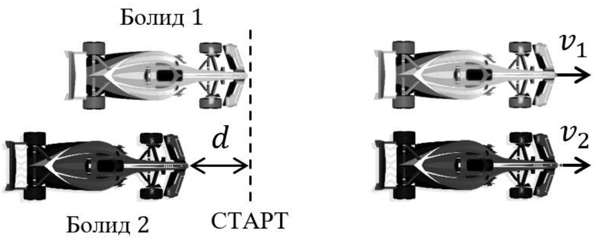
31. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (25. април 2026)

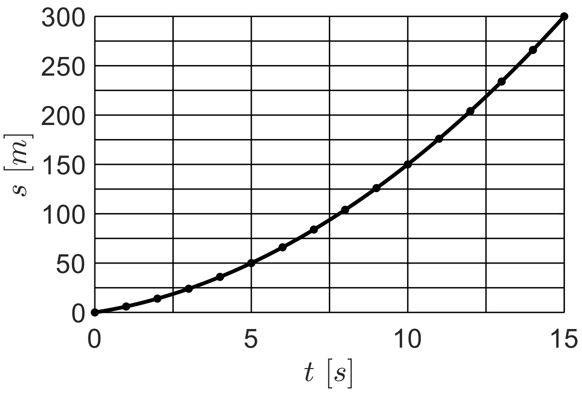
VIII РАЗРЕД

1. На слици 1. је приказан почетак трке *Формуле 1*. Болид 1 и Болид 2 су на стартној линији распоређени тако да је њихово међусобно хоризонтално растојање d. У тренутку старта трке Болид 2 креће одмах, а због проблема са квачилом, Болид 1 започиње трку са кашњењем од $\Delta t = 265\ \mathrm{ms}$. Након времена $t = 2{,}6\ \mathrm{s}$, мјерено од старта трке, Болид 2 сустиже Болид 1. У том тренутку њихове брзине кретања износе: $v_1 = 168\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ и $v_2 = 173\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Израчунати: (а) убрзања болида a_1 и a_2, (б) путеве које болиди пређу до тренутка сустизања s_1 и s_2 и (в) почетно растојање између болида d.



Слика 1.

2. Тијело се креће равномјерно убрзано по праволинијској путањи током времена од $15\ \mathrm{s}$. График зависности пређеног пута овог тијела од времена је приказан на слици 2. Користећи податке са графика, одредити:
(а) укупан пређени пут тијела s
(б) убрзање тијела a,
(в) почетну брзину кретања v_0
(г) највећу брзину кретања тијела $v_{\max}$

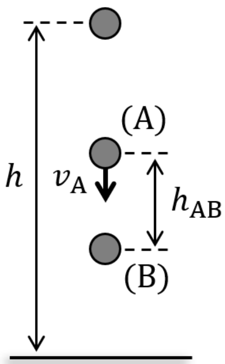


Слика 2.

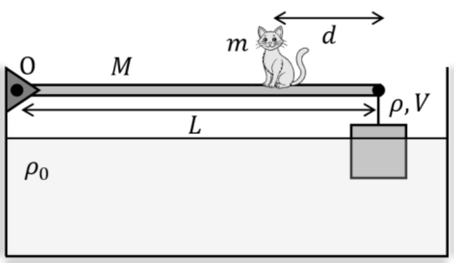
3. Тијело слободно пада са висине $h = 50\ \mathrm{m}$ и у тачки A има брзину од $v_{\mathrm{A}} = 20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (слика 3). (а) Колику ће брзину имати у тачки B која се налази $h_{\mathrm{AB}} = 15\ \mathrm{m}$ испод тачке A? (б) За које вријеме тијело прелази растојање између тачака A и B. (в) Колико је укупно вријеме кретања тијела t_{u}?

4. На слици 4. је приказана танка, хомогена греда масе $M = 12\ \mathrm{kg}$ и дужине $L = 2\ \mathrm{m}$. Греда је на једном крају ротационим зглобом учвршћена за вертикални зид, а на другом крају је чврсто везана за коцку од плута запремине $V = 15\ \mathrm{dm}^3$. На растојању d од десног краја греде сједи мачка масе $m = 4\ \mathrm{kg}$. Греда мирује у хоризонталном положају, а 80% запремине коцке је потопљено у воду. Густина плута је једнака $\rho = 200\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, а густина воде је $\rho_0 = 1\,000\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Израчунати: (а) растојање d на ком се налази мачка и (б) силу F којом греда дјелује на ротациони зглоб O.

