



ОПШТИНСКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА 2022

11 февруари 2022

9 одделение

(решенија на задачите)

Задача 1. На час по физика учениците добиле двокрак лост и три тела со маси $m_1 = 5,2 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$ и $m_3 = 2 \text{ kg}$. Наставникот го поставил телото со маса m_1 на левиот крак од лостот на растојание од $a = 0,5 \text{ m}$ од потпорната точка, а потоа останатите две тела ги поставил на десниот крак на растојание b од потпорната точка, после што учениците заклучиле дека лостот е во рамнотежа (Слика 1а). Потоа, наставникот без да ја промени положбата на телото со маса m_1 ги поставил телата со маси m_2 и m_3 на различни растојанија од потпорната точка, како што е прикажано на Слика 1б, при што лостот повторно бил во рамнотежа.

а. Одредете на колкаво растојание од потпорната точка на лостот наставникот ги поставил телата со маси m_2 и m_3 во првиот случај.

б. Одредете на колкаво растојание од потпорната точка, наставникот го поставил телото со маса m_2 , а на колкаво телото со маса m_3 , ако знаете дека растојанието помеѓу двете тела изнесувало $c = 0,3 \text{ m}$.



Слика 1а



Слика 1б

Решение:

а. Лостот е во рамнотежа доколку вкупните вртливи моменти (моментите на сила) на секој од краците се еднакви и спротивно насочени. На десниот крак вртлив момент создава телото со маса m_1 (во насока спротивна на движењето на стрелките на часовникот), додека на десниот крак вртлив момент создаваат телата со маса m_2 и m_3 кои се поставени на еднакво растојание од потпорната точка на лостот (во насока на движењето на стрелките на часовникот), како што е прикажано на Слика 1в.

$$M_1 = M_2 + M_3;$$

$$m_1 g a = m_2 g b + m_3 g b;$$

$$b = \frac{m_1}{m_2 + m_3} a = \frac{5,2 \text{ kg}}{2 \text{ kg} + 3 \text{ kg}} 0,5 \text{ m} = 0,52 \text{ m}.$$

б. И во овој случај имаме еден вртлив момент на левиот крак и два вртливи момента на десниот крак. Нека растојанието од потпорната точка до телото со маса m_2 го означиме со x (Слика 1г). Сега имаме:

$$M_1 = M_2' + M_3';$$

$$m_1 g a = m_2 g x + m_3 g (x + c);$$

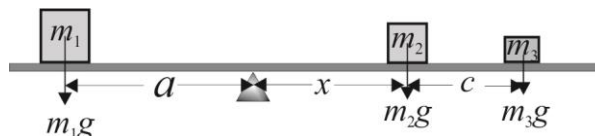
$$m_1 a - m_3 c = (m_2 + m_3) x;$$

$$x = \frac{m_1 a - m_3 c}{m_2 + m_3} = \frac{5,2 \text{ kg} \cdot 0,5 \text{ m} - 2 \text{ kg} \cdot 0,3 \text{ m}}{2 \text{ kg} + 3 \text{ kg}} = 0,4 \text{ m}.$$

Според тоа телото со маса m_2 се наоѓа на растојание $x = 0,4 \text{ m}$ од потпорната точка, додека телото со маса m_3 се наоѓа на растојание $x + c = 0,7 \text{ m}$.



Слика 1в



Слика 1г

Забелешка. Делот **а** се бодува со 8 поени (секој од изразите со по 2 поена и 2 поена за конечно решение). Делот **б** се бодува со 12 поени (првата равенка носи 2 поена, правилно одредување на моментите на двете тела десно 4 поени, третата и четвртата равенка се бодуваат со по 2 поена и конечното решение со 2 поена. За незапишување на единицата во која се изразува должината во конечните решенија се одзема по еден поен.

Задача 2. Оваа задача се состои од 4 независни делови.

а. Препорачаното дневно внесување во организмот кај возрасен човек (ПДВ), за металот магнезиум изнесува 410 mg/d (милиграми на ден). Пресметајте колку $\mu\text{g}/\text{h}$ (микрограми на час) од овој елемент потребно е да внесува возрасен човек.

б. За возрасен човек ПДВ на аминокиселината лизин е 12 mg на секој килограм телесна маса. Колку лизин треба да внесе во својот организам возрасен човек со маса 80 kg. Резултатот изразете го во грамови.

