



57. РЕГИОНАЛЕН НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА 2025

5 април 2025

9 одделение

(решенија на задачите)

Задача 1. На ист шпорет истовремено загреваме две тела, тело А и тело Б. Двете тела имаат иста почетна температура и апсорбираат исто количество топлина. Масата на телото А е 3 пати поголема од масата на телото Б. Ако температурата на телото А се зголеми за 3°C , а на телото Б за 4°C , кое од телата има поголем специфичен топлински капацитет и за колку пати?

Решение:

$$\Delta t_A = 3^{\circ}\text{C}, \quad \Delta t_B = 4^{\circ}\text{C},$$

$$m_A = 3m_B, \quad [2\text{п}]$$

Двете тела апсорбираат исто количество топлина, па имаме:

$$Q_A = Q_B, \quad [4\text{п}+4\text{п}]$$

$$m_A c_A \Delta t_A = m_B c_B \Delta t_B,$$

$$3m_B c_A \Delta t_A = m_B c_B \Delta t_B. \quad [4\text{п}]$$

По крочење на масите, за односот на специфичниот топлински капацитет на двете тела се добива:

$$9c_A = 4c_B, \quad [4\text{п}+2\text{п}]$$

$$c_B = 2,25c_A$$

Заклучуваме дека телото Б има 2,25 пати поголем специфичен топлински капацитет.

Забелешка. За секое погрешно претворање на единиците на ученикот му се одзема по еден поен. За погрешно пресметани конечни решенија се одземаат по два поена. За незапишување на единиците мерки во решенијата се одзема по еден поен.

Задача 2. На маса се наоѓа стаклена вазна во форма на квадар. Вазната е отворена (нема капак). Основата (дното) на вазната е квадрат со плоштина 25cm^2 , а пак висината на вазната е 25cm (дадените димензии се надворешни!). Дебелината на стаклото од коешто се направени сидовите и дното на вазната е 1cm . Во вазната прво се налева вода, така што нејзината висина измерена внатре во вазната е 7cm . Потоа, се налева масло, со што притисокот на подлогата станува 4842Pa . Колкава е висината на слојот од масло?

При налевањето на масло во вазната не доаѓа до мешање на водата и маслото. Земјиното забрзување да се земе дека изнесува $9,81\text{m/s}^2$, густината на водата е 1000kg/m^3 , густината на маслото е 950kg/m^3 , а пак онаа на стаклото изнесува 2500kg/m^3 .

Решение:

$$S = 25\text{cm}^2 = 0,0025\text{m}^2, \quad h = 25\text{cm} = 0,25\text{m}, \quad d = 1\text{cm} = 0,01\text{m}, \quad h_v = 7\text{cm} = 0,07\text{m}, \quad P = 4842\text{Pa},$$

$$g = 9,81\text{m/s}^2, \quad \rho_v = 1000\text{kg/m}^3, \quad \rho_m = 950\text{kg/m}^3, \quad \rho_s = 2500\text{kg/m}^3.$$

За да ја најдеме висината на маслото, ќе го искористиме дадениот притисок што се појавува поради тежината со која вазната, водата и маслото притискаат на подлогата. Притисокот се пресметува како:

$$P = \frac{G_{\text{вкупна}}}{S} = \frac{G_{\text{стакло}} + G_{\text{вода}} + G_{\text{масло}}}{S}. \quad [1\text{n}] \quad (1)$$

Задачата се сведува на наоѓање на изразите за тежината на стаклото, водата и маслото.

Тежината на стаклото е дадена со:

$$G_{\text{стакло}} = m_{\text{стакло}} g = \rho_s V_{\text{стакло}} g, \quad [1\text{n}] \quad (2)$$

каде за масата е искористен изразот $m = \rho V$.

Волуменот на стаклото ќе се пресмета како разлика од надворешниот и внатрешниот волумен на вазната. Можеме да запишеме дека:

$$V_{\text{стакло}} = V_{\text{надворешен}} - V_{\text{внатрешен}}. [2\text{n}]$$

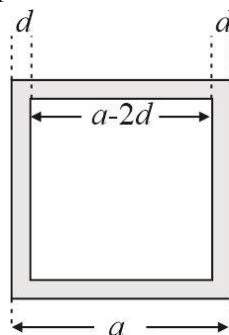
Поради тоа што дадените димензии за вазната се од надворешната страна, надворешниот волумен ќе се пресмета како $V_{\text{надворешен}} = S \cdot h$, додека за внатрешниот волумен ќе ги искористиме површината на основата и висината од внатрешната страна. Основата на вазната е квадрат, па страната на основата мерена од надворешната страна е:

$$a = \sqrt{S} = 0,05\text{m}. [1\text{n}]$$

Тогаш, страната и висината на внатрешниот дел на вазната е:

$$a_1 = a - 2d = 0,03\text{m}, \quad [2\text{n}]$$

$$h_1 = h - d = 0,24\text{m}.$$



Следува дека:

$$V_{\text{внатрешен}} = a_1^2 h_1, [2\text{n}]$$

па за волуменот на стаклото имаме:

$$V_{\text{стакло}} = Sh - a_1^2 h_1 = 0,000409\text{m}^3. [2\text{n}]$$

Слично тежината на водата е дадена со:

$$G_{\text{вода}} = m_{\text{вода}} g = \rho_v V_{\text{вода}} g. [2\text{n}] \quad (3)$$

Волуменот на водата ќе се пресмета како $V_{\text{вода}} = a_1^2 h_v$.

