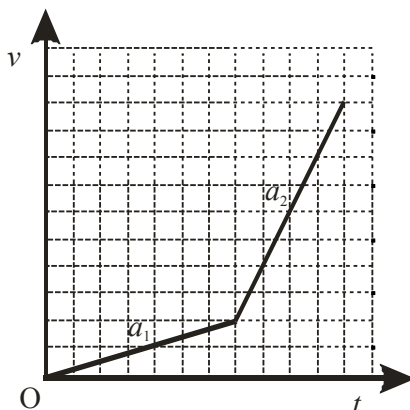


36. Републички натпревар по физика за учениците од основните училишта
Пехчево, 19.05.2012
VII одделение
(решенија на задачите)

1. Од лансирна рампа е исфрлена ракета. На еден од екраните во компјутерскиот центар е прикажан график на брзината од времето (види слика). Поради технички проблеми, системот не ги прикажува вредностите и мерните единици на оските. Од тие причини операторите не можат да ги пресметаат поделните забрзувања a_1 и a_2 но, сепак може да го определат нивниот однос.

Пресметајте го односот на забрзувањата $\frac{a_2}{a_1}$ на ракетата.



Решение:

Скалата на оската за времето и скалата на оската за брзината на ракетата се рамномерни. Промените на нив, од точка до точка може да ги земеме за условна единица, а решението е независно од мерната единица бидејќи при пресметување на односот тие се кратат.

Од дефиницијата за забрзување $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$, следејќи го графикот на брзината добиваме:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\frac{11 - 2}{11 - 7}}{\frac{2 - 0}{7 - 0}} = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{2}{7}} = 7.$$

2. Вкупната тежина на четири тела изнесува $539,55 \text{ N}$. Да се одреди масата на првото тело ако се знае дека неговата тежина е еднаква на половина од тежината на второто и третото тело заедно, додека масата на четвртото тело е $2/3$ од масата на првото тело. Земјиното забрзување да се смета дека изнесува $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Решение:

За вкупната тежина на четирите тела може да запишеме

$$G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = 539,55 \text{ N} \quad (1)$$

Тежината на првото тело е половина од тежината на второто и третото тело или

$$G_1 = \frac{1}{2}(G_2 + G_3) \text{ или}$$

$$2G_1 = G_2 + G_3. \quad (2)$$

Бидејќи масата на четвртото тело е $2/3$ од масата на првото имаме

$$m_4 = \frac{2}{3}m_1$$

или ако двете страни на равенката ги помножимо со земјиното забрзување имаме

$$m_4g = \frac{2}{3}m_1g \text{ т.е.}$$

$$G_4 = \frac{2}{3}G_1. \quad (3)$$

Заменувајќи ги равенките (2) и (3) во равенката (1) добиваме

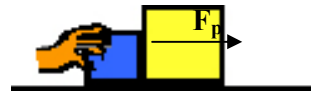
$$G_1 + 2G_1 + \frac{2}{3}G_1 = 539,55 \text{ N.}$$

Или $\frac{11}{3}G_1 = 539,55 \text{ N}$ од каде за тежината на првото тело се добива

$G_1 = 147,15 \text{ N}$. За масата на првото тело имаме

$$m_1 = \frac{G_1}{g} = 15 \text{ kg.}$$

3. Кутија со маса $m_1 = 5 \text{ kg}$ и кутија со маса $m_2 = 10 \text{ kg}$ се допираат една со друга. Врз кутијата со маса m_1 дејствуваме со сила $F_p = 45 \text{ N}$ во хоризонтален правец со цел да се забрзаат и двете кутии по подот. Коефициентот на триење при лизгање е $\mu = 0,2$. Да се определи забрзувањето на кутиите и големината на силата со која едната кутија дејствува на другата (контактната сила).



Решение:

$$m_1 = 5 \text{ kg}$$

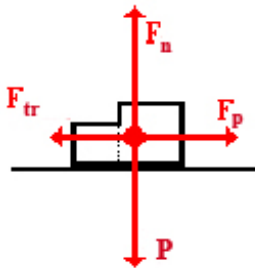
$$m_2 = 10 \text{ kg}$$

$$F_p = 45 \text{ N}$$

$$\mu = 0,2$$

$$a = ?$$

$$F_{\text{kонт}} = ?$$



На системот од две тела дејствуваат четири сили прикажани на дијаграмот.

Силата на триење $F_{\text{тр}}$ може да се пресмета од равенката: $F_{\text{тр}} = \mu F_n$, каде што нормалната сила е еднаква на силата тежа која дејствува на системот: $F_n = P = (m_1 + m_2) \cdot g$. Значи:

$$F_{\text{тр}} = \mu(m_1 + m_2) \cdot g = 0,2 \cdot 15 \cdot 9,81 = 29,4 \text{ N}$$

Бидејќи вертикалните сили се урамнотежени, резултантната сила ќе зависи само од силата со која дејствуваме на кутијата F_p и од силата

