



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2017/2018. ГОДИНЕ.



VI
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
ЗАДАЦИ

ДРЖАВНИ НИВО
28-29.04.2018.

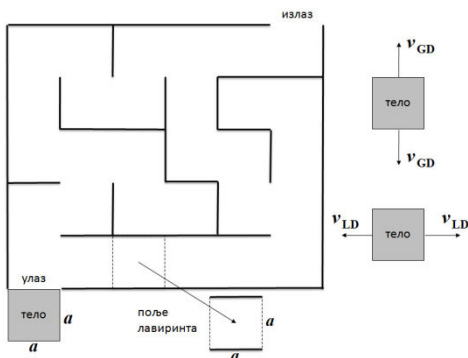
1. Прешавши једну трећину дужине моста, пешак је чуо сирену аутомобила (краткотрајни звучни сигнал) који се приближавао мосту возећи сталном брзином $v_1 = 54 \text{ km/h}$. Ако пешак потрчи назад брзином v_2 , он ће срести аутомобил на почетку моста. Ако потрчи напред истом брзином, онда ће га аутомобил стићи на самом крају моста. Којом брзином трчи пешак?
2. Тело облика квадрата странице $a = 0,01 \text{ m}$ треба да прође лавиринт као на слици 1. Лавиринт је састављен од идентичних поља у облику квадрата истих димензија као и тело. Брзина тела када иде у вертикалном правцу (горе или доле, као на слици 1) је $v_v = 5 \text{ mm/s}$, а када иде у хоризонталном правцу (лево или десно, као на слици 1) је $v_h = 10 \text{ mm/s}$. Како постоје више путања којим тело може изаћи из лавиринта, показати које је минимално време за које тело може да прође кроз лавиринт. Тело је прошло кроз лавиринт када се нађе целом својом површином изван њега, као на слици 2. При кретању тело не ротира и време заустављања при промени правца је занемарљиво.
3. Пешак се првих пола минута креће равномерно праволинијски брзином $v_1 = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. После $t_1 = 0,5 \text{ min}$ од почетка кретања, пешак је застао и није се кретао наредних $t_2 = 0,5 \text{ min}$. До краја пута се кретао још $t_3 = 1 \text{ min}$, брзином $v_2 = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. У току свог кретања пешак није мењао правац и смер кретања.
- а) Нацртати график зависности брзине кретања пешака од времена.
б) Нацртати график зависности пређеног пута пешака од времена.
в) Израчунати укупан пређени пут и средњу брзину пешака на целом путу.
4. Даница је случајним избором додавала исте црвене коцкице направљене од материјала густине ρ_c и исте плаве коцкице направљене од материјала густине ρ_p на вагу са два таса док није успоставила равнотежу. Избројала је коцкице на тасовима и установила да на једном тасу има $n_{1c} = 3$ црвених и $n_{1p} = 7$ плавих коцкица. На другом тасу налазило се $n_{2c} = 8$ црвених и $n_{2p} = 4$ плавих коцкица. Даница је закључила да постоји минималан број n_c црвених и n_p плавих коцкица са којим се може успоставити равнотежа, а да при томе на једном тасу буду само црвене, а на другом само плаве коцкице. Одредила је те бројеве. Затим је у суд облика квадрата сипала течност до одређене висине и у њу потопила прво n_c црвених а затим n_p плавих коцкица (n_c и n_p су бројеви које је Даница предходно одредила). Потопљене црвене коцкице су подигле ниво течности за $h_c = 5 \text{ cm}$, док су потопљене плаве подигле ниво течности за $h_p = 3 \text{ cm}$. Из ових података Даница је одредила однос густина плаве и црвене коцкице. Одредите и ви. Одредити и однос запремине црвене и запремине плаве коцкице.
5. Маја са двоје деце, Дуњом и Огњеном, се налази у приземљу тржног центра. Покретним степеницама крећу истовремено на спрат. Маја и Дуња полазе степеницама које се крећу ка спрату, док Огњен из разоноде полази покретним степеницама које служе за силажење са спрата. Степенице које воде ка спрату и којим се силази са спрата су паралелне и исте дужине $s = 20 \text{ m}$. Крећу се истом брзином од $v = 1 \text{ m/s}$ у односу на непокретну подлогу. Маја све време



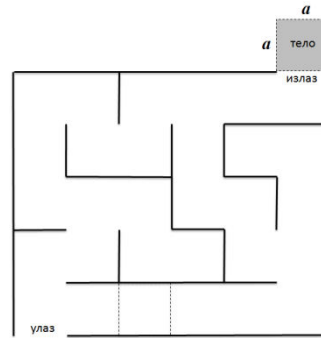
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2017/2018. ГОДИНЕ.



