



58. РЕГИОНАЛЕН НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА

4 април 2026

I година
(решенија на задачите)

Задача 1. Во еден експеримент за определување на Земјиното забрзување, топче се пушта слободно да паѓа без почетна брзина, од различни висини. Притоа, се мери времето потребно топчето да удри на Земјата. Податоците од мерењето се дадени во Табела 1.

висина h (cm)	време t (s)
20	0,202
30	0,249
40	0,290
50	0,324
58	0,346
69	0,387
76	0,400

Табела 1

- а) Да се нацрта график како квадратот од времето потребно топчето да падне на Земјата, t^2 , се менува со промена на висината, h .
- б) Користејќи го добиениот график, да се определи колку изнесува Земјиното забрзување, добиено во овој експеримент.

Решение:

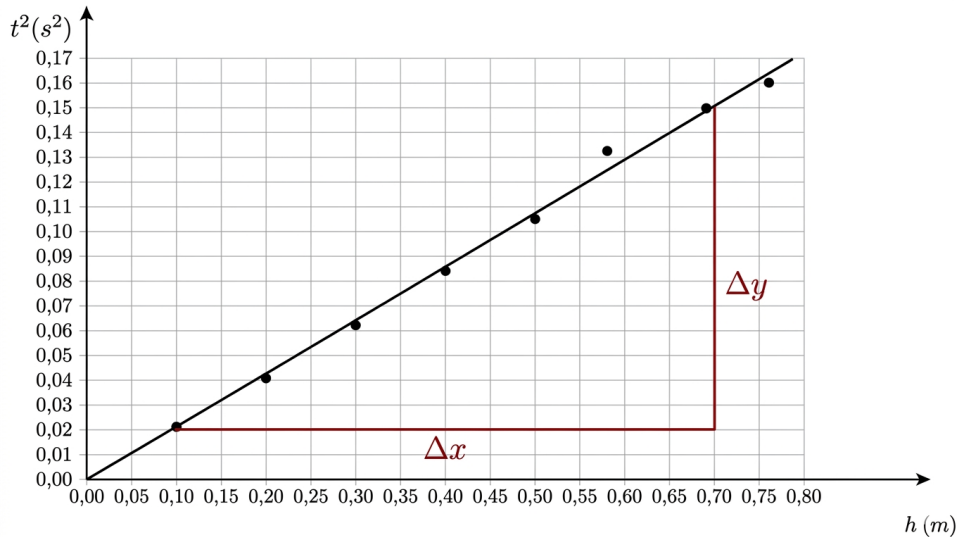
- а) Бидејќи треба да се претстави зависноста на квадратот на времето од висината, треба да се пресмета квадратот на времето за сите дадени времиња. Во Табела 2 ја додаваме новата колона.

висина h (cm)	време t (s)	време t^2 (s^2)
20	0,202	0,041
30	0,249	0,062
40	0,290	0,084
50	0,324	0,105
58	0,346	0,120
69	0,387	0,150
76	0,400	0,160

Табела 2

4 поени

Вредностите од првата и третата колона од табелата треба да се претстават на график, така што на x -оската ќе биде независната променлива, h , а пак на y -оската зависната променлива, t^2 .



Слика 1

9 поени

б) Равенката за движење на тело коешто се движи рамномерно забрзано гласи:

$$y = v_{0y}t - \frac{at^2}{2}.$$

Во случај кога телото е пуштено слободно да паѓа $v_{0y} = 0$, $y = h$, додека забрзувањето е еднакво на Земјиното забрзување $a = g$. Заменувајќи ги овие податоци се добива:

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

2 поена

од каде се гледа дека висината зависи пропорционално со квадратот на времето. Ако од равенката го изразиме t^2 се добива:

$$t^2 = \frac{2}{g}h.$$

2 поена

Ако се земе предвид дека равенката на права гласи $y = kx + n$, каде k е коефициентот на правец, а n пресекот со y -оската, може да заклучиме дека коефициентот на горниот график е $k = 2/g$. Од графикот може да се определи коефициентот на правец.