в. Вообичаено една мултивитаминаска таблета содржи 2,0 mg витамин B_2 (рибофлавин), додека пак ПДВ изнесува 0,0030 g/d. Колку мултивитаминаски таблети треба да земе човек во текот на 10 дена за да во организмот го внесе потребното количество од овој витамин, доколку со неговата исхрана во овој период не внесува витамин B_2 .

г. ПДВ за елементот селен изнесува 0,000070 g/d. Изразете ја оваа вредност во mg/d.

Помош: Можеби ќе ви послужат следните конверзиони фактори при решавање на задачата:

$$1\text{ g} = 10^3\text{ mg} = 10^6\ \mu\text{g}.$$

Решение:

а. $PDV_1 = 410\text{ mg/d}$.

$$PDV_1 = 410\ \frac{\text{mg}}{\text{d}} = 410\ \frac{10^3\ \mu\text{g}}{24\ \text{h}} = 17083\ \frac{\mu\text{g}}{\text{h}}.$$

б. $PDV_2 = 12\text{ mg/kg}$, $M = 80\text{ kg}$.

$$m = PDV_2 \cdot M = 12\ \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \cdot 80\ \text{kg} = 960\ \text{mg} = 960 \cdot 10^{-3}\text{ g} = 0,96\ \text{g}.$$

в. $PDV_3 = 0,0030\ \text{g/d}$ $m_t = 2,0\ \text{mg} = 2,0 \cdot 10^{-3}\ \text{g} = 0,0020\ \text{g}$, $n = 10\ \text{d}$.

$$N = n \cdot \frac{PDV_3}{m_t} = 10\ \text{d} \cdot \frac{0,0030\ \text{g/d}}{0,0020\ \text{g}} = 15.$$

г. $PDV_4 = 0,000070\ \text{g/d}$.

$$PDV_4 = 0,000070\ \frac{\text{g}}{\text{d}} = 0,000070\ \frac{10^3\ \text{mg}}{\text{d}} = 0,07\ \frac{\text{mg}}{\text{d}}.$$

Забелешка. Секој дел од задачата се бодува со 5 поени. За погрешно пресметани конечни решенија се одземаат по два поена. За незапишување на единицата во која се изразуваат бараните величини во конечните решенија се одзема по еден поен.

Задача 3. Коцка од мраз со страна 10 cm е направена од помали коцки со страна 1 cm. Претпоставувајќи дека не постои простор помеѓу малите коцки, одредете:

а. Колку коцки со страна 1 cm се употребени за да се направи коцката со страна 10 cm?

б. Колкава е масата на коцката со страна 10 cm, ако густината на мразот изнесува 900 kg/m^3 ?

в. Колку од коцките со страна 1 cm имаат барем една страна која се наоѓа на површината на коцката со страна 10 cm?

Решение:

$$a = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}, \quad A = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}, \quad \rho = 900 \text{ kg/m}^3 = 0,9 \text{ g/cm}^3.$$

а. Бројот на коцки од 1 cm кој е потребен за правење на коцката со страна 10 cm претставува однос на волумените на овие две коцки:

$$N = \frac{A^3}{a^3} = 1000.$$

б. Масата на големата коцка изнесува:

$$m = \rho A^3 = 900 \text{ kg/m}^3 \cdot (0,1 \text{ m})^3 = 0,9 \text{ kg}.$$

в. Прв начин: Ако решиме да направиме шуплива коцка тогаш ги градиме страните на големата коцка при што ќе употребиме: $10 \cdot 10 = 100$ коцки за правење на првиот базис, $10 \cdot 9 = 90$ коцки за првата страна, $9 \cdot 9 = 81$ коцка за втората страна, $9 \cdot 9 = 81$ за третата страна и $9 \cdot 8 = 72$ коцки за четвртата страна. Останува да се направи и вториот базис за кој ни се потребни $8 \cdot 8 = 64$ коцки.

