



ОПШТИНСКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА

7 февруари 2025

I година

(решенија на задачите)

Задача 1. Тело е фрлено во хоризонтална насока, од висина 12 m, со брзина 20 m/s. Во моментот кога телото удира на Земјата да се определат:

а) максималниот хоризонтален домет на телото;

б) вкупната брзина на телото.

За Земјиното забрзување да се земе $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Решение:

$h_0 = 12 \text{ m}$; $v_0 = 20 \text{ m/s}$.

а) (10 поени) Телото изведува хоризонтален истрел, така што по x -оската се движи рамномерно праволиниски со брзина $v_x = v_0 = 20 \text{ m/s}$. За да го определиме дометот треба да го најдеме патот кој ќе го помине телото во хоризонтална насока

$$D = v_x t. \quad (1)$$

(3 поени)

Времето t за кое телото удира на Земјата се определува од вертикалното поместување на телото. Телото вертикално изведува слободно паѓање без почетна брзина. Равенката на движење на телото ќе гласи:

$$h = h_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}. \quad (2)$$

(1 поен)

Ако се земе предвид дека $v_{0y} = 0$, и дека во моментот кога телото е на Земјата висината е нула $h = 0$, се добива:

$$h_0 = \frac{gt^2}{2}, \quad (3)$$

од каде за времето имаме:

$$t = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}. \quad (4)$$

(3 поени)

Заменувајќи го времето во равенката за дометот добиваме:

$$D = v_x t = v_x \cdot \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = 20 \text{ m/s} \cdot 1,56 \text{ s} \approx 31,2 \text{ m}. \quad (5)$$

(3 поени)

б) (10 поени) Во моментот кога телото удира на Земјата брзината на телото има две компоненти, хоризонтална v_x и вертикална v_y . Бидејќи по x -оската телото се движи рамномерно праволиниски хоризонталната компонента на брзината останува непроменета $v_x = v_0 = 20 \text{ m/s}$. По y -оската, телото нема почетна брзина $v_{0y} = 0$ и се движи со забрзување еднакво на забрзувањето при

слободно паѓање, така што во текот на паѓањето вертикалната компонента на брзината ќе се зголемува според:

$$v_y = v_{0y} + gt. \quad (6)$$

(3 поени)

Во моментот кога телото удира на Земјата вертикалната компонента на брзината на телото ќе биде:

$$v_y = v_{0y} + gt = 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1,56 \text{ s} \approx 15,3 \text{ m/s}. \quad (7)$$

(2 поена)

Вкупната брзина со која телото удира на Земјата е еднаква на:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \approx \sqrt{634,1 \text{ m}^2/\text{s}^2} \approx 25,2 \text{ m/s}. \quad (8)$$

(5 поени)

Забелешка: За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, за незапишување на мерната единица во крајниот резултат се одзема по еден поен.

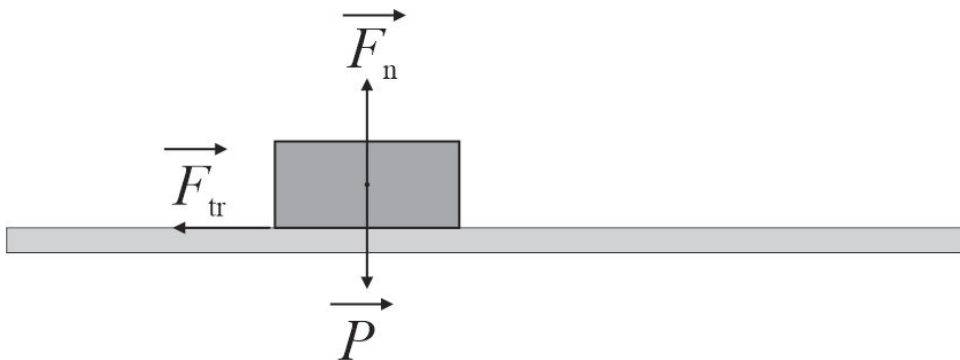
Задача 2. На тело со форма на квадар и маса 16 kg му е соопштена почетна брзина од 2 m/s, а потоа телото е пуштено да се движи по рапава подлога. Телото поминува растојание 16 m пред да застане.

- Да се скицира векторскиот дијаграм на силите кои дејствуваат на телото.
- Да се определи големината и насоката на силата на триење.
- Да се определи работата извршена врз телото од страна на силата на триење.

Решение:

$$m = 16 \text{ kg}; v_0 = 2 \text{ m/s}; d = 16 \text{ m};$$

а) (3 поени) Дијаграмот е прикажан на Слика 1.



