

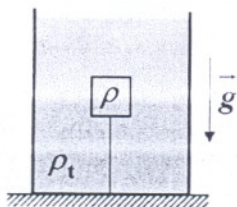


**VII**  
РАЗРЕД

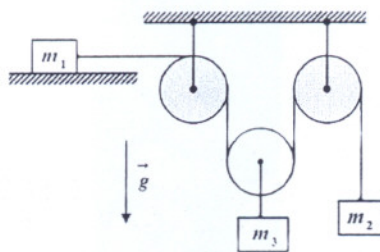
Друштво физичара Србије  
Министарство просвете, науке и технолошког  
развоја Републике Србије  
**ЗАДАЦИ**

ОКРУЖНИ НИВО  
07.03.2015.

- У непокретну посуду насута је одређена количина течности густине  $\rho_t = 2250 \text{ kg/m}^3$ . Тело облика коцке, стране  $a = 1 \text{ dm}$  и густине  $\rho = 0,75 \text{ g/cm}^3$ , уроњено је у течност и везано за дно посуде лаким и неистегљивим концем (слика 1). Одредити интензитет силе затезања концa. Све силе отпора занемарити.
- Тело масе  $m = 1 \text{ kg}$ , занемарљивих димензија, бачено је вертикално навише почетном брзином  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  са висине  $H = 2,25 \text{ m}$  (у односу на површину песка). Одредити интензитет константне силе отпора песка ако се тело зарило у песок до дубине  $h = 100 \text{ mm}$ . Занемарити отпор ваздуха и процесе у току преласка тела из ваздуха у песок.
- У систему са слике 2 масе тела редом износе  $m_1 = 3 \text{ kg}$  и  $m_2 = 2 \text{ kg}$ . Одредити масу тела  $m_3$  ако се тело не креће у случају када се систем препусти сам себи да се слободно креће из стања мировања. Одредити интензитете убрзања тела  $m_1$  и  $m_2$  у том случају. Масе неистегљивих нити, масе котурова, и све силе трења и отпора занемарити.
- Максимално убрзање локомотиве износи  $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$ , док максимално успорење износи  $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$ , при чему локомотива током кретања може да постигне максималну брзину  $v_{\text{max}} = 108 \text{ km/h}$ . Када се зауставља у обе станице да прими путнике, најкраће време за које воз може да пређе растојање између станица А и Б износи  $t_{\text{min}} = 150 \text{ s}$ . Одредити растојање  $l$  између станица А и Б.
- Ученици су четири пута мерили густину једног истог тела. У табели 1 су дати резултати мерења. Одредити густину тела. Резултат изразити са апсолутном грешком. Водити рачуна о исправном запису резултата мерења. Одредити релативну грешку мерења густине. Записати сваки рачунски корак.



Слика 1.



Слика 2.

мерење	$\rho \text{ [g / cm}^3\text{]}$
1	2,04
2	1,93
3	1,98
4	2,02

Табела 1.

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: Владимир Чубровић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Иван Манчев, ПМФ, Ниш

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

**Свим такмичарима желимо успешан рад!**



VII  
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије  
Министарство просвете, науке и технолошког развоја  
Републике Србије  
РЕШЕЊА

ОКРУЖНИ НИВО  
07.03.2015.

1. Како је  $\rho_1 > \rho$ , тада је тело у равнотежи и важи једначина  $F_{\text{по}} = Mg + T$  [8п], при чему је  $M = \rho \cdot a^3$  [3п] и  $F_{\text{по}} = \rho_1 \cdot a^3 \cdot g$  [4п]. Из претходног следи да је интензитет силе затезања конца једнак  $T = (\rho_1 - \rho) \cdot a^3 \cdot g \approx 14,72 \text{ N}$  [4+1п].