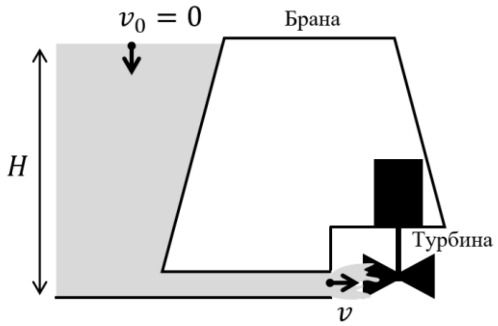
5. На лопатице турбине у хидроелектрани за $t = 1\ \mathrm{s}$, падне $V = 4\ \mathrm{m}^3$ воде са висине $H = 20\ \mathrm{m}$ (слика 5). (а) Коликом снагом P вода окреће турбину? (б) Којом брзином v вода удара у лопатице турбине ако се ниво воде у акумулационом језеру не мијења. Густина воде је $\rho = 1\,000\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.



Слика 3.



Слика 4.



Слика 5.

Напомена: у рјешавању задатака користити: $g = 9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

Задатке припремио: *Борис Баришић*
Рецензент: *Милко Бабић*

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА VIII РАЗРЕД

1. $\Delta t = 265\ \mathrm{ms}, t = 2{,}6\ \mathrm{s}, v_1 = 168\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 46{,}7\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, v_2 = 173\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 48{,}1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, a_1, a_2, s_1, s_2, d = ?$

Болид 2 креће одмах на почетку трке и његово вријеме кретања до сусрета је $t_2 = t$ (1), а Болид 1 започиње трку са кашњењем па је његово вријеме кретања $t_1 = t - \Delta t$ (2).

(а) Убрзање Болида 1 је: $a_1 = \frac{v_1}{t_1}$, што уз (2) даје: $a_1 = \frac{v_1}{t - \Delta t}$ (3), односно: $a_1 = 20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, а убрзање Болида 2 је: $a_2 = \frac{v_2}{t_2}$, што уз (1) даје: $a_2 = \frac{v_2}{t}$ (4), односно: $a_2 = 18{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

(б) Пут који пређе Болид 1 је: $s_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2}$, што уз (2) и (3) даје: $s_1 = \frac{v_1 (t - \Delta t)}{2}$, тј. $s_1 = 54{,}5\ \mathrm{m}$, а пут који пређе Болид 2 је: $s_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$, што уз (1) и (4) даје: $s_2 = \frac{v_2 t}{2}$, тј. $s_2 = 62{,}5\ \mathrm{m}$.

(в) Почетно растојање између болида је $d = s_2 - s_1$, односно: $d = 8\ \mathrm{m}$.

2. $t = 15\ \mathrm{s}, s = ?, a = ?, v_0 = ?, v_{\max} = ?$

(а) Са графика видимо да је пут који тијело пређе за $t = 15\ \mathrm{s}$ једнак: $s = 300\ \mathrm{m}$.

Нека тијело за неко вријеме t_1 пређе пут s_1, а за вријеме t_2 пут s_2. Тада важи: $s_1 = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$ (1) и $s_2 = v_0 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$ (2). Из једначине (1) добијамо да је $v_0 = \frac{2 s_1 - a t_1^2}{2 t_1}$ (3). Замјеном (3) у (2) добијамо да је убрзање тијела: $a = \frac{2(t_1 s_2 - t_2 s_1)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)}$ (4). Замјеном (4) у (3) добијамо да је почетна брзина кретања тијела једнака: $v_0 = \frac{s_1 t_2^2 - s_2 t_1^2}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)}$ (5). t_1 и t_2 могу бити произвољни временски трнуци са графика за које је могуће јасно очитати пређени пут тијела s_1 и s_2. На примјер нека је $t_1 = 5\ \mathrm{s} \rightarrow s_1 = 50\ \mathrm{m}$ и $t_2 = 10\ \mathrm{s} \rightarrow s_2 = 150\ \mathrm{m}$.

(б) Замјеном бројних вриједности у израз (4) добијамо да је убрзање једнако: $a = 2\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

(в) Замјеном бројних вриједности у израз (5) добијамо да је почетна брзина једнака: $v_0 = 5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

(г) Како се тијело креће равномјерно убрзано, онда највећу брзину има на крају кретања и она је једнака: $v_{\max} = v_0 + a t$, односно: $v_{\max} = 35\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

3. $h = 50\ \mathrm{m}, v_\mathrm{A} = 20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, h_\mathrm{AB} = 15\ \mathrm{m}, v_\mathrm{B} = ?, t_\mathrm{AB} = ?, t_\mathrm{u} = ?$

