



ispitni centar

**PRAVA
MJERA
ZNANJA**

DRŽAVNO TAKMIČENJE 2023.

ŠIFRA UČENIKA

OSNOVNA ŠKOLA
FIZIKA

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA

Test pregledala/pregledao

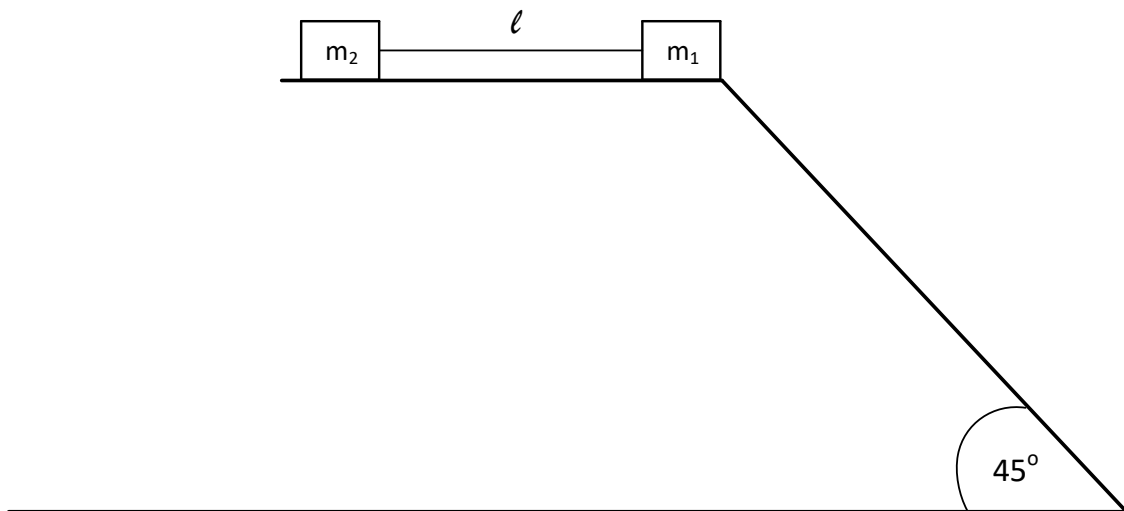
Podgorica, 20..... godine

Upustva za takmičare

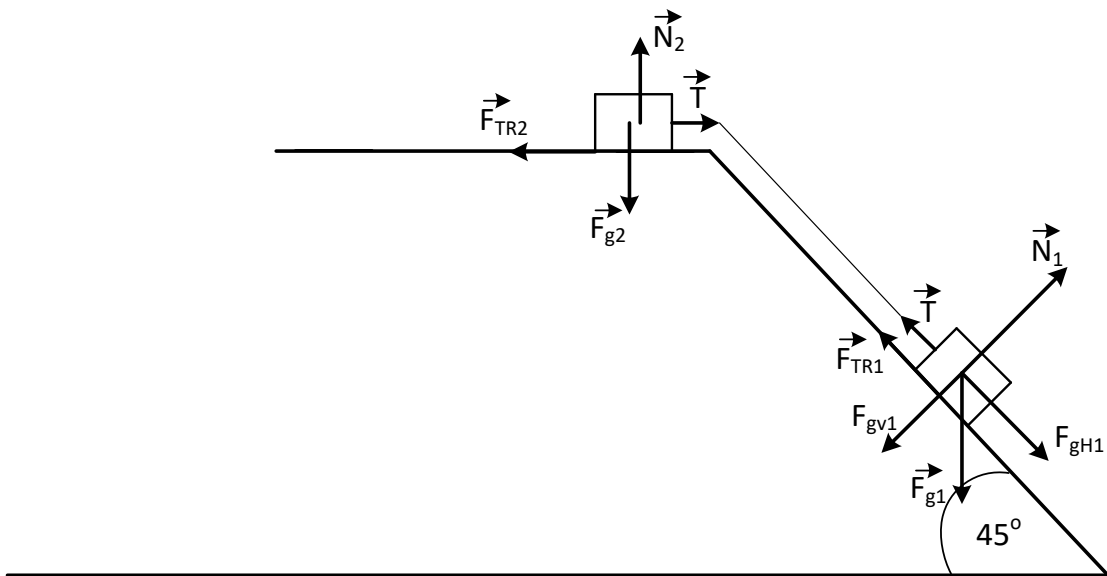
1. Prvi zadatak nosi: 25 bodova
Drugi zadatak nosi: 15 boda
Treći zadatak nosi: 20 bodova
Četvrti zadatak nosi: 20 bodova
Peti zadatak nosi: 20 boda
Maksimalan broj poena iznosi 100.
2. Vrijeme rada je 150 minuta.
3. Svaka ispravno napisana formula ili zaključak koji je u vezi sa rješenjem zadatka se boduje prema jedinstvenom kriterijumu.
4. Molimo takmičare da pišu rješenja sa komentarima pregledno i jasno, da numerišu formule koje koriste prilikom izvođenja, da bi ocjenjivači lako i brzo mogli da prate postupak njihovog rješenja.
5. Prilikom rješavanja treba obavezno koristiti oznake navedene u formulaciji zadatka.
6. Poželjno je da se prilikom rješenja svi zadaci ilustruju odgovarajućim crtežom, na kojem su ukazane relevantne fizičke veličine (brzine, sile, rastojanja, ...)
7. Zadatke treba riješiti tako da se dobije konačni analitički izraz tražene fizičke veličine u funkciji od veličina datih u formulaciji zadatka. Na kraju treba i izračunati i brojnu vrijednost, za što se može koristiti i džepni kalkulator.
8. Zadatke rješavati koristeći hemijsku olovku. Zadatci odrađeni grafitnom olovkom neće se razmatrati.

