



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.



VI
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

ДРЖАВНИ НИВО
20-21.04.2024.

1. Да би израчунао колико новца ће му бити потребно да асфалтира равно двориште правоугаоног облика, Дарко је обишао читав обим дворишта ходајући константном брзином $v = 0,75 \text{ m/s}$ и измерио је да му је за то било потребно $t = 40 \text{ s}$. Познато је да је дужина дворишта двапут већа од његове ширине. По дворишту ће прво бити насут слој шљунка дебљине $d_1 = 10 \text{ cm}$, при чему је цена 1 m^3 шљунка 2000 динара. Потом ће преко шљунка бити постављен асфалт дебљине $d_2 = 5 \text{ cm}$, при чему је цена 1 m^3 асфалта 30000 динара. Израчунајте колико је новца потребно Дарку за асфалтирање дворишта.
2. Током прве половине времена пешачења Невена се кретала брзином $v_1 = 1,6 \text{ m/s}$ и прешла одређени пут. Половину преосталог дела пута, кретала се брзином $v_2 = 1 \text{ m/s}$, а потом брзином $v_3 = 0,85 \text{ m/s}$. Одредити Невенину средњу брзину током пешачења.
3. Ниско изнад површине реке чији ток је праволинијски, у смеру протицања реке, лети једрилица дужине l_1 брзином v_1 у односу на обалу. Време потребно да једрилица прелети преко првог брода дужине l_2 који плови реком низводно брзином $v_2 = 9 \text{ km/h}$ у односу на реку износи $t_1 = 1,44 \text{ s}$. Време потребно да једрилица прелети преко другог брода дужине l_2 који плови реком узводно брзином $v_3 = 11 \text{ km/h}$ у односу на реку износи $t_2 = 1,2 \text{ s}$. Брзина реке износи $u = 3 \text{ km/h}$. Одредити брзину једрилице v_1 . Једрилица и бродови крећу се дуж истог правца (паралелно са правцем тока реке).
4. Милан је на неоптерећену еластичну опругу окачио празну посуду облика коцке ивице $a = 0,14 \text{ m}$. Дебљине зидова посуде су $b = 1 \text{ cm}$ и посуда је отворена са горње стране. Притом се опруга истегла за $\Delta l_1 = 8,4 \text{ cm}$. У посуду је сипао воду густине $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ до четвртине њене запремине, услед чега се опруга додатно истегла за $x = 2 \text{ cm}$. Потом је у посуду до врха долио уље густине ρ_u , услед чега се опруга додатно истегла за $y = 5 \text{ cm}$. Одредити густину материјала ρ од којег је направљена посуда и густину уља ρ_u .
5. Ка станици се дуж праве пруге креће воз константном брзином $v_v = 54 \text{ km/h}$. Воз се састоји од локомотиве одређене дужине која вуче 20 вагона истих дужина $d = 10 \text{ m}$. У тренутку када се предњи крај локомотиве воза нађе на удаљености $s_1 = 4,5 \text{ km}$ од станице, путник који се налази на средини последњег вагона воза почиње да се креће константном брзином v_p у односу на воз, ка локомотиви. Након $t_1 = 4 \text{ min}$ од почетка кретања путника у возу, путник повећава своју брзину за $\Delta v_p = 0,15 \text{ m/s}$ у односу на воз, а воз тада смањује брзину за $\Delta v_v = 18 \text{ km/h}$. У тренутку када предњи крај локомотиве воза стиже на станицу, путник долази до задњег краја локомотиве (предњег краја првог вагона). Одредити брзину путника v_p . Занемарити растојање између локомотиве и првог вагона, као и растојања између вагона. Занемарити време потребно за промену брзина воза и путника.

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: Марко Милошевић, ПМФ Крагујевац

Рецензент: доц. др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.



VI
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
РЕШЕЊА

ДРЖАВНИ НИВО
20-21.04.2024.

1. Обележимо са a и b дужину и ширину дворишта, по реду, а са O обим дворишта, тада важе изрази: $O = 2(a + b)$ [2п], $O = vt = 30 \text{ m}$ [3п] и $a = 2b$ [3п]. Користећи претходне изразе следи да је $b = O / 6 = 5 \text{ m}$ [2п] и $a = 2b = 10 \text{ m}$. Запремина потребног шљунка износи $V_1 = abd_1 = 5 \text{ m}^3$ [2п], а запремина потребног асфалта износи $V_2 = abd_2 = 2,5 \text{ m}^3$ [2п]. Дарку је за асфалтирање дворишта потребно укупно $5 \cdot 2000$ динара + $2,5 \cdot 30000$ динара = 85000 динара [5+1п].

2. Обележимо са t време током којег је Невена пешачила. У првој половини времена прешла је растојање $s_1 = v_1 t / 2$ [2п]. За делове пута у другој половини времена важе релације: $s_2 = v_2 t_2$ [2п]; $s_3 = v_3 t_3$ [2п]; $s_2 = s_3$ [1п], $t / 2 = t_2 + t_3$ [2п], где су t_2 и t_3 времена на првом и другом делу пута у другој половини времена. Комбинацијом претходних релација добија се $s_2 = s_3 = \frac{v_2 v_3 t}{2(v_2 + v_3)}$ [4п]. Средња брзина на целом

путу је $v_{\text{sr}} = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t} = \frac{v_1}{2} + \frac{v_2 v_3}{v_2 + v_3} \approx 1,26 \text{ m/s}$ [6+1п].