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0,15 \text{ s}^2 - 0,02 \text{ s}^2}{0,7 \text{ m} - 0,1 \text{ m}} = 0,216 \text{ s}^2/\text{m}.$$

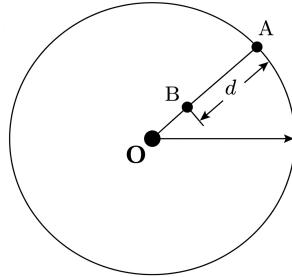
$$g = \frac{2}{0,216 \text{ s}^2/\text{m}} = 9,26 \text{ m/s}^2.$$

3 поени

Забелешка: Во делот а), за секоја погрешно пресметана вредност во Табела 2 се одземаат по 0,5 поени. Доколку на графикот не се правилно обележани оските и/или единиците во коишто се изразени физичките величини се одзема по 1 поен за секоја грешка. За погрешен конечен нумерички резултат се одземаат по 2 поена, а за незапишување на мерната единица во којашто се изразува крајниот резултат се одзема 1 поен. Како точен резултат за Земјиното забрзување се прифаќаат сите вредности коишто ученикот ги добил конзистентно користејќи го нацртаниот график а лежат во интервалот $9,26 \pm 1 \text{ m/s}^2$.

Задача 2. На Слика 2 се претставени две точки А и В на кружна платформа којашто ротира со постојана аголна брзина. Линиската брзина на точката А е $v_a = 50 \text{ m/s}$, а на точката В е $v_b = 10 \text{ m/s}$. Ако се знае дека растојанието помеѓу точките А и В изнесува $d = 20 \text{ cm}$, да се определат:

- а) Радиусот на кружната платформа;
 б) Бројот на завртувања што ќе ги направи платформата за една минута.



Слика 2

Решение:

а) Точките А и В се наоѓаат на истата платформа којашто ротира со постојана аголна брзина, односно $\omega_A = \omega_B$. Врската меѓу линиската и аголната брзина е дадена со:

$$v = \omega R;$$

$$\omega = \frac{v}{R}.$$

3 поени

Знаејќи дека аголната брзина е еднаква, и дека точката А ротира на растојание R , а точката В на растојание $R - d$ може да се запише:

$$\frac{v_A}{R} = \frac{v_B}{R - d}.$$

6 поени

Решавајќи ја горната равенка за радиусот се добива:

$$R = \frac{v_A d}{v_A - v_B} = 25 \text{ cm}.$$

4 поени

б) Аголната брзина на платформата е:

$$\omega = \frac{v_A}{R} = \frac{50}{0,25} \text{ rad/s} = 200 \text{ rad/s}.$$

2 поена

За фреквенцијата можеме да запишеме

$$f = \frac{2\pi}{\omega};$$

$$f = \frac{N}{t}.$$

2 поена

Конечно, за бројот на завртувања може да се запише

$$N = ft = \frac{\omega t}{2\pi} \approx 1910 \text{ завртувања.}$$

3 поени

Забелешка: За погрешен конечен нумерички резултат се одземаат по 2 поена, а за незапишување на мерната единица во којашто се изразува крајниот резултат се одзема по 1 поен.

Задача 3. Тело е фрлено вертикално нагоре од површината на Месечината така што достигнува максимална висина h . Да се определи односот помеѓу кинетичката и потенцијалната енергија на телото кога тоа се наоѓа на висина $h/3$ од површината на Месечината.