Слика 1

Начин I

б) (10 поени)

Единствената сила која дејствува на телото во правец на движењето е силата на триење, која има насока спротивна од насоката на движење на телото. Според Вториот Њутнов закон:

$$\vec{F} = m\vec{a}, \quad (9)$$

односно, истиот запишан по x -оската:

$$F_{tr} = ma. \quad (10)$$

(2 поена)

За да ја определиме големината на силата на триење потребно е да го определиме забрзувањето на телото. Равенката за движење на телото е:

$$d = v_0t + \frac{at^2}{2}. \quad (11)$$

(2 поена)

Бидејќи во оваа равенка има две непознати, забрзувањето и времето, потребна ќе биде и равенката за брзина од каде ќе го изразиме времето и ќе го замениме во равенката за движење. Равенката за брзина е:

$$v = v_0 + at. \quad (12)$$

(1 поен)

На крајот од движењето брзината на телото е нула, односно:

$$0 = v_0 + at, \quad (13)$$

$$t = -\frac{v_0}{a}, \quad (14)$$

$$d = -\frac{v_0^2}{2a}, \quad (15)$$

или за забрзувањето се добива:

$$a = -\frac{v_0^2}{2d} = -\frac{(2 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 16 \text{ m}} = -0,125 \text{ m/s}^2. \quad (16)$$

(3 поени)

За силата на триење можеме да запишеме:

$$F_{tr} = ma = -2 \text{ N}. \quad (17)$$

(2 поена)

Силата на триење има насока спротивна од насоката на движење на телото.

в) (7 поени) Работата извршена од силата на триење е:

$$A = F_{tr} \cdot d = -2 \text{ N} \cdot 16 \text{ m} = -32 \text{ J}. \quad (18)$$

Начин II

Во овој случај прво ќе се реши условот **в**), а потоа условот **б**).

в) (7 поени) Во почетниот момент телото има кинетичка енергија:

$$E_{k1} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{16 \text{ kg} \cdot (2 \text{ m/s})^2}{2} = 32 \text{ J}. \quad (19)$$

На крајот од движењето, бидејќи телото застанува, нема повеќе кинетичка енергија

$$E_{k2} = 0 \text{ J}. \quad (20)$$

Вкупната работа извршена врз телото ќе биде разликата од кинетичките енергии во крајната и почетната положба, односно:

$$A = E_{k2} - E_{k1} = -32 \text{ J}. \quad (21)$$

Бидејќи единствена сила којашто дејствува на телото во иста насока со поместувањето е силата на триење, работата што ја извршува силата на триење ќе биде еднаква на вкупната работа извршена врз телото.

$$A_{tr} = -32 \text{ J}.$$

б) (10 поени) Знаејќи ја работата извршена од страна на силата на триење можеме да ја определеме големината на силата на триење:

$$A = F_{tr} \cdot d, \quad (22)$$

$$F_{tr} = \frac{A}{d} = \frac{-32 \text{ J}}{16 \text{ m}} = -2 \text{ N}. \quad (23)$$

Силата на триење има насока спротивна од насоката на движење на телото.

Забелешка: Во делот **а**) се доделува по еден поен за секоја од силите кои дејствуваат на телото F_{tr} , P и F_n , доколку истите имаат соодветни насоки. За секоја дополнителна сила која не дејствува на телото (сила на затегнување, еластична сила и други), а е претставена од страна на ученикот се одзема по еден поен. Во делот **б**), ученикот може да ја користи и формулата $v^2 = v_0^2 + 2ad$. Доколку ученикот ја има точно решено задачата преку оваа формула му се доделуваат сите поени. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, за незапишување на мерната единица во крајниот резултат се одзема по еден поен.

Задача 3. Ако при промена на брзината на едно тело, неговиот импулс се зголемил два пати пати, за колку пати се зголемила неговата кинетичка енергија? Масата на телото останала непроменета.

Решение:

Импулсот претставува производ од масата на телото и неговата брзина. Ако импулсот се зголемил два пати, тогаш

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{mv_2}{mv_1} = \frac{v_2}{v_1} = 2 \Rightarrow v_2 = 2v_1. \quad (24)$$

(10 поени)

Заклучуваме дека неговата брзина се зголемила два пати. За кинетичката енергија се добива:

$$\frac{E_{k,2}}{E_{k,1}} = \frac{\frac{mv_2^2}{2}}{\frac{mv_1^2}{2}} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = 4. \quad (25)$$

(10 поени)

Заклучуваме дека таа се зголемила четири пати.