Тежината на маслото е:

$$G_{\text{масло}} = m_{\text{масло}} g = \rho_{\text{м}} V_{\text{масло}} g = \rho_{\text{м}} a_1^2 h_{\text{м}} g. \quad [2\text{п}] \quad (4)$$

Со замена на равенките (2), (3) и (4) во (1):

$$P = \frac{\rho_{\text{с}} V_{\text{стакло}} g + \rho_{\text{в}} a_1^2 h_{\text{в}} g + \rho_{\text{м}} a_1^2 h_{\text{м}} g}{S}, \quad [2\text{п}]$$

каде конечно, со замена на дадените и пресметаните релации и изразување на $h_{\text{м}}$ добиваме:

$$h_{\text{м}} = \frac{PS - \rho_{\text{с}} V_{\text{стакло}} g - \rho_{\text{в}} a_1^2 h_{\text{в}} g}{\rho_{\text{м}} a_1^2 g} = 0,174 \text{ m}. \quad [3\text{п}]$$

Забелешка. За секое погрешно претворање на единиците на ученикот му се одзема по еден поен. За погрешно пресметани конечни решенија се одзема еден поен. За незапишување на единиците мерки во решенијата се одзема по еден поен. На ученикот му се остава слобода за тоа дали ќе работи со основните единици мерки или пак со изведените (на пример, g и mm или cm или пак со kg и m).

Задача 3. Во кутија со форма на квадар и рабови 50mm, 36mm и 15mm има 45 гравчиња, а пак секое гравче има маса 0,1g. Масата на кутијата кога таа е празна е 3,7g. Кутијата може да се постави на подлога во различни положби и притоа една од нејзините страни секогаш лежи на подлогата.

а. Колкава е масата на полна кутија гравчиња?

б. Во која положба полната кутија гравчиња дејствува на подлогата со најголем притисок? Колку изнесува тој притисок?

в. Колкав е најмалиот притисок со којшто празна кутија може да дејствува на подлогата?

Земјиното забрзување да се земе дека изнесува $9,81\text{m/s}^2$.

Решение:

$a = 50\text{mm} = 0,05\text{m}$, $b = 36\text{mm} = 0,036\text{m}$, $c = 15\text{mm} = 0,015\text{m}$, $N = 45$, $m_g = 0,1\text{g} = 0,0001\text{kg}$,

$m_{\text{празна}} = 3,7\text{g} = 0,0037\text{kg}$, $g = 9,81\text{ m/s}^2$.

а. Масата на полната кутија гравчиња ќе се пресмета како:

$$m_{\text{полна}} = m_{\text{празна}} + N \cdot m_g = 0,0082\text{ kg. [4п]}$$

б. Полната кутија гравчиња ќе дејствува на подлогата со најголем притисок доколку е поставена така што ќе лежи на страната со најмала површина. Таа површина има плоштина:

$$S_{\text{најмала}} = b \cdot c. [3п]$$

Од тука, притисокот ќе биде:

$$P_{\text{најголем}} = \frac{G_{\text{полна}}}{S_{\text{најмала}}} = \frac{m_{\text{полна}} g}{bc} = 149\text{ Pa. [5п]}$$

в. Празната кутија гравчиња ќе дејствува на подлогата со најмал притисок доколку е поставена така што ќе лежи на страната со најголема површина. Таа површина има плоштина:

$$S_{\text{најголема}} = a \cdot b. [3п]$$

Притисокот ќе биде:

$$P_{\text{најмал}} = \frac{G_{\text{празна}}}{S_{\text{најголема}}} = \frac{m_{\text{празна}} g}{ab} = 20,2\text{ Pa. [5п]}$$

Забелешка. За погрешно пресметани конечни решенија се одземаат по два поена. За незапишување на единиците мерки во решенијата се одзема по еден поен.

Задача 4. Две еднакви метални топчиња наелектризирани со полнеж $-8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ и полнеж $16 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, се наоѓаат на меѓусебно растојание од 10 cm.

а. Колкава е големината на силата на заемнодејство помеѓу топчињата?

б. Топчињата се допираат едно со друго, па се поставуваат на двојно помало растојание од претходно. Колкава е големината на силата на заемнодејство после допирањето?