Решение:

Бидејќи месечината нема атмосфера, можеме да го искористиме Законот за запазување на енергијата. Согласно законот, вкупната механичка енергија на телото останува иста во секоја точка од движењето. На максимална висина, телото има само потенцијална енергија којашто е еднаква на вкупната механичка енергија во таа точка:

$$E_{vk,1} = E_{p,1} = mg_M h.$$

3 поени

Во последната равенка со g_M го обележавме забрзувањето на површината на Месечината. Кога телото се наоѓа на висина $h/3$ поседува и потенцијална и кинетичка енергија така што:

$$E_{p,2} = mg_M \frac{h}{3};$$

$$E_{k,2} = \frac{mv^2}{2},$$

3 поени

додека, пак вкупната енергија останува непромената:

$$E_{vk,2} = E_{p,2} + E_{k,2} = mg_M h.$$

2 поена

Да ја изразиме кинетичката енергија $E_{k,2}$:

$$E_{k,2} = mg_M h - mg_M \frac{h}{3} = mg_M \frac{2h}{3}.$$

6 поени

Конечно, за односот помеѓу кинетичката и потенцијалната енергија на висина $h/3$ се добива:

$$\frac{E_{k,2}}{E_{p,2}} = \frac{mg_M \frac{2h}{3}}{mg_M \frac{h}{3}},$$

4 поени

односно

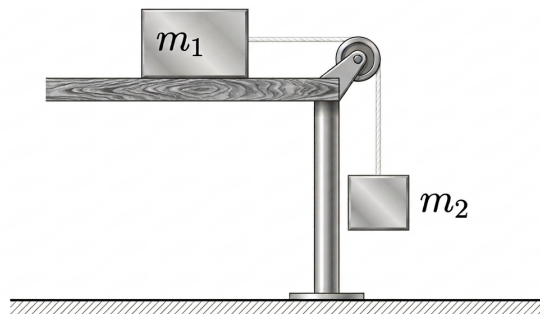
$$\frac{E_{k,2}}{E_{p,2}} = 2.$$

2 поена

Задача 4. На маса е поставено тело со маса $m_1 = 600 \text{ g}$ коешто преку нерастеглив конец префрлен преку макара со занемарлива маса е поврзано со друго тело со маса $m_2 = 200 \text{ g}$ коешто виси, како што е прикажано на Слика 3. Да се пресмета:

- а) Колкава е силата на затегнување на конецот;
 б) Колкава е силата на затегнување ако телата си ги заменат местата.

Триењето помеѓу конецот и макарата како и помеѓу телата и масата да се занемари. Земјиното забрзување изнесува $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Слика 3

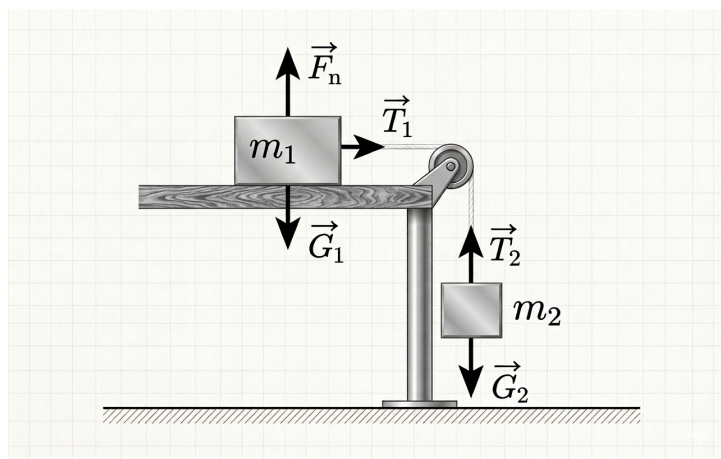
Решение:

- а) Според Вториот Њутнов закон и дијаграмот на сили прикажан на Слика 4, за телото со маса m_1 имаме:

$$\vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1;$$

$$\vec{T}_1 + \vec{G}_1 + \vec{F}_n = m_1 \vec{a}_1.$$

4 поени



Слика 4

Во отсуство на силата на триење, врз телото со маса m_1 , во насока на движење (по x -оската) дејствува само силата на затегнување на конецот:

$$T_1 = m_1 a_1.$$

1 поен

За телото со маса m_2 , Вториот Њутнов закон гласи:

$$\vec{F}_2 = m_2 \vec{a}_2;$$
$$\vec{T}_2 + \vec{G}_2 = m_2 \vec{a}_2.$$

4 поени

Во насока на движење на телото m_2 , односно по у-оската се добива:

$$G_2 - T_2 = m_2 a_2.$$

2 поена

Заменувајќи дека двете тела се движат со еднакво забрзување $a_1 = a_2 = a$ (**1 поен**), а пак силата на затегнување е еднаква $T_1 = T_2 = T$ (**1 поен**), се добива систем од две равенки со две непознати:

$$T = m_1 a;$$
$$G_2 - T = m_2 a.$$

1 поен

Користејќи дека $G_2 = m_2 g$ и со елиминација на забрзувањето од последните две равенки, се добива:

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g;$$

$$T \approx 1,5 \text{ N}.$$

3 поени

б) Од изразот добиен во решението во делот **а)** се гледа дека доколку телата m_1 и m_2 ги заменат местата, добиениот резултат нема да се промени. Затоа, силата на затегнување во случај кога телата ќе ги заменат местата, а во отсуство на сила на триење ќе биде иста како и во делот **а)**.

$$T \approx 1,5 \text{ N}$$

3 поени

Забелешка: За погрешен конечен нумерички резултат се одземаат по 2 поена, а за незапишување на мерната единица во којашто се изразува крајниот резултат се одзема по 1 поен. Доколку ученикот погрешно го пресметал резултатот во делот **а)**, но правилно заклучил дека одговорот во делот **б)** треба да биде еднаков на резултатот во делот **а)**, се доделуваат сите поени за делот **б)**.

Задача 5. Диск со маса $M = 10 \text{ kg}$, ротира околу вертикално поставена оска којашто минува низ неговиот центар, правејќи 30 завртувања во минута. Како ќе се промени аголната брзина на ротација на дискот ако:

а) Врз работ на дискот се постави тело со маса $m = 2 \text{ kg}$ и занемарливи димензии;

б) На пола растојание помеѓу центарот и работ на дискот се постави истото тело со маса $m = 2 \text{ kg}$ и занемарливи димензии;

Моментот на инерција на диск со маса M и радиус R во однос на вертикална оска којашто минува низ неговиот центар изнесува $I = \frac{1}{2}MR^2$.

Решение:

Моментот на инерција на дискот е:

$$I_1 = \frac{1}{2}MR^2.$$

2 поена

Во моментот пред да се постави телото врз дискот, аголната брзина на дискот изнесува:

$$\omega_1 = 2\pi f = 2\pi \frac{30}{60} \text{ rad/s} = \pi \text{ rad/s}.$$

2 поена

а) Во случај кога телото ќе се стави врз работ на дискот, моментот на инерција на системот ќе биде:

$$I_2 = \frac{1}{2}MR^2 + mR^2 = \left(\frac{1}{2}M + m\right)R^2.$$

4 поени

Според Законот за запазување на моментот на импулс, се добива:

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2;$$

4 поени

$$\omega_2 = \frac{I_1 \omega_1}{I_2};$$

$$\omega_2 = \frac{M}{M + 2m} \omega_1 = 2,24 \text{ rad/s}.$$

3 поени

б) Во случај кога телото ќе се стави на половина растојание помеѓу центарот и работ на дискот, тоа се наоѓа на растојание $R_2 = R/2$ од центарот на дискот, па вкупниот момент на инерција ќе биде:

$$I_2 = \frac{1}{2}MR^2 + mR_2^2 = \frac{1}{2}MR^2 + \frac{1}{4}mR^2;$$

2 поена

од каде за аголната брзина во овој случај се добива:

$$\omega_2 = \frac{I_1 \omega_1}{I_2},$$

$$\omega_2 = \frac{M}{M + \frac{m}{2}} \omega_1 = 2,86 \text{ rad/s}.$$

3 поени

Забелешка: За погрешен конечен нумерички резултат се одземаат по 2 поена, а за незапишување на мерната единица во којашто се изразува крајниот резултат се одзема по 1 поен.