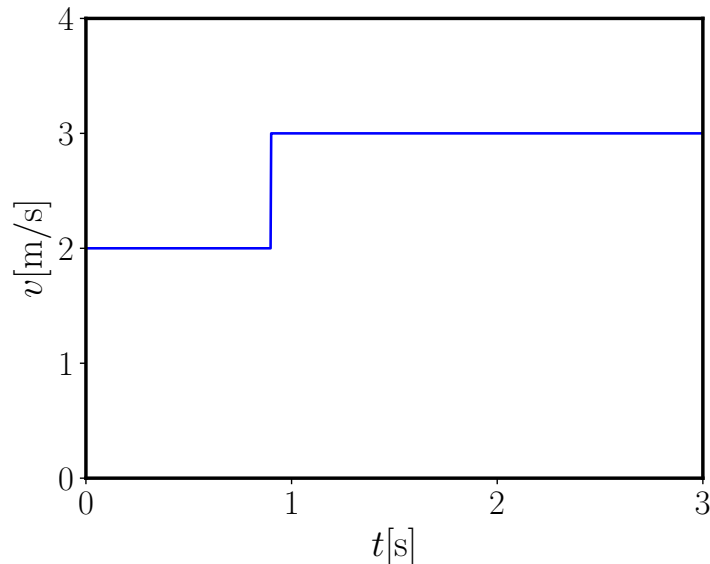
Забелешка: За погрешен нумерички резултат се одземаат 5 поени.

Задача 4. На графикот на Слика 2 прикажана е брзината како функција од времето на некое тело коешто се движи по права линија.

а) Пресметајте ја средната брзина на телото.

б) Пресметајте го вкупниот изминат пат на телото.

в) Ако од $t = 1$ s до $t = 3$ s наместо со 3 m/s, телото се движело со -3 m/s (ја променило насоката на својата брзина), пресметајте го вкупното поместување и вкупниот изминат пат.



Слика 2

Решение:

$v_1 = 2$ m/s; $v_2 = 3$ m/s; $v'_2 = -3$ m/s; $t_1 = 1$ s; $t_2 = 2$ s.

а) (6 поени) Средната брзина на телото се пресметува како:

$$v_{sr} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2} \approx 2,67 \text{ m/s.} \quad (26)$$

б) (6 поени) Вкупниот изминат пат може да се пресмета преку средната брзина преку релацијата:

$$s = v_{sr} \cdot t = 8 \text{ m.} \quad (27)$$

в) (8 поени) Вкупното поместување е збир од поместувањата на телото во двата интервала, па затоа:

$$x' = x'_1 + x'_2 = v_1 t_1 + v'_2 t_2 = 2 \text{ m} - 6 \text{ m} = -4 \text{ m.} \quad (4 \text{ поени}) \quad (28)$$

Изминатиот пат е збир од апсолутните вредности на поединечните поместувања, односно:

$$s = |x'_1| + |x'_2| = |v_1 t_1| + |v'_2 t_2| = 2 \text{ m} + 6 \text{ m} = 8 \text{ m.} \quad (4 \text{ поени}) \quad (29)$$

Забелешка: За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, за незапишување на мерната единица во крајниот резултат се одзема по еден поен.

- Задача 5.** Тело се движи по кружна патека со радиус 2 m, така што за време од 5 s прави агол $\pi/2$ rad. Ако се претпостави дека телото се движи по кружница со рамномерна брзина да се определи:
- а) линиската брзина на телото;
 - б) периодот на ротација;
 - в) бројот на цели завртувања за време од 70 секунди ($t = 70$ s).

Решение:

$$R = 2 \text{ m}; \Delta t = 5 \text{ s}; \Delta\varphi = \pi/2 \text{ rad}; t' = t = 70 \text{ s}.$$

а) (7 поени) Аголната брзина на телото ќе ја определиме од:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{\pi/2 \text{ rad}}{5 \text{ s}} = \frac{\pi}{10} \text{ rad/s}. \quad (30)$$

(3 поени)

Линиската брзина ќе се определи од врската помеѓу аголната и линиската брзина:

$$v = \omega R = \frac{\pi}{10} \text{ rad/s} \cdot 2 \text{ m} = \frac{\pi}{5} \text{ m/s}. \quad (31)$$

(4 поени)

б) (5 поени) Периодот на ротација ќе биде:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot 2 \text{ m}}{\pi/5 \text{ m/s}} = 20 \text{ s}. \quad (32)$$

в) (8 поени) Телото се врти со фреквенција:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \text{ s}} = 0,05 \text{ Hz}. \quad (33)$$

(3 поени)

Фреквенцијата претставува број на завртувања во единица време $f = \frac{N'}{t'}$. Користејќи ја оваа равенка за бројот на завртувања ќе добиеме:

$$N' = f \cdot t' = 0,05 \text{ s}^{-1} \cdot 70 \text{ s} = 3,5 \text{ завртувања}. \quad (34)$$

(4 поени)

Бидејќи прашањето бара број на цели завртувања:

$$N = 3. \quad (35)$$

(1 поен)

Забелешка: За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, за незапишување на мерната единица во крајниот резултат се одзема по еден поен.