на триење, т.е.:

$$F_{\text{рез}} = F_p - F_{\text{тр}} = 45 - 29,4 = 15,6 \text{ N}$$

Согласно вториот Њутнов закон, забрзувањето ќе биде:

$$a = \frac{F_{\text{рез}}}{m_1 + m_2} = \frac{15,6}{15} = 1,04 \text{ m/s}^2$$

За да ја определиме контактната сила, т.е. силата со која едното тело дејствува на другото ќе го разгледаме движењето само на едно од телата. Притоа, не е битно кое од телата ќе се разгледува индивидуално затоа што согласно третиот Њутнов закон, со колкава сила дејствува првото тело врз второто, со исто толкава но спротивно насочена сила дејствува и второто врз првото тело. Да го разгледаме телото со маса m_2 . На него дејствуваат 4 сили: две вертикални, нормалната сила F_n и силата тежа:

$$P = m_2 \cdot g = 10 \cdot 9,81 = 98,1 \text{ N}$$

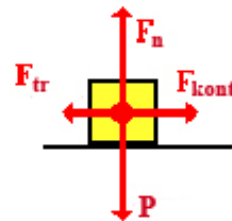
и две хоризонтални: силата на триење $F_{\text{тр}}$ и контактната сила $F_{\text{kонт}}$ со која телото со маса m_1 дејствува на телото со маса m_2 . Согласно вториот Њутнов закон имаме:

$$m_2 \cdot a = F_{\text{kонт}} - F_{\text{тр}}$$

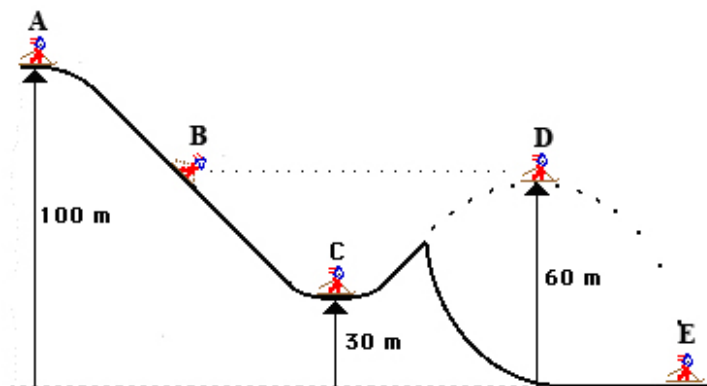
Каде што $F_{\text{тр}} = \mu \cdot F_n = \mu \cdot P = \mu \cdot m_2 \cdot g = 0,2 \cdot 10 \cdot 9,81 = 19,6 \text{ N}$

За контактната сила се добива:

$$F_{\text{kонт}} = m_2 a + F_{\text{тр}} = 10 \cdot 1,04 + 19,6 \approx 30 \text{ N}$$



4. Ана, која има маса $m = 50 \text{ kg}$ скија на патека прикажана на сликата. Ако во точката А Ана мирува, определете ја брзината со која се движи во точките В, С, D и E.



Решение:

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$h_A = 100 \text{ m}$$

$$h_C = 30 \text{ m}$$

$$h_D = 60 \text{ m}$$

$$h_B = h_D = 60 \text{ m}$$

$$v_B = ?$$

$$v_C = ?$$

$$v_D = ?$$

$$v_E = ?$$

Вкупната механичка енергија што ја има Ана е еднаква на потенцијалната енергија што ја има во точката А, а таа изнесува:

$$E_{p(A)} = mgh_A = 50 \cdot 9,81 \cdot 100 = 49050 \text{ J}$$

Во точката **В** вкупната механичка енергија е:

$$E_B = E_{p(B)} + E_{k(B)} = mgh_B + \frac{mv_B^2}{2} = mgh_A$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2g(h_A - h_B)} = \sqrt{2 \cdot 9,81(100 - 60)} = 28,01 \text{ m/s}$$

Во точката **С** вкупната механичка енергија е:

$$E_C = E_{p(C)} + E_{k(C)} = mgh_C + \frac{mv_C^2}{2} = mgh_A$$

$$\Rightarrow v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)} = \sqrt{2 \cdot 9,81(100 - 30)} = 37,05 \text{ m/s}$$

Во точката **D** брзината ќе биде еднаква со брзината во точката **В**, бидејќи е $h_D = h_B$, значи, $v_D = v_B = 28,01 \text{ m/s}$.

Во точката **E**, вкупната механичка енергија се должи само на кинетичка енергија:

$$E_{k(E)} = E_{p(A)}$$

$$\frac{mv_E^2}{2} = mgh_A$$

$$\Rightarrow v_E = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 100} = 44,3 \text{ m/s}$$

5. Парче метал со маса 12,9 g се става во чаша од стиропор (морска пена) која содржи 50 g вода на температура 88,6 °C. Температурата на парчето метал во моментот кога се става во чашата е пониска од таа на водата. Системот постигнува термичка рамнотежа на 87,1 °C. Под претпоставка дека чашата е идеално изолирана од околината, определете ја почетната температура на металот. Специфичниот топлински капацитет на водата и металот се 4180 J/(kg · K) и 400 J/(kg · K) соодветно.

Решение:

$$m_M = 12,9 \text{ g} = 0,0129 \text{ kg}$$

$$m_B = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg}$$

$$t_B = 88,6^\circ \text{ C}$$

$$t_P = 87,1^\circ \text{ C}$$

$$c_B = 4180 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$$

$$c_M = 400 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$$

$$t_M = ?$$

Доколку чашата е идеално изолирана од околината, количеството топлина што ќе го изгуби водата Q_B ќе биде еднакво на количеството топлина кое ќе го прими металот Q_M . Значи:

$$Q_B = Q_M$$

$$m_B c_B (t_B - t_P) = m_M c_M (t_P - t_M)$$

$$t_M = t_P - \frac{m_B c_B (t_B - t_P)}{m_M c_M} = 87,1 - \frac{0,05 \cdot 4180 \cdot (88,6 - 87,1)}{0,0129 \cdot 400} = 26,34^\circ \text{ C}$$