в. Колкав е односот на силите пред и после допирањето?

За константата k во формулата за заемнодејство на два полнежа да се земе дека изнесува $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

Решение:

$$q_1 = -8 \cdot 10^{-6} \text{ C}, \quad q_2 = 16 \cdot 10^{-6} \text{ C}, \quad r_1 = 10 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ m}, \quad k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2. \quad [1\text{п}]$$

а. Силата на заемнодејство што ќе се јави помеѓу топчињата пред допирањето е Кулоновата привлечна сила (два разноимени полнежа се привлекуваат) чијашто големина се пресметува како:

$$F_1 = k \frac{q_1 q_2}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot \frac{8 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 16 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(10^{-1} \text{ m})^2} = 115,2 \text{ N}. \quad [4\text{п}]$$

Доколку учениците добијат негативна вредност за силата, затоа што првиот полнеж го зеле како негативна величина не се одземаат поени.

б. Кога топчињата ќе се допрат, поради тоа што тие се идентични, нивниот вкупен полнеж ќе се распредели на двете топчиња подеднакво (Закон за запазување на електричниот полнеж во затворен систем). Тогаш, полнежот на двете топчиња ќе биде еднаков, а неговата големина ќе се пресмета како:

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-8 \cdot 10^{-6} \text{ C} + 16 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{2} = \frac{8 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{2} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}. \quad [4\text{п}]$$

Истовремено, во вториот случај ни е познато дека растојанието меѓу топчињата е двојно помало, па:

$$r_2 = \frac{r_1}{2} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}. \quad [3\text{п}]$$

Сега, силата на заемнодејство е Кулонова одбивна сила (два истоимени полнежи се одбиваат), чијашто големина се пресметува како:

$$F = k \frac{q^2}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot \frac{(4 \cdot 10^{-6} \text{ C})^2}{(5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} = 57,6 \text{ N}. \quad [4\text{п}]$$

в. Односот на силите пред и после допирањето е:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{115,2 \text{ N}}{57,6 \text{ N}} = 2 \quad [4\text{п}]$$

Забелешка. За погрешно пресметани конечни решенија се одземаат по два поена. За незапишување на единиците мерки во решенијата се одзема по еден поен.

Задача 5: Две тела со ист волумен, а различни маси се потопени во вода. Првото тело има маса 1kg и тоне вертикално надолу со забрзување 3m/s^2 , додека другото тело испливува вертикално нагоре со истото забрзување. Колкава е разликата на нивните маси?

Решение:

$$m_1 = 1\text{kg}, \quad a = 3\text{m/s}^2, \quad g = 9,81\text{m/s}^2.$$

Според условот на задачата, првото тело тоне, а второто плови нагоре. Бидејќи двете тела имаат ист волумен, масата на второто тело треба да е помала од масата на првото тело (второто тело треба да има помала густина и од водата и од првото тело): Според тоа запишуваме

$$m_2 = m_1 - \Delta m. \quad [2\text{п}]$$

Силите коишто дејствуваат на двете тела се Архимедовата потисна сила којашто има насока вертикално нагоре и силата на Земјината тежа којашто има насока вертикално надолу. Ако ги запишеме равенките за движење на двете тела, земајќи ја за позитивна насоката вертикално нагоре, ќе добиеме:

$$\begin{aligned} F_{A,1} - m_1 g &= -m_1 a, \\ F_{A,2} - m_2 g &= m_2 a. \end{aligned} \quad [3\text{п}+2\text{п}]$$

Имајќи предвид дека Архимедовата сила се пресметува како:

$$F_A = \rho_V g V, \quad [2\text{п}]$$

а согласно условот на задачата двете тела имаат еднаков волумен, добиваме дека Архимедовата сила што дејствува на двете тела ќе биде еднаква, односно $F_{A,1} = F_{A,2}$. Со изразување на Архимедовата сила од двете равенки за движење и изедначување на равенките ќе добиеме:

$$m_1 g - m_1 a = m_2 g + m_2 a. \quad [3\text{п}]$$

Сега, ќе ја искористиме релацијата $m_2 = m_1 - \Delta m$:

$$m_1 g - m_1 a = (m_1 - \Delta m) g + (m_1 - \Delta m) a. \quad [2\text{п}]$$

Со средување на претходната равенка добиваме:

$$\begin{aligned} m_1 g - m_1 a &= m_1 g - \Delta m g + m_1 a - \Delta m a, \\ \Delta m (a + g) &= 2m_1 a, \\ \Delta m &= \frac{2m_1 a}{a + g} = 0,468\text{kg}. \end{aligned} \quad [2\text{п}+2\text{п}+2\text{п}]$$

Забелешка. За погрешно пресметани конечни решенија се одземаат по два поена. За незапишување на единиците мерки во решенијата се одзема по еден поен.