мирује у односу на покретне степенице. Дуња се креће у односу на покретне степенице ка спрату константном брзином v_1 . Огњен је хтео да стигне на спрат истовремено када и Дуња и успева да се креће упоредо са њом (поред ње, на другим степеницама). То му је било врло напорно јер се креће степеницама за силажење са спрата. На половини дужине степеница застаје да се одмори и мирује у односу на степенице на којима се налази, а које се крећу ка приземљу. Стајао је све док Маја није била упоредо са њим. Тада почиње да се креће ка спрату и на спрат стиже када и Маја. Дуња је стигла за $\Delta t = 5\text{s}$ пре њих. Одредити путеве које су Огњен и Дуња препешачили дуж покретних степеница.



Слика 1



Слика 2

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац

Рецензент: Проф. др Мирослав Николић, ПМФ Ниш

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

Свим такмичарима желимо успешан рад!



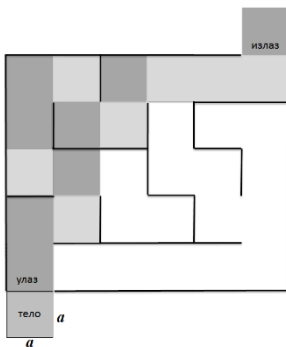
VI
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког развоја
Републике Србије
РЕШЕЊА

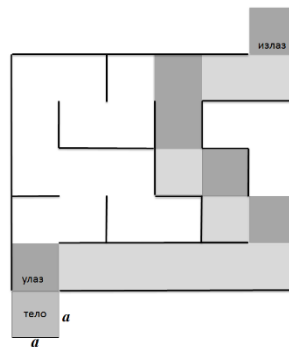
ДРЖАВНИ НИВО
28-29.04.2018.

1. Нека удаљеност аутомобила од почетка моста износи l . У случају када пешак трчи ка аутомобилу, за исто време стижу на почетак моста, те је $\frac{l}{v_1} = \frac{s}{3v_2}$ [7п], где је v_2 брзина пешака. У случају када пешак трчи од аутомобила, за исто време стижу на крај моста, те је $\frac{l+s}{v_1} = \frac{2s}{3v_2}$ [7п]. Дељењем израза на левој и десној страни ове две једначине, добија се да је $l = s$ [3п]. Заменом у једну од прве две једнакости добија се да је $v_2 = \frac{v_1}{3} = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ [2+1п].

2. Да би изашло из лавиринта тело у оба случаја (у којима кроз свако поље прође само једном) прелази 15 поља (слика 1 и 2), 14 поља у лавиринту и једно поље ван лавиринта. а) За први пут (слика 1) тело треба да пређе 8 поља крећући се вертикално (горе-доле) и 7 поља крећући се хоризонтално (лево-десно) дакле потребно време је $t_1 = \frac{8a}{v_V} + \frac{7a}{v_H} = 23 \text{ s}$ [8+1п]. б) За други пут (слика 2) тело треба да пређе 6 поља крећући се вертикално и 9 поља крећући се хоризонтално тако да је $t_2 = \frac{6a}{v_V} + \frac{9a}{v_H} = 21 \text{ s}$ [8+1п], што је и истовремено и најкраће време за које може да прође кроз лавиринт [2п].