Според тоа, бројот на коцки кои се потребни за да се направи шупливата коцка, а тоа е бројот на коцки кои ќе имаат барем една своја страна на површината на големата коцка изнесува:

$$n = 100 + 90 + 81 + 81 + 72 + 64 = 488.$$

Втор начин: Може да го пресметаме бројот на коцки кои се наоѓаат во внатрешноста на големата коцка и ниту една нивна страна не е на надворешноста на големата коцка. Тие коцки формираат поголема коцка со страна 8 cm. Бројот на мали коцки кои се потребни за да се направи ваква коцка изнесува:

$$n_1 = 8 \cdot 8 \cdot 8 = 512.$$

Според тоа, бројот на коцки на кои ни една страна не се на надворешноста на големата коцка изнесува:

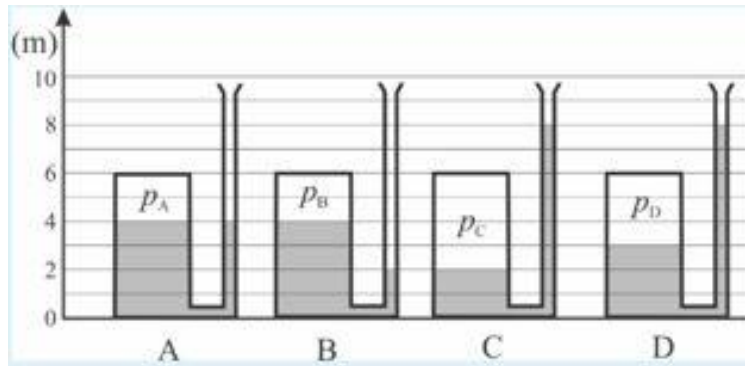
$$n = N - n_1 = 1000 - 512 = 488.$$

Трет начин: Коцката има 8 темиња, што значи има 8 мали коцки кои допираат три страни. Коцката има и 12 рабови, односно, $12 \cdot 8 = 96$ мали коцки кои допираат две страни. На крајот, коцката има 6 страни, т.е, $6 \cdot 8 \cdot 8 = 384$ коцки кои допираат само една страна. Затоа, вкупниот број на коцки кои се потребни за да се направи шупливата коцка изнесува:

$$n = 8 + 96 + 384 = 488.$$

Забелешка. Деловите **а** и **б** се бодуваат со по 4 поени. Делот **в** се бодува со 12 поени. За секое погрешно претворање или не претворање на единиците во основните единици од SI на ученикот му се одземаат 2 поена. За погрешно пресметани конечни решенија се одземаат два поена. За незапишување на единицата во која се изразуваат бараните величини во конечните решенија се одзема по еден поен. На ученикот не му се одземаат поени ако покрај бројната вредност напиши „коцки“. На ученикот му се остава слобода на избор да работи во cm и g/cm^3 или во m и kg/m^3 .

Задача 4. Во садовите прикажани на Слика 2 се наоѓа вода со густина 1000 kg/m^3 . Во затворениот дел од садовите се наоѓа азот чиј притисок изнесува P_A, P_B, P_C и P_D соодветно. Ако се знае дека атмосферскиот притисок (притисокот кој дејствува на отворениот дел од садот) изнесува $100\,000 \text{ Pa}$, а Земјиното забрзување е 10 m/s^2 , пресметајте ги притисоците на азотот во секој од садовите.

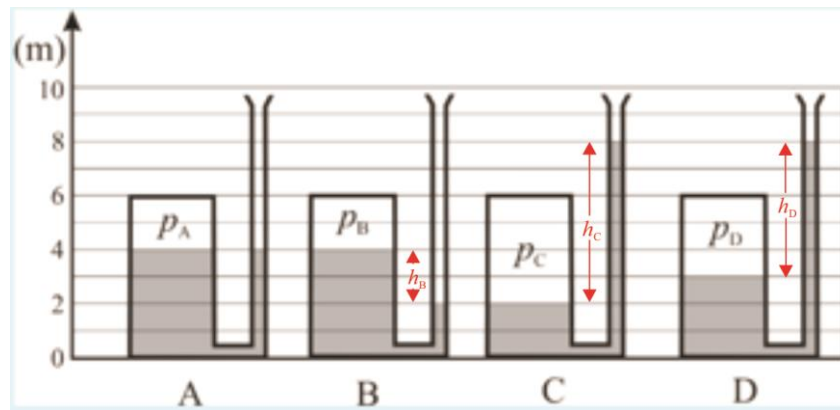


Слика 2

Решение:

На сликата 2а се прикажани сврзаните садови. На површината на водата во поширокиот сад дејствува притисокот на азотот затворен во садот, додека на потесниот дел дејствува атмосферскиот притисок. Во зависност кој од двата притисоци е поголем, нивото на течноста во поширокиот дел ќе биде повисоко или пониско од нивото на течноста во потесниот дел. Кога двата притисоци се еднакви тогаш нивоата на водата во двата сада ќе бидат еднакви, како што е во случајот под А, односно:

$$p_A = p = 100000 \text{ Pa} .$$



Слика 2а

Во случајот В, атмосферскиот притисок е поголем од притисокот на азотот за вредноста на хидростатичкиот притисок, кој го создава водниот столб со висина h_B , односно:

$$p_B + \rho g h_B = p;$$

$$p_B = p - \rho g h_B = 100000 \text{ Pa} - 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} = 80000 \text{ Pa} .$$

Во случајот С, атмосферскиот притисок е помал од притисокот на азотот за вредноста на хидростатичкиот притисок, кој го создава водниот столб со висина h_C , односно:

$$p_C = p + \rho g h_C = 100000 \text{ Pa} + 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 6 \text{ m} = 160000 \text{ Pa}$$

Во случајот D атмосферскиот притисок е помал од притисокот на азотот за вредноста на хидростатичкиот притисок, кој го создава водниот столб со висина h_D , односно:

$$p_D = p + \rho g h_D = 100000 \text{ Pa} + 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} = 150000 \text{ Pa} .$$

Забелешка. Секој дел од задачата се бодува со 5 поени. За погрешно пресметани конечни решенија како резултат на погрешни отчитувања на висините се одземаат по два поена. За незапишување на единицата во која се изразуваат бараните величини во конечните решенија се одзема по еден поен.

Задача 5. Тело со маса 1,8 kg е прикачено на динамометар, а потоа телото е потопено во вода. На динамометарот се отчитува силата која дејствува на истиот. Таа изнесува 12,8 N.

а. Пресметајте колку изнесува големината на Архимедовата сила која дејствува на телото.

б. Колку би требало да изнесува густината на течност во која би се потопило телото, за силата која дејствува на динамометарот да изнесува 0 N?

За Земјиното забрзување да се земе дека изнесува 10 m/s^2 , додека пак густината на водата изнесува 1000 kg/m^3 .

Решение:

$$m = 1,8 \text{ kg};$$

$$F = 12,8 \text{ N};$$

$$\rho_V = 1000 \text{ kg/m}^3;$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2.$$

а. При потопувањето на телото во вода, покрај силата на Земјината тежа која дејствува вертикално надолу, дејствува и Архимедовата сила која е насочена вертикално нагоре. Она што на динамометарот се отчитува е разликата од двете сили, односно:

$$F = mg - F_A, \quad (1)$$

од каде за Архимедовата сила добиваме:

$$F_A = mg - F = 1,8 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 - 12,8 \text{ N} = 5,2 \text{ N}.$$

б. Ако силата која ја покажува динамометарот по потопување на течност со непозната густина изнесува 0 N, тоа значи дека телото лебди во таа течност, односно:

$$0 = mg - F_A' \Rightarrow mg = \rho_T V g \Rightarrow \rho_T = \frac{mg}{Vg} = \frac{m}{V},$$

каде со V е означен волуменот на телото, а со ρ_T е означена густината на течноста.

Волуменот на телото ќе го добиеме користејќи ја вредноста на Архимедовата сила кога телото беше потопено во вода. Имено:

$$F_A = \rho_V V g \Rightarrow V = \frac{F_A}{\rho_V g}.$$

Заменувајќи ја оваа равенка во равенката за густината на течноста, добиваме:

$$\rho_T = \frac{m}{V} = \frac{mg}{F_A} \rho_V = \frac{1,8 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{5,2 \text{ N}} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 3462 \text{ kg/m}^3.$$

Забелешка. Делот **а** се бодува со 8 поени, додека делот **б** се бодува со по 12 поени (3 чекори по 4 поени). За погрешно пресметани конечни решенија се одземаат по два поена. За незапишување на единицата во која се изразуваат бараните величини во конечните решенија се одзема по еден поен.