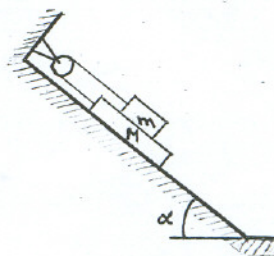
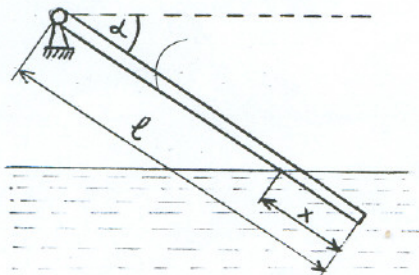


ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ПМФ - ОДСЕК ЗА ФИЗИКУ, НИШ
ПМФ - ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ, НОВИ САД

Задачи за Републичко такмичење ученика
основних школа школске 1999/2000. године
VII разред

- а) Станице A и B су међусобно удаљене $S = 9\text{ km}$. Воз креће из станице A и четири минута се равномерно убрзава до брзине $v_1 = 60\text{ km/h}$. Том брзином воз наставља да се креће равномерно. Пре уласка у станицу B воз почиње равномерно да се успорава. Успорење до заустављања траје два минута. Колико времена траје кретање воза од станице A до станице B ?
б) Колико је време кретања ако је воз после половине пређеног пута равномерно смањив брзину на $v_2 = 30\text{ km/h}$, којом је наставио даље да се креће до почетка успорења? Вредности убрзања и успорења воза у овом случају су једнаке као у случају под а).
- При слободном падању средња брзина кретања тела у току последње секунде је двоструко већа од средње брзине у току претходне секунде. Одредити висину са које је тело пуштено да пада.
- Хомогена шипка приказана на слици 1 учвршћена је на једном крају, док је слободни крај потопљен у води. Шипка може да се креће у вертикалној равни. Када је шипка у равнотежи она заклапа угао α са хоризонталом, а једна четвртина је потопљена, ($x/\ell = 1/4$). Одредити густину материјала од којег је направљена шипка. Густина воде је $\rho_0 = 10^3\text{ kg/m}^3$.
- На стрмој равни нагнутој под углом $\alpha = 45^\circ$ налази се даска масе $M = 3\text{ kg}$, а на њој тело масе $m = 1\text{ kg}$, као што је приказано на слици 2. Коефицијент трења између стрме равни и даске је $\mu_1 = 0,1$, а између даске и тела $\mu_2 = 2\mu_1$. Одредити убрзање тела.
- Путнички аутомобил масе $M = 1000\text{ kg}$ креће се равномерно по узбрдици. Пут је прав, а узбрдица је таква да се пут 'подиже' за $h = 10\text{ m}$ на сваком километру пута. За колико ће потрошња бензина у овом случају бити већа у односу на кретање тог аутомобила истом брзином по хоризонталном путу? Енергетска вредност бензина (топлота сагоревања) је $q = 4,61 \cdot 10^7\text{ J/kg}$. Коефицијент корисног дејства машине је $\eta = 10\%$. Уобичајено је да се потрошња бензина рачуна у односу на пут од $\ell = 100\text{ km}$.



Напомене: За убрзање Земљине теже узети $g = 10\text{ m/s}^2$;
Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: др Иван Манчев; Рецензент: др Мирослав Николић;
Председник комисије: др Надежда Новаковић

МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ПМФ - ОДСЕК ЗА ФИЗИКУ, НИШ

ПМФ - ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ, НОВИ САД

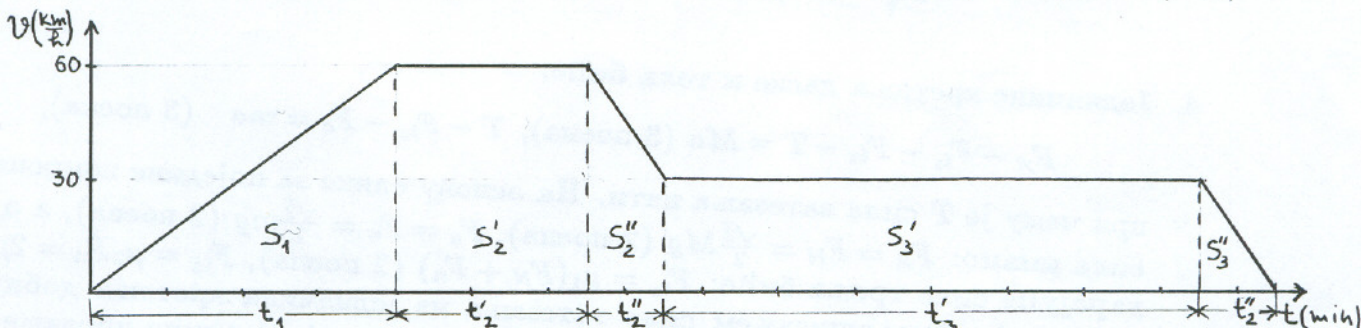
Решења задатака за Републичко такмичење

ученика основних школа школске 1999/2000. године

VII разред

1. а) Пут који воз пређе при убрзању је $S_1 = \frac{1}{2}a_1t_1^2 = \frac{1}{2}\frac{v_1}{t_1}t_1^2 = \frac{1}{2}v_1t_1$ (2 п.), при чему је $v_1 = 60\text{km/h}$, $t_1 = 4\text{min}$. Пређени пут при равномерном кретању је $S_2 = v_1t_2$ (2 п.), а приликом успоравања $S_3 = v_1t_3 - \frac{1}{2}a_3t_3^2 = v_1t_3 - \frac{1}{2}\frac{v_1}{t_3}t_3^2 = \frac{1}{2}v_1t_3$ (2 п.) где је $t_3 = 2\text{min}$. Како је $S_1 + S_2 + S_3 = S$ то је време равномерног кретања $t_2 = S/v_1 - (t_1 + t_3)/2 = 6\text{min}$ (2 п.), а укупно време $t = t_1 + t_2 + t_3 = 12\text{min}$ (1 п.)

б) На основу графика зависности пута од времена налазимо $S_1 = \frac{1}{2}v_1t_1 = 2\text{km}$, $S'_2 = \frac{S}{2} - S_1 = 2,5\text{km}$ (2 п.), $t'_2 = S'_2/v_1 = 2,5\text{min}$ (1 п.), $t''_2 = (v_1 - v_2)/a_3 = 1\text{min}$, $S''_2 = v_1t''_2 - \frac{1}{2}a_3(t''_2)^2 = 3/4\text{km}$ (2 п.), $S'_3 = v_2t'_2 - \frac{1}{2}a_3(t'_2)^2 = 1/4\text{km}$ (1 п.), $S''_2 + S'_3 = 1\text{km}$ (1 п.), $S'_3 = S/2 - (S''_2 + S'_3) = 3,5\text{km}$ (2 п.), $t'_3 = S'_3/v_2 = 7\text{min}$ (1 п.). Укупно време кретања је $t_u = t_1 + t'_2 + t''_2 + t'_3 + t''_2 = 15,5\text{min}$ (1 п.)



2. Нека је h_1 пут који тело пређе у току последње секунде свог слободног падања, а h_2 пређени пут у претпоследњој секунди кретања, онда одговарајуће средње брзине су: $v_{s1} = h_1/t$ (2 поена), $v_{s2} = h_2/t$ (2 поена), при чему је $t = 1\text{s}$. Како је према услову задатка $v_{s1} = 2v_{s2}$, то значи да је $h_1 = 2h_2$ (2 поена). Ако са h обележимо укупну висину, а са t_u укупно време кретања онда можемо да пишемо:

$$h = \frac{1}{2}gt_u^2 \quad (2 \text{ п.}); \quad h - h_1 = \frac{1}{2}g(t_u - t)^2 \quad (3 \text{ п.}); \quad h - (h_1 + h_2) = \frac{1}{2}g(t_u - 2t)^2 \quad (3 \text{ п.}).$$