2. 1. начин. Из једначина  $v_0^2 = 2gH^*$  [3п] и  $v_1^2 = 2g(H + H^*)$  [3п] добијамо да тело удара у подлогу (песак) брзином  $v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$  [2п]. Успоревње тела у песку је  $a = \frac{F_{\text{оп}}}{m} - g$  [4п], а како се тело заустави након пређеног пута  $h$  важи  $v_1^2 = 2ah$  [3п]. Из претходних једначина добијамо  $F_{\text{оп}} = m \left( \frac{v_0^2 + 2gH}{2h} + g \right) \approx 730,5 \text{ N}$  [4+1п].

2. начин (учи се ускоро). По Закону одржања енергије је  $\Delta E = E_2 - E_1 = -E_1 = A_{\text{оп}}$  тј.  $-\frac{mv_0^2}{2} - mg(H + h) = -F_{\text{оп}}h$ .

3. Како се тело  $m_3$  не креће тада је  $m_3g = 2T$  [5п]. Једначине кретања остала два тела су:  $m_1a = T$  [5п] и  $m_2a = m_2g - T$  [5п]. Из претходних једначина добијамо  $a = \frac{m_2}{m_1 + m_2}g \approx 3,92 \text{ m/s}^2$  [1+1п] и  $m_3 = \frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2} = 2,4 \text{ kg}$  [2+1п].

4. Како растојање  $l$  локомотива прелази за минимално време, током кретања она прво мора максимално да убрзава током времена  $t_1$  док не достигне максималну брзину, затим да се одређено време  $t$  креће максималном брзином  $v_{\text{max}}$ , и на крају да успорава са максималним успорењем до заустављања одређено време  $t_2$ . Тело за време  $t_1 = v_{\text{max}} / a_1$  [2п] достиже максималну брзину и прелази пут  $s_1 = v_{\text{max}}^2 / 2a_1$  [3п]. Локомотива се заустави за време  $t_2 = v_{\text{max}} / a_2$  [2п] и пређе пут  $s_2 = v_{\text{max}}^2 / 2a_2$  [3п]. Из претходног следи да се локомотива креће максималном брзином током времена  $t = t_{\text{min}} - \frac{v_{\text{max}}}{a_1} - \frac{v_{\text{max}}}{a_2}$  [4п] и прелази пут  $s = v_{\text{max}} \left( t_{\text{min}} - \frac{v_{\text{max}}}{a_1} - \frac{v_{\text{max}}}{a_2} \right)$  [2п]. Растојање између станица А и Б износи  $l = v_{\text{max}}t_{\text{min}} - \frac{v_{\text{max}}^2}{2a_1} - \frac{v_{\text{max}}^2}{2a_2} = 3825 \text{ m}$  [3+1п].

5. Средња вредност густине тела је  $\rho_{\text{sr}} = 1,9925 \text{ g/cm}^3$  [4п].

мерање	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$ \rho_{\text{sr}} - \rho $ [g/cm <sup>3</sup> ]
1	2,04	0,0475
2	1,93	0,0625
3	1,98	0,0125
4	2,02	0,0275

Свако тачно израчунато одступање носи по 1,5 поена

Апсолутне грешке су највећа одступања од средње вредности, по апсолутној вредности, а апсолутна грешка мерења највећа по вредности од појединачних. Изражава се са једном цифром различитом од нуле. Тако да је апсолутна грешка мерења  $\Delta\rho = 0,0625 \text{ g/cm}^3 \approx 0,07 \text{ g/cm}^3$  [4п]. Ако грешка није правилно заокружена дати 2 поена.

Густина тела је  $\rho = (1,99 \pm 0,07) \text{ g/cm}^3$  [3п]. Било каква грешка не доноси бодове – на пример, ако је незаокружен резултат или грешка. Релативна грешка мерења је  $\delta_\rho = \frac{0,062}{1,992} \cdot 100 \% \approx 3,1 \%$  [3п].

Ако су коришћене заокружене вредности било грешке или резултата [2,5п]. Ако је релативна грешка написана са више од четири цифре различите од нуле [2,5 п]. Ако су начињене обе грешке дати 2 поена.