ZADACI

1. Dva tijela, zanemarljivih dimenzija, prvo mase m_1 , a drugo mase $m_2 = \frac{m_1}{2}$, povezana su koncem dužine $l = 1m$. Prvo tijelo nalazi se na vrhu strme ravni, nagiba 45° . Koeficijent trenja između prvog tijela i podloge je $\mu_1 = 0,5$, a između drugog tijela i podloge $\mu_2 = \frac{\mu_1}{2}$. Prvo tijelo počne da klizi niz strmu ravan bez početne brzine. Odrediti vrijeme od početka kretanja tijela, do njihovog sustizanja. Koeficijenti trenja odnose se i na horizontalnu i na strmu ravan. Drugo tijelo prelazi na strmu ravan bez poskakivanja.



Rješenje:



... 4 boda

- Sve dok drugo tijelo ne pređe ivicu strme ravni, intenzitet ubrzanja i brzine oba tijela su jednaki
- Za prvo tijelo važi:

$$N_1 = F_{g_{v1}} = m_1 g \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$F_{TR1} = \mu_1 N_1$$

$$m_1 a = m_1 g \frac{\sqrt{2}}{2} - F_{TR1} - T \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$T_1 = T_2 = T$$

- Za drugo tijelo važe jednačine

$$N_2 = F_{g_2} = m_2 g \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$F_{TR2} = \mu_2 N_2$$

$$m_2 a = T - F_{TR2}$$

$$m_2 a = T - \mu_2 m_2 g \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Na osnovu ovih jednačina, možemo odrediti ubrzanje

$$a = 1,5 \frac{m}{s^2} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

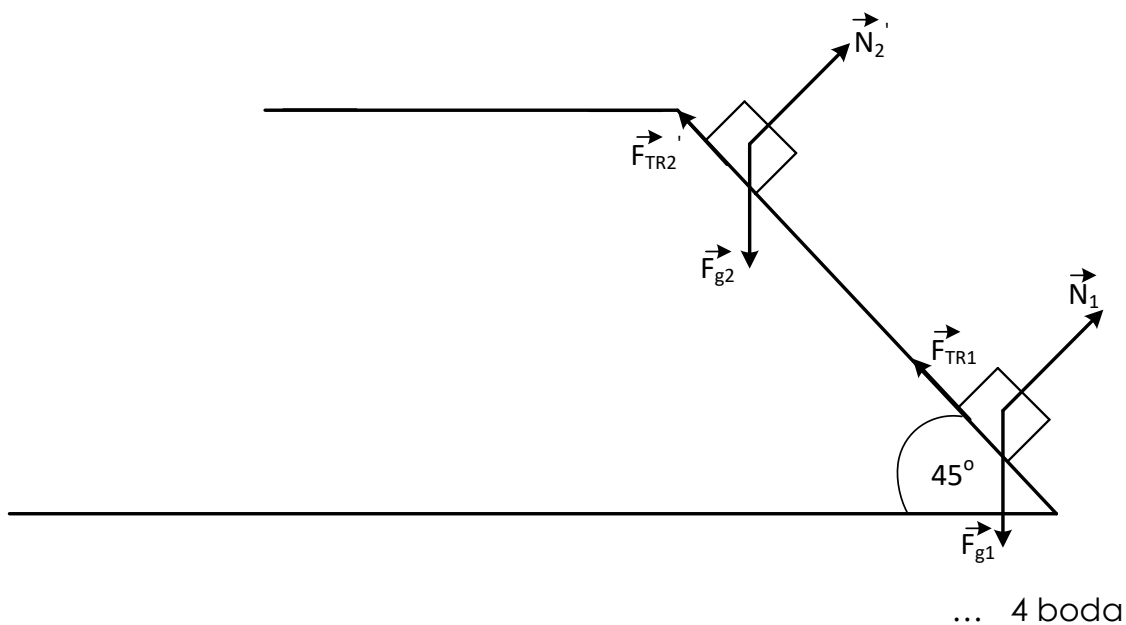
- Drugo tijelo, kreće se sa ubrzanjem a bez početne brzine. Do ivice strme ravni dolazi za vrijeme:

$$t_0 = \sqrt{\frac{2l}{a}} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Intenzitet brzine za oba tijela u tom trenutku biće:

$$v_0 = a \cdot t_0 \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Kako je $\mu_2 < \mu_1$ i $m_2 < m_1$, nakon tog trenutka, intenzitet sile trenja, koja djeluje na drugo tijelo, biće manja. Zato će intenzitet ubrzanja (i brzine) drugog tijela, biti veći od brzine i ubrzanja prvog tijela. Samim tim, konac više neće igrati nikakvu ulogu.



- Neka je a_1 intenzitet ubrzanja prvog tijela, nakon što drugo tijelo pređe ivicu strme ravni:

$$m_1 a_1 = m_1 g \frac{\sqrt{2}}{2} - F_{TR1} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$a_1 = 3,5 \frac{m}{s^2} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Za drugo tijelo:

$$m_2 a = m_2 g \frac{\sqrt{2}}{2} - F_{TR2} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$a_2 = 5,3 \frac{m}{s^2} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Pređeni putevi prvog i drugog tijela su:

$$s_1 = l + v_0 t + \frac{a_1 t^2}{2} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$s_2 = v_0 t + \frac{a_2 t^2}{2} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Tijela će se susresti u trenutku $t = t_s$, za koje je ispunjen uslov:

$$s_1 = s_2 \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Odakle slijedi

$$t_s = \sqrt{\frac{2l}{a_2 - a_1}} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Traženo vrijeme je

$$t_x = t_0 + t_s \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$t_x = 2,2s \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

2. Voz se sastoji od lokomotive i 5 vagona. Svaki vagon je dužine $d = 30m$. Kondukter krene kroz voz, od početka prvog vagona ka kraju voza. U prostoru između svaka dva vagona stane i napravi pauzu $t = 30s$. Kroz prva dva vagona, kondukter prolazi kroz gužvu brzinom $v_1 = 50 \frac{cm}{s}$. Kroz poslednja dva vagona, kreće se brzinom $v_2 = 1 \frac{m}{s}$. Ako je srednja brzina kretanja konduktera na putu od početka do kraja voza $v_{SR} = 40 \frac{cm}{s}$, kolikom se konstantnom brzinom kondukter kretao u trećem vagonu? Zanimariti rastojanje između vagona.

Rješenje:

- Vrijeme kretanja kroz prva dva vagona je

$$t_1 = \frac{2d}{v_1} \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$t_1 = 120s \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Vrijeme kretanja kroz poslednja dva vagona je

$$t_2 = \frac{2d}{v_2} \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$t_2 = 60s \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

- Srednja brzina je

$$v_{SR} = \frac{5d}{t_1+t_2+t_3+4t} \quad \dots \quad 5 \text{ bodova}$$

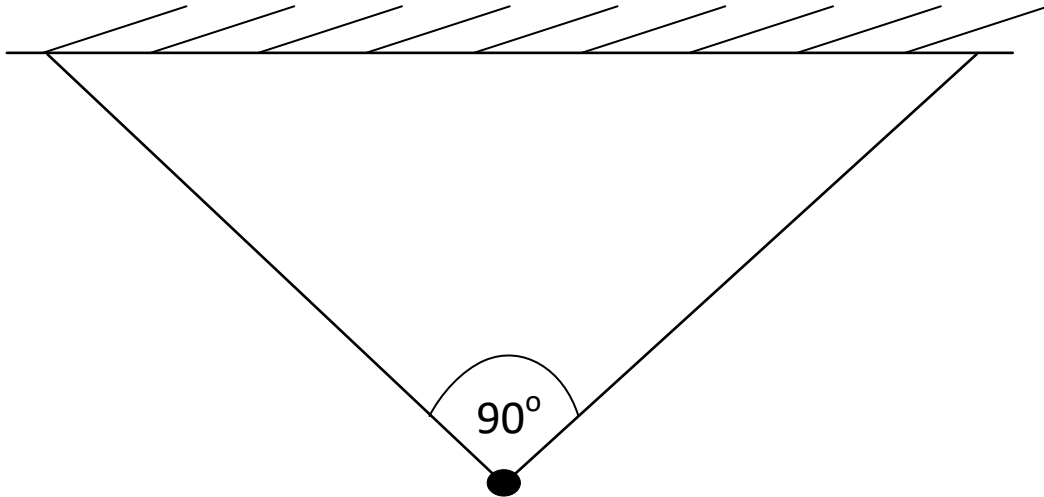
$$t_3 = 75s \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$v_3 = \frac{d}{t_3} \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$v_3 = 0,4 \frac{m}{s} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

