ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2022/2023. ГОДИНЕ.

I РАЗРЕД

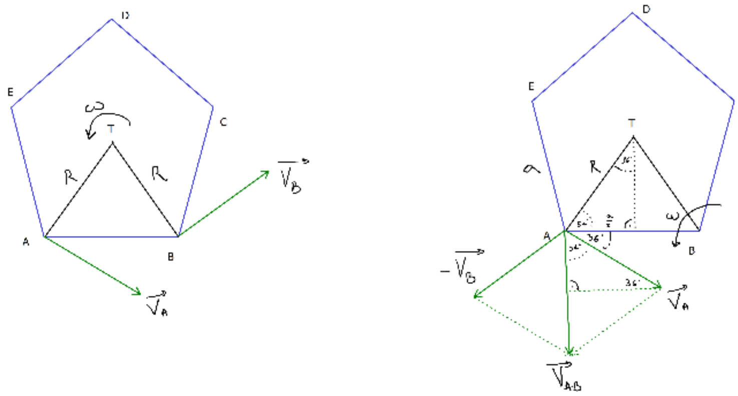
Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

ОПШТИНСКИ НИВО
04.02.2023.

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

1. Нека је лопта бачена брзином $\overrightarrow{v_l}$ чије су хоризонтална компонента v_{lx} и вертикална компонента v_{ly}. Јанко је на растојању d од Мирка, а дужина терена је D. Пошто је Јанко лопту ухватио тачно испод коша, прешао је пут $D-d$ за време лета лоптекоје износи $t=\frac{D-d}{v_0}=2.4\ s$**[3п]**. Дуж x осе лопта се кретала константном брзином $v_{lx}=\frac{D}{t}=11.67\ \frac{m}{s}$**[4п]**. Дуж y осе лопта се кретала равномерно успорено до заустављања, а затим равномерно убрзанодок се поново није нашла на истој висини са које је бачена. Времена потребна да се лопта заустави (t') и да се врати на почетну висину (t'') су једнака што значи да је $t'=t''=\frac{t}{2}=1.2\ s$**[6п]**. Из услова заустављања лопте $0=v_{ly}-gt'$**[3п]**добијамо тражену вертикалну компоненту брзине $v_{ly}=\frac{g(D-d)}{2v_0}=12\ \frac{m}{s}$**[2п]**. Брзина којом је Мирко бацио лопту је $v_l=\sqrt{v_{lx}^2+v_{ly}^2}=\sqrt{\frac{g^2(D-d)^2}{4v_0^2}+\frac{D^2v_0^2}{(D-d)^2}}=16.74\ \frac{m}{s}$**[1п+1п]**.

2. **Прво решење:** Темена A и B се налазе на једнаком растојању R од тежишта T.У референтном систему у коме тачка T мирује, брзине темена A и B су једнаке и износе $v_A=v_B=\omega\cdot R$**[4п]**. Важно је уочити да је један од углова који вектор брзине гради са страницом у истом темену једнак $36°$**[2п]**. Обележимо брзину темена A у односу на референтни систем везан за теме B са $\overrightarrow{v_{AB}}$. Веза између брзина у ова два референтна система је $\overrightarrow{v_A}=\overrightarrow{v_{AB}}+\overrightarrow{v_B}$ односно $\overrightarrow{v_{AB}}=\overrightarrow{v_A}-\overrightarrow{v_B}$**[2п]**. У паралелограму који образују вектори $\overrightarrow{v_A}$и $-\overrightarrow{v_B}$можемо уочити да је угао између вектора брзине и дуже дијагонало једнак $54°$**[2п]**. На основу сличности троуглова видимо да важи однос $\frac{\frac{a}{2}}{R}=\frac{\frac{v_{AB}}{2}}{v_A}$**[7п]**одакле следи тражена брзина $v_{AB}=\omega\cdot a$**[1п]**.



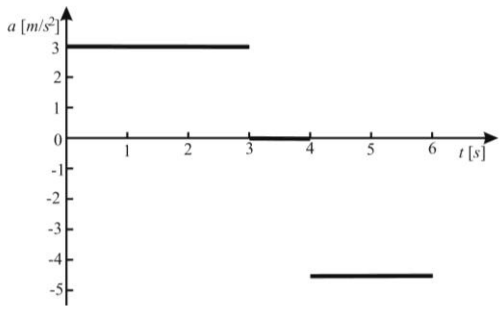
Слика уз решење задатка 2.

Друго решење: Гледан из система везаног за теме B, тежиште T око темена B ротира константном угаоном брзином ω**[5п]**. Истом угаоном брзином ротира и теме A које се налази на растојању a од темена B. Због тога је тражена брзина $v_{AB}=\omega\cdot a$**[13п]**.

Напомена: правилно скициран вектор са јасно назначеним углом у односу на страницу носи **[2п].**

3. Уколико је брзина чамца у односу на реку v, а брзина реке u онда је брзина чамца у односу на обалу, када се креће низводно $v_n'=v+u$**[1п]**, а када се креће узводно $v_u'=v-u$**[1п]**. Најлакше је прећи у референтни систем везан за брод A, који се у односу на обалу креће брзином v_A. Тада су брзине чамца у односу на брод Aпри кретању низводно $v_n=v+u-v_A$**[2п]**, а при кретању узводно $v_u=v+u+v_A$**[2п]**. За време t_1 чамац стигне од брода Aдо брода B, чије је почетно растојање d и при томе важи $(v_n-v_0)t_1=d(1)$**[2п]** и$d_1=d+v_0t_1$ (2)**[2п]**, где је d_1 растојање између бродова у тренутку када је чамац стигао до брода B. За време t_2 чамац се врати до брода А и при томе важи $v_ut_2=d_1$ (3)**[2п]**и $d_2=d_1+v_0t_2$ (4)**[2п]**. Комбинујући једначине (2) и (4), уз услове дате у задатку да је $d_2=nd$ и $t_2=nt_1$**[1п]**добија се $(n-1)d=(n+1)v_0t_1$ (5). Уз исте услове једначине (1) и (3) постају $(v+u-v_A)t_1=d+v_0t_1(6)$ и $n\cdot(v-u+v_A)t_1=d+v_0t_1$ (7). Множећи једначину (6) са n, сабирајући са (7) и мењајући време t_1 из једначине (5) долазимо до тражене брзине $v=v_0\frac{n+1}{n-1}$**[5п]**.

