



57. РЕГИОНАЛЕН НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА

5 април 2025

I година
(решенија на задачите)

Задача 1. Сантиметар-грам-секунда (CGS) системот е варијанта на SI системот во кој сантиметарот е основна единица за должина, грамот е основна единица за маса, а пак секундата е основна единица за време. Во CGS системот, основната единица за сила се нарекува 1 дун (дин), а пак единицата за извршена работа се нарекува 1 erg (ерг). Претворете ги овие две единици (1 дун и 1 erg) во основните единици од SI системот.

Решение:

Димензионално да ја изразиме силата преку основните величини:

$$F = m \cdot a \implies [F] = [M] \cdot [L]/[T]^2. \quad (1)$$

(5 поени)

Затоа:

$$1 \text{ dyn} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2} = 10^{-3} \text{ kg} \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} = 10^{-5} \text{ N}. \quad (2)$$

(5 поени)

Сосема аналогно, за извршената работа се добива:

$$A = F \cdot s \implies [A] = [M] \cdot [L]^2/[T]^2, \quad (3)$$

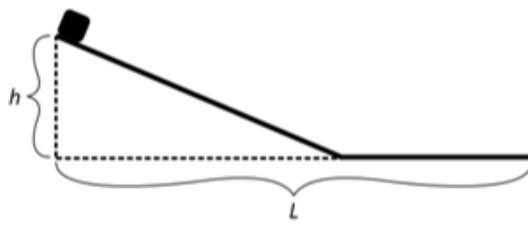
(5 поени)

односно,

$$1 \text{ erg} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 10^{-3} \text{ kg} \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} = 10^{-7} \text{ J}. \quad (4)$$

(5 поени)

Задача 2. Тело од состојба на мирување е пуштено да се движи по наведена рамнина. Знаеме дека телото ист временски интервал се движи и по наведената рамнина и по хоризонталната патека којашто започнува од најниската точка на наведената рамнина (видете Слика 1). Да се пресмета колкав е односот на должините на патеките коишто телото ги поминува по наведената рамнина и по хоризонталната патека. Триењето низ целата патека да се занемари.



Слика 1

Решение:

Од Законот за запазување на енергија применет за точката од која телото почнало да се движи и за најниската точка од наведената рамнина можеме да запишеме:

$$E_p + 0 = 0 + E_k; \quad (5)$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2}. \quad (6)$$

(4 поени)

Брзината која ќе ја достигне телото на крајот од наведената рамнина ќе биде:

$$v = \sqrt{2gh}. \quad (7)$$

(2 поена)

Патот кој ќе го помине телото по наведената рамнина, имајќи предвид дека тргнува од мирување, е:

$$x_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{vt_1}{2} = \frac{\sqrt{2gh}t_1}{2}. \quad (8)$$

(3 поени)

Притоа, искористивме дека важи: $a = \Delta v/t_1 = v/t_1$. Затоа, за времето t_1 добиваме:

$$t_1 = \frac{2x_1}{\sqrt{2gh}}. \quad (9)$$

(1 поен)

Во отсуство на сила на триење, телото во хоризонталниот дел од патеката ќе се движи со постојана брзина $v = \sqrt{2gh}$. Затоа, изминатиот пат во овој дел е еднаков на:

$$x_2 = vt_2 = \sqrt{2gh}t_2. \quad (10)$$

(3 поени)

За времето t_2 пак ќе важи:

$$t_2 = \frac{x_2}{\sqrt{2gh}}. \quad (11)$$

(2 поена)

Од условот на задачата знаеме дека $t_1 = t_2$, односно

$$\frac{2x_1}{\sqrt{2gh}} = \frac{x_2}{\sqrt{2gh}}. \quad (12)$$

(2 поена)

За односот помеѓу растојанијата што ќе ги помине телото по наведената рамнина и во хоризонталниот дел се добива:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{1}{2}. \quad (13)$$

(3 поени)

Забелешка: За погрешен конечен резултат се одземаат два поена.

Задача 3. Тело коешто се наоѓало во мирување експлодира на два дела коишто започнуват да се движат по спротивните насоки на x -оската. Да се определи односот на масите на двата дела ако се знае дека кинетичката енергија на помалиот дел била 9 пати поголема од кинетичката енергија на поголемиот дел.

Решение:

Од условот на задачата имаме дека

$$E_{k1} = 9E_{k2}, \quad (14)$$

(4 поени)

каде E_{k1} е кинетичката енергија на делот од телото со помала маса m_1 , а E_{k2} е кинетичката енергија на делот од телото со поголема маса m_2 . Од равенката за кинетичка енергија следува:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = 9 \frac{m_2 v_2^2}{2}, \quad (15)$$

(2 поена)

па за односот на масите се добива:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{9v_2^2}{v_1^2}. \quad (16)$$

(2 поена)

Односот на брзините ќе го изразиме преку односот на масите користејќи го Законот за запазување на импулсот. Тој во векторска форма е даден со равенката

$$\vec{p} = \vec{p}'. \quad (17)$$

(3 поени)

Бидејќи телото пред експлодирањето мирувало, неговиот импулс бил еднаков на 0 ($\vec{p} = 0$). Од друга страна пак, двата дела по експлодирањето се движеле во спротивна насока, па затоа

$$0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2, \quad (18)$$

(3 поени)