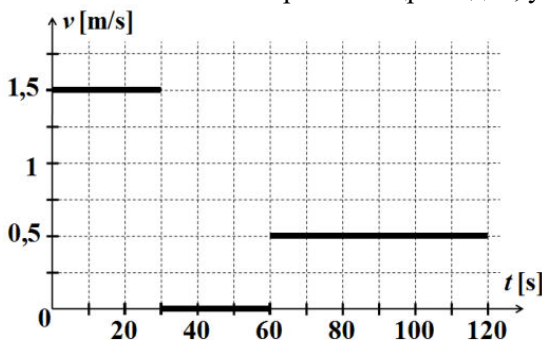


Слика 1

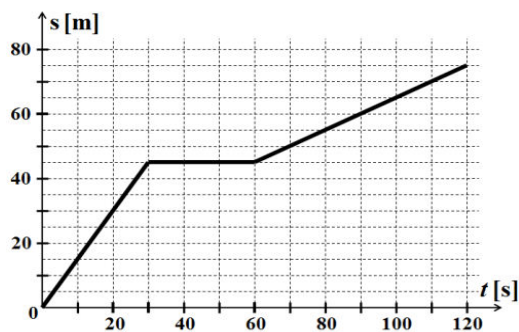


Слика 2

3. Графици зависности брзине од времена и пређеног пута од времена су дати на сликама 3 и 4. Бодовати са по 2 поена сваки исправно нацртан део, укупно [6+6п].



Слика 3



Слика 4

Укупан пређени пут износи $s = v_1 t_1 + v_2 t_3 = 75 \text{ m}$ [3+1п]. Средња брзина на целом путу износи



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2017/2018. ГОДИНЕ.



$$v_s = \frac{s}{t_1 + t_2 + t_3} = 0,625 \frac{m}{s} \quad [3+1п].$$

4. Када је успостављена равнотежа важи да је $n_c m_c + n_{1p} m_p = n_{2c} m_c + n_{2p} m_p$ [3п]. Једначина се може трансформисати у облик $(n_{2c} - n_{1c}) m_c = (n_{1p} - n_{2p}) m_p$, тако да је $n_c m_c = n_p m_p$ [2п]. На један тас се може поставити $n_c = 5$ црвених, а на други тас $n_p = 3$ плаве коцкице, где је притом успостављена равнотежа.

Запремина n_c црвених коцкица износи $V_{nc} = abh_c$ [1п], док n_p плавих $V_{np} = abh_p$ [1п], где су a и b непознате димензије основе квадрата. Како је $\rho_c = n_c m_c / V_{nc}$ [2п] и $\rho_p = n_p m_p / V_{np}$ [2п], следи да је

$$\frac{\rho_c}{\rho_p} = \frac{h_p}{h_c} = \frac{3}{5} \quad [3+1п].$$
 Однос запремина плаве и црвене коцкице је $\frac{V_c}{V_p} = \frac{m_c \rho_p}{m_p \rho_c}$ [1п], тј. $\frac{V_c}{V_p} = \frac{n_p \rho_p}{n_c \rho_c} = 1$ [3+1п].

Плава и црвена коцкица имају исте запремине.

5. Маја мирује у односу на покретне степенице које се крећу брзином v и до спрата стиже за $t_2 = \frac{s}{v}$ [1п], (20s).

Дуња се кретала $t_1 = t_2 - \Delta t$ [1п], (15s), те је $v_1 + v = \frac{s}{t_1}$ [1п], одакле је $v_1 \approx 0,33 \frac{m}{s}$. Дуња је по степеницама прешла растојање $s_1 = v_1 t_1 = 5 \text{ m}$ [1+1п].

Огњен је растојање $\frac{s}{2}$ прешао упоредо са Дуњом за време $\frac{t_1}{2}$ и њихове релативне брзине су једнаке нули,

те је $v_3 - v = v_1 + v$ [2п], одакле је $v_3 = v_1 + 2v \approx 2,33 \frac{m}{s}$ Огњенова брзина у односу на покретне степенице.

Огњен је до тада прешао пут $s_3 = \frac{v_3 t_1}{2}$ [2п] по степеницама (17,5 m). Тада је стао у односу на степенице и

растојање између Маје и њега је било $\Delta s = \frac{s}{2} - v \frac{t_1}{2}$ [3п] (2,5 m). Како и Огњен и Маја мирују у односу на

степенице које се крећу у супротним смеровима брзином v , њихове релативне брзине су $2v$, а време до сусрета $\Delta t' = \frac{\Delta s}{2v}$ [2п] (1,25s). До стицања на спрат Огњен се кретао упоредо са Мајом, па му је брзина

била $2v$ а време кретања $t_3 = t_2 - \frac{t_1}{2} - \Delta t' = 11,25 \text{ s}$ и прешао је растојање $s_3'' = 2v \left(t_2 - \frac{t_1}{2} - \Delta t' \right)$ [4п],

(22,5m). Укупно растојање које је Огњен прешао дуж покретних степеница износи $s_3 = s_3' + s_3'' = 40 \text{ m}$ [1+1п].