do kraja svoje trake prošlo je t' vremena:
$10\ \text{m} = (v_0 + v_M)t' \ \Rightarrow\ t' = \dfrac{10\ \text{m}}{1.4\ \text{m/s}} = \dfrac{50}{7}\ \text{s}$ **(1 bod)**
U tom vremenu Ivica je prešao put s' (položeji Ivice i Marice u trenutku t' prikazani su na sljedećoj slici):



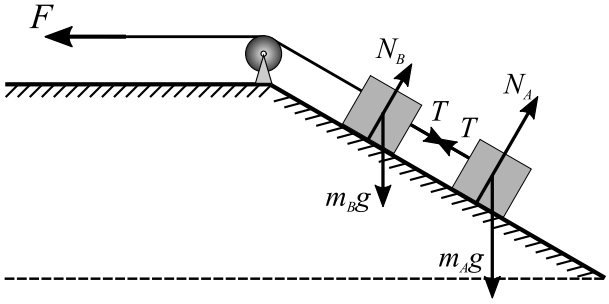
$s' = (v_I - v_0)t' = (0.6\ \text{m/s}) \cdot \left(\dfrac{50}{7}\ \text{s}\right) = \dfrac{30}{7}\ \text{m}$ **(1 bod)**
Za trenutak susreta Ivice i Marice vrijedi (položaji Ivice i Marice u ovom trenutku prikazani su na sljedećoj slici):



$l - s' = (v_I - v_0)t'' + (v_M - v_0)t'' = (v_I + v_M - 2v_0)t''$
$\dfrac{530}{7}\ \text{m} = 1\ \text{m/s}t'' \ \Rightarrow\ t'' = \dfrac{530}{7}\ \text{s}.$ **(2 boda)**
Položaj mimoilaženja označimo kao udaljenost, koju Marica prijeđe po svojoj traci u suprotnom smjeru, koja iznosi:
$s''_M = (v_M - v_0)t'' = (0.4\ \text{m/s}) \cdot \left(\dfrac{530}{7}\ \text{s}\right) = \dfrac{212}{7}\ \text{m} = 30.3\ \text{m}.$ **(2 boda)**

3. zadatak (10 bodova)

Na tijelo A djeluju tri sile: gravitacijska sila, sila reakcije podloge i sila napetosti užeta. Na tijelo B djeluju četiri sile: gravitacijska sila, sila reakcije podloge, sila napetosti užeta i sila $\vec{F}$. Dijagrami sila prikazani su na sljedećoj slici **(2 boda)**:



Tijela A i B gibaju se uz kosinu jednakim ubrzanjem koje je zadano u zadatku. Možemo napisati 2. Newtonov zakon za gibanje tijela u smjeru paralelno kosini:
$m_A a = T - \frac{1}{2} m_A g$ **(2 boda)**
$m_B a = F - T - \frac{1}{2} m_B g$ **(2 boda)**
Zbrajanjem ovih jednadžbi dobijemo:
$(m_A + m_B)a = F - \frac{1}{2}(m_A + m_B)g$
Slijedi da je iznos sile $\vec{F}$ jednak:
$F = (m_A + m_B)(a + \frac{1}{2}g) = (15\ \text{kg}) \cdot (5.2\ \text{m/s}^2) = 78\ \text{N}$. **(2 boda)**
Silu napetosti užeta, koje povezuje tijela A i B, možemo izračunati iz prve jednadžbe:
$T = m_A \left(a + \frac{1}{2}g\right) = (10\ \text{kg}) \cdot (5.2\ \text{m/s}^2) = 52\ \text{N}$. **(2 boda)**

4. zadatak (10 bodova)

Neka je T ukupno vrijeme pretjecanja. U tom vremenu automobil prelazi ukupni put:
$s_A = \dfrac{v_{A1} + v_{A2}}{2} \cdot \dfrac{T}{2} + v_{A2} \cdot \dfrac{T}{2}$ **(1 bod)**
U istom vremenu kamion prelazi put:
$s_K = v_K T$ **(1 bod)**
Razlika prijeđenih puteva automobila i kamiona je:
$s_A - s_K = s_0 + l_K + l_A$ **(2 boda)**
$100\ \text{m} + 18.25\ \text{m} + 4.25\ \text{m} = \dfrac{v_{A1} + v_{A2}}{2} \cdot \dfrac{T}{2} + v_{A2} \cdot \dfrac{T}{2} - v_K T$
$122.5\ \text{m} = \left(\frac{1}{4}v_{A1} + \frac{3}{4}v_{A2} - v_K\right) T$
$122.5\ \text{m} = (35\ \text{km/h})\, T$ **(2 boda)**
Slijedi da je vrijeme pretjecanja jednako:
$T = \dfrac{122.5\ \text{m}}{35 \cdot \frac{1000}{3600}\ \text{m/s}} = 12.6\ \text{s}$ **(1 bod)**
Ubrzanje automobila jednako je:
$a = \dfrac{v_{A2} - v_{A1}}{\frac{T}{2}}$
$a = \dfrac{20 \cdot \frac{1000}{3600}\ \text{m/s}}{6.3\ \text{s}} = 0.88\ \text{m/s}^2$. **(3 boda)**

5. zadatak (10 bodova)

Nakon djelovanja malja blok se giba početnom brzinom v_0 koju odredimo iz zakona očuvanja količine gibanja:
$F\Delta t = mv_0$ **(2 boda)**
$v_0 = \dfrac{F\Delta t}{m} = \dfrac{560\ \mathrm{N} \cdot 0.05\ \mathrm{s}}{20\ \mathrm{kg}} = 1.4\ \mathrm{m/s}.$ **(1 bod)**
Gibanje bloka po horizontalnoj podlozi je jednoliko usporeno jer na blok u horizontalnom smjeru djeluje sila trenja. Ubrzanje odredimo iz 2. Newtonovog zakona:
$ma = \mu mg$ **(2 boda)**
$a = \mu g = 2.45\ \mathrm{m/s^2}.$ **(1 bod)**
Blok do zaustavljanja prijeđe put:
$s = \dfrac{v_0^2}{2a} = 0.4\ \mathrm{m}$ **(3 boda)**
Zaključujemo da će se blok nakon svakog udarca maljem pomaknuti po horizontalnoj podlozi za 40 cm. Prema tome, da prijeđe ukupan put od 2 metra treba ga udariti
$s_{ukupno} = n \cdot s \ \Rightarrow\ n = \dfrac{s_{ukupno}}{s} = \dfrac{2\ \mathrm{m}}{0.4\ \mathrm{m}} = 5$ puta. **(1 bod)**