односно

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{m_1}{m_2}. \quad (19)$$

(2 поена)

Ако добиениот однос го замениме во равенката (16), добиваме:

$$\frac{m_1}{m_2} = 9 \frac{m_1^2}{m_2^2}. \quad (20)$$

(2 поена)

Конечно

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{9}. \quad (21)$$

(2 поена)

Забелешка: Задачата може да се реши и со користење на врската помеѓу импулсот и енергијата

$$E_k = \frac{p^2}{2m}.$$

Задача 4. Во моментот кога велосипедист престанува да врти на педалите, велосипедот се движи со брзина $v_0 = 12 \text{ m/s}$ по права патека. Притоа, тој изминува растојание од $s = 200 \text{ m}$ додека да застане. Да се определи средното аголно забавување (запирање) на тркалата од велосипедот ако нивниот радиус изнесува $R = 25 \text{ cm}$. Тркалата се вртат без да лизгаат по подлогата.

Решение:

Бидејќи тркалата не пролизгуваат, во секој момент важи врската помеѓу нивната линиска и аголна брзина.

$$v = \omega R. \quad (22)$$

(3 поени)

Во почетниот момент аголната брзина изнесувала:

$$\omega_0 = \frac{v_0}{R}. \quad (23)$$

(3 поени)

Од друга страна пак, изминатиот пат до застанување може да се запише преку:

$$s = R\theta, \quad (24)$$

(3 поени)

кадешто θ е вкупниот агол кој ќе го опише тркалото до застанувањето, изразен во радијани (rad). Од равенките за кружно движење имаме:

$$\omega = \omega_0 - \alpha t; \quad (25)$$

(2 поена)

$$\theta = \omega_0 t - \frac{\alpha t^2}{2}, \quad (26)$$

(2 поена)

каде α е аголното забрзување. Знаејќи дека на крајот на движењето $\omega = 0$, со елиминација на времето од двете равенки, за аголното забрзување се добива

$$\alpha = \frac{\omega_0^2}{2\theta}, \quad (27)$$

(4 поени)

односно

$$\alpha = \frac{v_0^2}{2sR} = 1,44 \text{ rad/s}^2. \quad (28)$$

(3 поени)

Забелешка: За погрешен конечен резултат се одземаат два поена. За незапишување на мерната единица во која се изразува крајниот резултат се одзема еден поен.

Задача 5. Да се определи забрзувањето на површината на планета којашто има два пати поголем радиус од радиусот на Земјата, а нејзината густина е за 1/4 помала од онаа на Земјата. Земјиното забрзување изнесува $g_z = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Решение:

За да го добиеме изразот за Земјиното забрзување ќе земеме предвид дека на секое тело со маса m , коешто се наоѓа во непосредна близина до површината на Земјата, му дејствува силата на Земјината тежа:

$$P = mg_z. \quad (29)$$

(2 поена)

Силата тежа е последица од гравитациското привлекување на Земјата и телото,

$$P = F_G = \gamma \frac{M_z m}{R_z^2}, \quad (30)$$

(2 поена)

каде M_z е масата на Земјата, R_z радиусот на Земјата и γ гравитациската константа. Затоа, Земјиното забрзување зависи од масата на Земјата и нејзиниот радиус како

$$g_z = \gamma \frac{M_z}{R_z^2}. \quad (31)$$

(2 поена)

Овој израз може да се искористи и за било која друга планета ако во изразот се заменат соодветните вредности за нејзината маса и нејзиниот радиус. Во продолжение на задачата, за величините коишто ѝ припаѓаат на другата планета ќе го користиме индексот p . Според условот на задачата, за радиусите и густините важи:

$$R_p = 2R_z; \quad (32)$$

(1 поен)

$$\rho_p = \rho_z - \frac{1}{4}\rho_z = \frac{3}{4}\rho_z. \quad (33)$$

(2 поена)

Од друга страна пак, масата на која и да било планета може да се запише преку нејзиниот радиус и густина како:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3}R^3\pi. \quad (34)$$

(3 поени)

Заменувајќи ја масата во изразот за забрзувањето во близина на површината на која и да било планета се добива:

$$g = \gamma \frac{\rho \cdot \frac{4}{3}R^3\pi}{R^2} = \frac{4}{3}\gamma\pi\rho R. \quad (35)$$

(3 поени)

Применувајќи го последниот израз, за Земјиното забрзување можеме да запишеме

$$g_z = \frac{4}{3}\gamma\pi\rho_z R_z. \quad (36)$$

(1 поен)

Сосема аналогно, за забрзувањето во близина на површината на другата планета се добива

$$g_p = \frac{4}{3} \gamma \pi \rho_p R_p = \frac{4}{3} \gamma \pi \frac{3}{4} \rho_z 2R_z = \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{3} \gamma \pi \rho_z R_z = \frac{3}{2} \cdot g_z. \quad (37)$$

(2 поена)

Конечно

$$g_p = \frac{3}{2} \cdot g_z = 14,715 \text{ m/s}^2. \quad (38)$$

(2 поена)

Забелешка: За погрешен конечен резултат се одземаат два поена. За незапишување на мерната единица во која се изразува крајниот резултат се одзема еден поен.