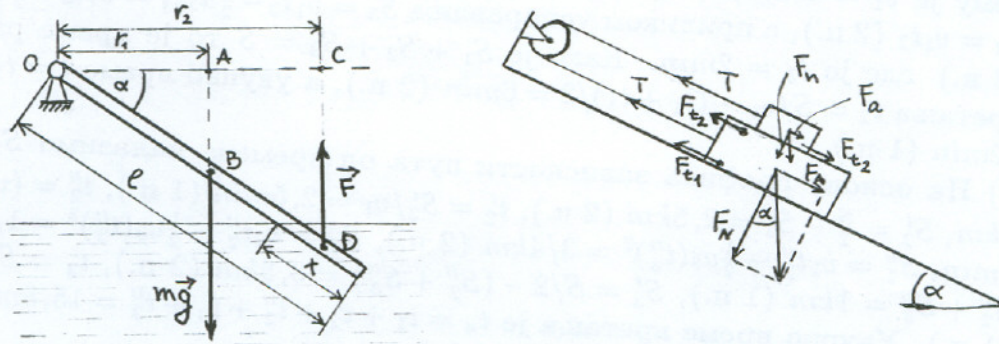
На основу ових једначина налазимо $t_u = 2,5\text{s}$, а за тражену висину $h = 31,25\text{m}$ (6 поена).

3. Земља делује на шипку силом $m\vec{g}$, чија је нападна тачка у средини шипке, а течност делује на потопљени део силом потиска \vec{F} у тачки удаљеној $x/2$ од слободног краја. Услов равнотеже, односно збир момента сила у односу на непокретну тачку O има облик: $mgr_1 - Fr_2 = 0$ (5 поена). На основу сличности троуглова $\triangle OAB$ и $\triangle OCD$ следи да је $r_1 : r_2 = (\ell/2) : (\ell - x/2)$ (3 поена) што нам омогућава да услов равнотеже напишемо у следећем облику:

$$mg\frac{\ell}{2} = F\left(\ell - \frac{x}{2}\right) \quad (3 \text{ поена}).$$

Маса шипке је $m = \rho V = \rho \ell S$ (2 поена), а сила потиска $F = \rho_0 g x S$ (2 поена), где је S површина попречног пресека. Заменом израза за m и F у услов равнотеже добијамо $\rho \ell^2 = 2x(\ell - x/2)\rho_0$ (2 поена), а одатле за тражену густину имамо:

$$\rho = 2 \frac{x}{\ell} \left[1 - \frac{1}{2} \frac{x}{\ell} \right] \rho_0 = \frac{7}{16} \cdot 10^3 = 437,5 \text{ kg/m}^3 \quad (3 \text{ поена}).$$



4. Једначине кретања даске и тела биће:

$$F_A - F_{t_1} - F_{t_2} - T = Ma \quad (3 \text{ поена}), \quad T - F_{t_2} - F_a = ma \quad (3 \text{ поена}),$$

при чему је T сила затезања нити. На основу слике за поједине компоненте сила имамо: $F_A = F_N = \frac{\sqrt{2}}{2} Mg$ (2 поена), $F_a = F_n = \frac{\sqrt{2}}{2} mg$ (2 поена), а одговарајуће силе трења биће: $F_{t_1} = \mu_1(F_N + F_n)$ (2 поена), $F_{t_2} = \mu_2 F_n = 2\mu_1 F_n$ (2 поена). Елиминисањем силе затезања из једначина кретања добијамо $F_A - F_{t_1} - 2F_{t_2} - F_a = (M + m)a$ (3 поена), а одатле је тражено убрзање:

$$a = \frac{\sqrt{2} M - m - \mu_1(M + m) - 2\mu_2 m}{2} g = 2,1 \text{ m/s}^2 \quad (3 \text{ поена}).$$

5. На хоризонталном делу пута ослобођена енергија мотора троши се једино на савлађивање силе отпора при кретању аутомобила (отпор ваздуха, трење у осовинама точкова итд). Ако означимо резултујућу силу отпора са F , а потрошњу бензина на хоризонталном делу пута са k_1 , онда можемо да пишемо: $k_1 q \eta = F \ell$ (6 поена). Пошто при кретању аутомобила узбрдо брзина остаје иста, сила отпора F се неће променити. Али сада део енергије се троши на повећању потенцијалне енергије аутомобила и закон одржања енергије може да се напише: $k_2 q \eta = F \ell + Mghn$ (8 поена), где је k_2 потрошња бензина на узбрдици, а $n = 100$ и односи се на број километара пређеног пута (на сваком километру потенцијална енергија порасте за Mgh). На основу претходних једначина добијамо

$$k_2 - k_1 = \frac{Mghn}{q\eta} = 2,2 \text{ kg} \quad (6 \text{ поена}).$$