3. Naelektrisana kuglica mase 0,588g okačena je na izolatorskim nitima, istih dužina. Niti zaklapaju ugao od 90° . Na rastojanju 4,2cm, vertikalno

ispod kuglice, nalazi se drugo naelektrisanje, naelektrisano istom količinom naelektrisanja kao i prva, ali suprotnog znaka. Pri tome se sila zatezanja niti poveća dva puta. Odrediti naelektrisanje kuglica i silu zatezanja niti. Niti su neistegljive ($K = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)



Rješenje:

- Bez prisustva druge kuglice, na okačenu kuglicu djeluje sila teže i sile zatezanja. Pri tome važi:

$$R_{T_1} = F_g \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$\sqrt{2} \cdot T_1 = m \cdot g \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

Ako je prisutna druga kuglica, jednačina ravnoteže glasi:

$$R_{T_2} = \sqrt{2} \cdot T_2 = mg + F_e \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$T_2 = 2T_1$$

$$\sqrt{2} \cdot 2T_1 = mg + F_e \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$2\sqrt{2} \cdot \frac{mg}{\sqrt{2}} = mg + F_e \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

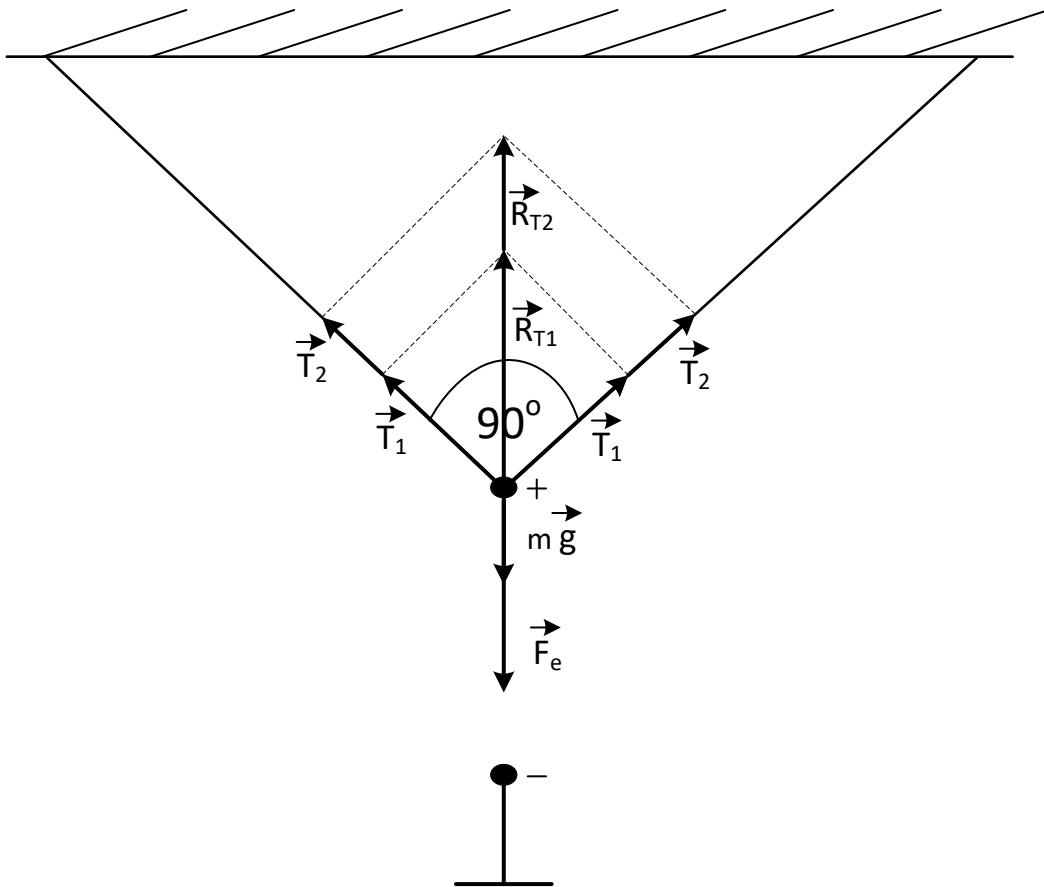
$$mg = F_e \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$mg = K \frac{q^2}{X^2} \quad \dots \quad 2 \text{ boda}$$

$$q = \sqrt{\frac{mgX^2}{K}} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

$$q = 3,36 \cdot 10^{-8} \text{C} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$