(а) Ако тијело слободно пада до тачке А важи: $v_\mathrm{A} = g t_\mathrm{A}$, одакле је $t_\mathrm{A} = \frac{v_\mathrm{A}}{g}$, односно $t_\mathrm{A} = 2{,}04\ \mathrm{s}$. Онда је пређени пут тијела до тачке А: $h_\mathrm{A} = \frac{g t_\mathrm{A}^2}{2}$, односно: $h_\mathrm{A} = 20{,}41\ \mathrm{m}$. Исто тако за слободан пад од почетне позиције до тачке В мора да важи: $v_\mathrm{B} = g t_\mathrm{B}$ (1) и $h_\mathrm{B} = \frac{g t_\mathrm{B}^2}{2}$ (2), гдје је $h_\mathrm{B} = h_\mathrm{A} + h_\mathrm{AB}$ (3). Замјеном (1) у (2) и на основу (3) добијамо да је брзина тијела у тачки В једнака: $v_\mathrm{B} = \sqrt{2g(h_\mathrm{A} + h_\mathrm{AB})}$, односно: $v_\mathrm{B} = 26{,}36\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

(б) Вријеме кретања до тачке В је на основу (1): $t_\mathrm{B} = \frac{v_\mathrm{B}}{g}$, односно: $t_\mathrm{B} = 2{,}69\ \mathrm{s}$. Онда је вријеме кретања од А до В једнако: $t_\mathrm{AB} = t_\mathrm{B} - t_\mathrm{A}$, односно: $t_\mathrm{AB} = 0{,}65\ \mathrm{s}$.

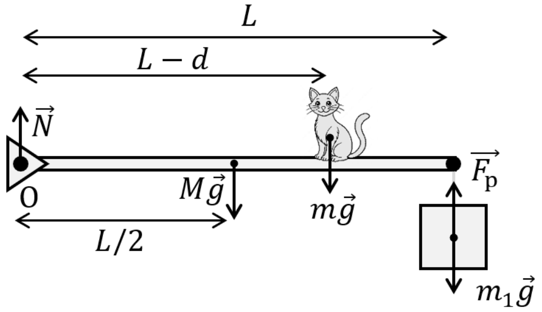
(в) Укупан пређени пут тијела је $h = \frac{g t_\mathrm{u}^2}{2}$, одакле је укупно вријеме кретања једнако: $t_\mathrm{u} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, односно након замјене бројних вриједности: $t_\mathrm{u} = 3{,}19\ \mathrm{s}$.

4. $M = 12\ \mathrm{kg}, L = 2\ \mathrm{m}, V = 15\ \mathrm{dm}^3, m = 4\ \mathrm{kg}, \rho = 200\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}, \rho_0 = 1\,000\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}, d = ?, F = ?$

(а) Маса коцке је $m_1 = \rho V$ (1) и на њу дјелује сила потиска једнака $F_\mathrm{p} = \rho_0 0{,}8 V g$ (2) јер је 80% запремине коцке потопљено у воду.

Услов равнотеже момената у односу на тачку O гласи: $Mg\frac{L}{2} + mg(L-d) + m_1 g L = F_\mathrm{p} L$ (3) . Замјеном (1) и (2) у (3) добијамо: $d = \frac{L}{m}\left[\frac{M}{2} + m + V(\rho - 0{,}8\rho_0)\right]$, односно након замјене бројних вриједности: $d = 0{,}5\ \mathrm{m}$.

(б) Према Трећем Њутновом закону сила којом греда дјелује на ослонац је једнака сили реакције ослонца: $F = N$ (4). Како силе дјелују само по вертикалном правцу, мора да важи: $N + F_\mathrm{p} = Mg + mg + m_1 g$ (5). Замјеном (1), (2) и (4) у (5) добијамо: $F = [M + m + V(\rho - 0{,}8\rho_0)]g$, односно: $F = 68{,}7\ \mathrm{N}$.



Слика 1.

5. $t = 1\ \mathrm{s}, V = 4\ \mathrm{m}^3, H = 20\ \mathrm{m}, \rho = 1\,000\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}, P = ?, v = ?$

(а) При паду воде рад врши сила Земљине теже: $A = mgH$ (1). Маса воде је $m = \rho V$ (2). Снага којом вода окреће турбину је $P = \frac{A}{t}$ (3). Замјеном (1) у (3) и на основу (2) добијамо: $P = \frac{\rho V g H}{t}$, односно: $P = 784{,}8\ \mathrm{kW} \approx 785\ \mathrm{kW}$.

(б) Количина воде масе m се са површине језера спушта до турбине. У почетном положају она посједује само потенцијалну енергију па је њена механичка енергија једнака: $E_1 = mgH$. При удару у лопатице турбине вода посједује само кинетичку енергију па је њена механичка енергија: $E_2 = \frac{1}{2}mv^2$. На осону ЗОЕ мора да важи: $E_1 = E_2$, што даје: $v = \sqrt{2gH}$, односно: $v = 19{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.