4. Тражени интервал обухвата три дела пута. У интервалу времена $(2s, 3s)$ тело се кретало равномерно убрзано са почетном брзином $v_1 = 6\frac{m}{s}$ током времена $\Delta t_1 = 3s - 2s = 1s$.и променило је брзину за $\Delta v_1 = 9\frac{m}{s} - 6\frac{m}{s} = 3\frac{m}{s}$. Убрзање на првом делу пута је $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 3\ \frac{m}{s^2}$**[2п]**, а пређени пут $s_1 = v_1 \Delta t_1 + \frac{a_1(\Delta t_1)^2}{2} = 7.5m$**[2п]**. У интервалу времена $(3s, 4s)$ тело се кретало са константном брзином $v_2 = 9\frac{m}{s}$ током времена $\Delta t_2 = 4s - 3s = 1s$. Како нема промене брзине $\Delta v_2 = 0$ нема ни убрзања на другом делу пута$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_1} = 0$**[2п]**, а пређени пут је $s_2 = v_2 \Delta t_2 = 9m$**[2п]**. У интервалу времена $(4s, 5s)$ тело је успоравало са почетном брзином $v_3 = 9\frac{m}{s}$током времена $\Delta t_3 = 5s - 4s = 1s$ променивши брзину за $\Delta v_3 = 4.5\frac{m}{s} - 9\frac{m}{s} = -4.5\frac{m}{s}$. Убрзање на трећем делу пута је $a_3 = \frac{\Delta v_3}{\Delta t_3} = -4.5\ \frac{m}{s^2}$**[2п]**, а пређени пут је $s_3 = v_3 \Delta t_3 + \frac{a_3(\Delta t_3)^2}{2} = 6.75m$**[2п]**. Средња брзина је укупни пређени пут $s_u = s_1 + s_2 + s_3 = 23.25m$подељен укупним протеклим временом $\Delta t_u = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 = 3s$односно $v_{sr} = \frac{s_u}{\Delta t_u} = 7.75\frac{m}{s}$**[2п]**. Средње убрзање је укупна промена брзине $\Delta v_u = \Delta v_1 + \Delta v_2 + \Delta v_3 = -1.5\frac{m}{s}$ подељена укупним протеклим временом Δt_uи износи $a_{sr} = \frac{\Delta v_u}{\Delta t_u} = -0.5\frac{m}{s^2}$**[2п+1п]**(1 поен који се односи на средње убрзање носи чињеница да тело просечно успорава). Напомена: исправно нацртан график носи **[3п].**



5. Петрова угаона брзина је константна и износи $\omega_1 = \frac{v_1}{R_1}$, а време потребно да изађе из кривине је $t_1 = \frac{\pi}{2\omega_1} = \frac{\pi R_1}{2v_1}$ (1)**[1п]**. Исто је време потребно Маши да изађе из кривине равномерно убрзавајући угаоним убрзањем α, са почетном брзином ω_{20} те важи $\omega_{20} t_1 + \frac{\alpha t_1^2}{2} = \frac{\pi}{2}$ (2)**[2п]**. До тренутка t_2, када је Маша стигла до половине кривине, пребрисала је угао $\frac{\pi}{4} = \omega_{20} t_2 + \frac{\alpha t_2^2}{2}$**[2п]**, а угаона брзина јој је износила $\omega_2 = \omega_{20} + \alpha t_2$**[2п]**. Комбинујући ове две релације долази се до познате релације $\omega_2^2 - \omega_{20}^2 = 2 \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{4}$ (3). Како је угао између вектора укупног убрзања и вектора брзине исти као и угао између вектора укупног и тангенцијалног убрзања јасно је да је однос дат у задатку управо $\tan 72.33° = \frac{a_n}{a_t}$односно да важи $\omega_2^2 = \alpha\pi$ (4)**[5п]**. Једначине (3) и (4) доводе до релације $\omega_{20}^2 = \frac{\alpha\pi}{2}$(5). Једначине (1), (2) і (5) доводе до квадратне једначине поαкоја гласи $\alpha^2 - \alpha \cdot \frac{16v_1^2}{\pi R_1^2} + \frac{16v_1^4}{\pi^2 R_1^4} = 0$**[5п]**уз услов$\alpha \cdot \pi R_1^2 < 4v_1^2$ (*)**[1п]**. Решења ове једначине су $\alpha_{1,2} = (2 \pm \sqrt{3}) \cdot \frac{4v_1^2}{\pi R_1^2}$**[1п]**.Физичко решење је $\alpha = (2 - \sqrt{3}) \cdot \frac{4v_1^2}{\pi R_1^2}$**[1п]**, задовољава услов (*). Напомена: једначина се врло лако може напаковати на облик $(2\alpha - \frac{4v_1^2}{\pi R_1^2})^2 - 3\alpha^2 = 0$одакле следе пронађена решења.

Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!