3. Да би једрилица прелетела преко првог брода мора да прелети растојање $l_1 + l_2$ [3п] релативном брзином $v_1 - (v_2 + u)$ [3п] и то за време t_1 , па важи релација $l_1 + l_2 = (v_1 - v_2 - u)t_1$ [2п]. Да би једрилица прелетела преко другог брода мора да прелети растојање $l_1 + l_2$ [3п] релативном брзином $v_1 + (v_3 - u)$ [3п] и то за време t_2 , па важи релација $l_1 + l_2 = (v_1 + v_3 - u)t_2$ [2п]. Користећи претходне две релације следи да је $v_1 = \frac{(v_3 - u)t_2 + (v_2 + u)t_1}{t_1 - t_2} \approx 31,11 \text{ m/s} = 112 \text{ km/h}$ [3+1п].

4. Први начин: Запремина посуде је $V_p = (a - 2b)(a - 2b)(a - b) = 1,872 \text{ dm}^3$ [2п]. Обележимо са V_v и V_u запремине воде и уља у посуди, по реду, тада важе релације $V_v = V_p / 4 = 0,468 \text{ dm}^3$ [1п] и $V_u = 3V_p / 4 = 1,404 \text{ dm}^3$ [1п]. Запремина материјала од којег је направљена посуда износи $V = a^3 - V_p = a^3 - (a - 2b)(a - 2b)(a - b) = 0,872 \text{ dm}^3$ [2п]. Обележимо са Δl_2 укупно истезање опруге када се у посуду сипа вода, тада важе релације $\Delta l_2 = \Delta l_1 + x$ [1п] и $\frac{\rho V g}{\Delta l_1} = \frac{\rho V g + \rho_v V_v g}{\Delta l_2}$ [3п], одакле следи да је

$\rho = \frac{\Delta l_1 \rho_v V_v}{V x} \approx 2254 \text{ kg/m}^3$ [2+1п]. Обележимо са Δl_3 укупно истезање опруге када се у посуду сипа и уље,

тада важе релације $\Delta l_3 = \Delta l_1 + x + y$ [1п] и $\frac{\rho V g}{\Delta l_1} = \frac{\rho V g + \rho_v V_v g + \rho_u V_u g}{\Delta l_3}$ [3п], одакле следи да је

$\rho_u = \frac{\rho V(x + y) - \rho_v V_v \Delta l_1}{V_u \Delta l_1} \approx 833,3 \text{ kg/m}^3$ [2+1п].

Други начин: Запремина посуде је $V_p = (a - 2b)(a - 2b)(a - b) = 1,872 \text{ dm}^3$ [2п]. Обележимо са V_v и V_u запремине воде и уља у посуди, по реду, тада важе релације $V_v = V_p / 4$ [1п] и $V_u = 3V_p / 4$ [1п]. Запремина материјала од којег је направљена посуда износи $V = a^3 - V_p = a^3 - (a - 2b)(a - 2b)(a - b) = 0,872 \text{ dm}^3$ [2п].

Како је промена дужине опруге сразмерна сили која је истеже или сабија, а однос силе и промене дужине је сталан, мора важити да је $\frac{\rho V g}{\Delta l_1} = \frac{\rho_v V_v g}{x}$ [3п], одакле следи да је $\rho = \frac{\rho_v V_p \Delta l_1}{4xV} \approx 2254 \text{ kg/m}^3$ [3+1п].

Надаље, важи релација $\frac{\rho_v V_v g}{x} = \frac{\rho_u V_u g}{y}$ [3п], одакле следи да је $\rho_u = \frac{\rho_v y}{3x} \approx 833,3 \text{ kg/m}^3$ [3+1п].



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.



5. Након времена t_1 од почетка кретања путника у возу, предњи крај локомотиве налази се на растојању $s_2 = s_1 - v_v t_1 = 900 \text{ m}$ [2п] од станице, а путник је за то време прешао дуж воза растојање $L_1 = v_p t_1$ [1п]. Растојање s_2 до станице воз прелази брзином $v_v - \square v_v$ [1п], за време $t_2 = \frac{s_2}{v_v - \square v_v} = 90 \text{ s}$ [2п]. Током времена t_2 путник стиже до задњег краја локомотиве (предњег краја првог вагона) крећући се брзином $v_p + \square v_p$ [1п] у односу на воз, и за то време прешао је дуж воза растојање $L_2 = (v_p + \square v_p) t_2$ [1]. Дуж воза путник је прешао укупно растојање $L = L_1 + L_2 = v_p t_1 + (v_p + \square v_p) t_2$ [4п], односно $L = 19,5d$ [4п]. Из претходне две релације следи да је брзина путника $v_p = \frac{19,5d - \square v_p t_2}{t_1 + t_2} = 0,55 \text{ m/s}$ [3+1п].

(У свим задацима признати и друге тачне начине решавања са еквивалентним начином бодовања)