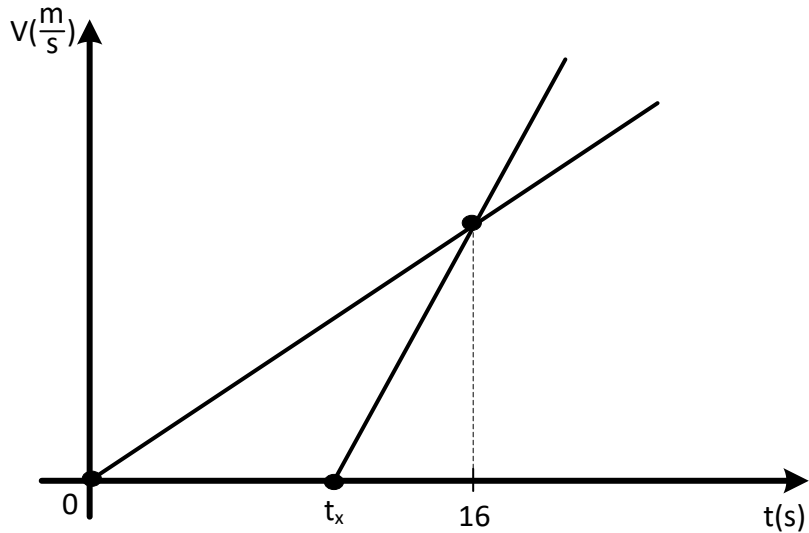
$$T_2 = 8,2 \text{mN} \quad \dots \quad 1 \text{ bod}$$



... 5 bodova

4. Dva tijela kreću se duž istog pravca, iz istog početnog položaja. Grafici njihovih brzina, prikazani su na slici. Nakon $t_s = 28\text{s}$, od početka kretanja prvog tijela (tijelo koje je ranije počelo kretanje), drugo tijelo

sustiže prvo. Izračunati koliko je sekundi kasnije, krenulo drugo tijelo u odnosu na prvo.



Rješenje:

- Sa grafika se vidi, da nakon $t = 16s$, oba tijela imaju istu brzinu

$$v = a_1 t \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$v = a_2 (t - t_x) \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$a_1 t = a_2 (t - t_x) \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{t - t_x}{t} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

U momentu susreta, tijela su prešla iste puteve

$$s = \frac{1}{2} a_1 t_s^2 \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$s = \frac{1}{2} a_2 (t_s - t_x)^2 \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$\frac{1}{2} a_1 t_s^2 = \frac{1}{2} \frac{t}{t - t_x} a_1 (t_s - t_x)^2 \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$t_s^2 (t - t_x) = t (t_s - t_x)^2 \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$t_x = t_s \left(2 - \frac{t_s}{t}\right) \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$t_x = 7s \quad \dots 2 \text{ boda}$$

- 5.** Raketa se lansira sa površine Zemlje, vertikalno naviše, ubrzanjem $20 \frac{m}{s^2}$. Na visini $H = 450 m$, motori rakete se isključuju. Koliko vremena raketa provodi u vazduhu, od početka kretanja, do pada na Zemlju? Otpor vazduha zanemariti.

Rješenje:

- Na visini H , raketa ima brzinu

$$v_1 = \sqrt{2aH} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

Ova brzina je ujedno i početna brzina za dalje kretanje rakete, kada se isključe motori. U odnosu na tu tačku, raketa dostiže visinu

$$h = \frac{v_1^2}{2g} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$h = \frac{a \cdot H}{g} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

Visinu H , raketa dostiže za vrijeme

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{a}} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

- Visinu h , dostiže za vrijeme

$$t_2 = \frac{v_1}{g} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{2aH}}{g} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

- Sa visine $H_u = H + h$, raketa slobodno pada, za vrijeme

$$t_3 = \sqrt{\frac{2H_u}{g}} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2(H + \frac{aH}{g})}{g}} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

Traženo vrijeme je

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a}} + \frac{\sqrt{2aH}}{g} + \sqrt{\frac{2H(1 + \frac{a}{g})}{g}} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$t = 36,5s \quad \dots 2 \text{ boda}$$