

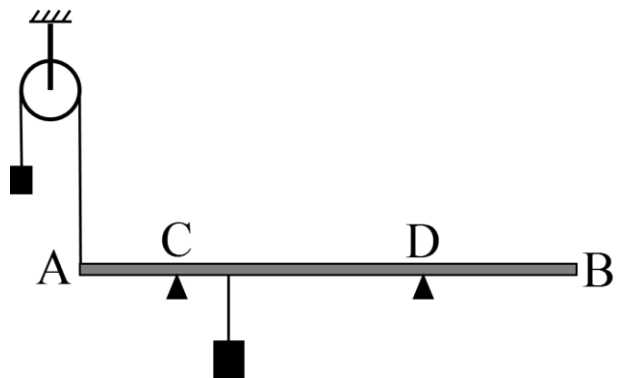


VII
РАЗРЕД

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

ОКРУЖНИ НИВО
14.03.2020.

1. Акваријум облика шупљег квадра отвореног са горње стране има основу у облику правоугаоника страница $a = 22\text{ cm}$ и $b = 27\text{ cm}$, и висок је $c = 32\text{ cm}$. Дебљине вертикалних зидова и дна акваријума су $d = 1\text{ cm}$ и $e = 2\text{ cm}$, по реду. Густина стакла од којег је направљен акваријум износи $\rho = 2400\text{ kg/m}^3$. Одредити однос притисака којим акваријум делује на хоризонталну подлогу када је постављен нормално и када је изврнут тако да је отвором постављен на подлогу.
2. Хомогена греда АВ, дужине $l = 10\text{ m}$ и тежине $Q_1 = 200\text{ kN}$ ослоњена је у тачкама С и D, слика 1. Растојање ослонца С од краја А греде износи $l_1 = 2\text{ m}$, док је растојање ослонца D од краја В греде $l_2 = 3\text{ m}$. На растојању $l_3 = 3\text{ m}$ од краја А греде окачен је неистегљивим ужетом терет тежине $Q_2 = 800\text{ kN}$. За крај А греде везано је неистегљиво уже које је пребачено преко котура и затегнуто теретом тежине $Q_3 = 300\text{ kN}$. Одредити силе којима греда делује на ослонце С и D.
3. У почетном тренутку из места А ка месту В почиње да се креће мотор равномерно убрзано, без почетне брзине, убрзањем $a_1 = 0,16\text{ m/s}^2$. Након $\Delta t = 10\text{ s}$ од поласка мотора, из места В почиње да се креће бицикл равномерно убрзано, без почетне брзине, убрзањем $a_2 = 0,11\text{ m/s}^2$ ка месту А дуж истог пута. Места А и В се налазе на међусобном растојању $s = 200\text{ m}$. Одредити после ког времена од поласка мотора ће брзина бицикла бити двапут мања од брзине мотора. Колико ће тада износити брзине мотора и бицикла, и колико ће тада износити растојање између њих?
4. Милан је бацио бејзбол лоптицу са површине земље вертикално навише почетном брзином $v_0 = 15\text{ m/s}$. Колико износи максимална висина коју ће достићи лоптица? На којој висини од тла бејзбол лоптица има брзину троструко мању од брзине којом удара у тло? Колики пут лоптица прелази у последњој секунди падања?
5. Тело масе $m = 1,5\text{ kg}$ мировало је првих $t_1 = 30\text{ s}$, затим се $t_2 = 120\text{ s}$ кретало равномерно убрзано убрзањем $a_2 = 1\text{ m/s}^2$, а потом се $t_3 = 45\text{ s}$ кретало равномерно, и последњих $t_4 = 60\text{ s}$ равномерно успорено до заустављања. Нацртати графике зависности брзине тела, убрзања тела и силе која делује на тело од времена.



Слика 1

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: Марко Милошевић и доц. др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац

Рецензент: Проф. др Иван Манчев, ПМФ Ниш

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

Свим такмичарима желимо успешан рад!



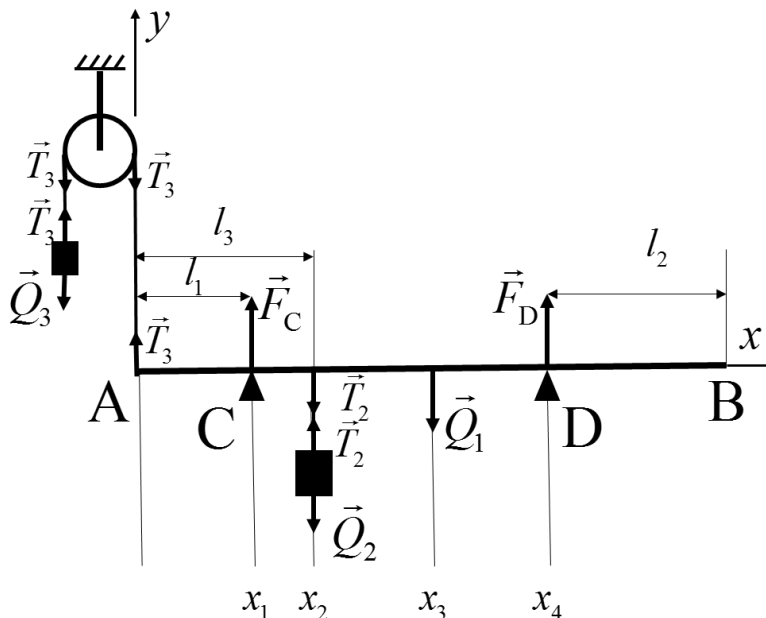
VII
РАЗРЕД

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

ОКРУЖНИ НИВО
14.03.2020.

1. Запремина стакла од којег је направљен акваријум износи $V = abc - (a - 2d)(b - 2d)(c - e) \approx 4,008 \text{ dm}^3$ [5п]. Тежину акваријума означимо са Q , и она износи $Q = mg = \rho Vg \approx 94,4 \text{ N}$ [4п]. Притисак којим акваријум делује на хоризонталну површину када је постављен нормално износи $p_1 = Q / ab \approx 1589 \text{ Pa}$ [4п]. Притисак којим акваријум делује на хоризонталну површину када је изврнут на отвор износи $p_2 = Q / (ab - (a - 2d)(b - 2d)) \approx 10\,043 \text{ Pa}$ [5п]. Тражени однос притисака износи $p_1 / p_2 \approx 0,16$ [1+1].

2. Како се систем не креће сума свих сила мора бити једнака нули: $T_3 + F_C - T_2 - Q_1 + F_D = 0$ [5п]. Како је уже којем су тегови окачени неистегљиво, важи да је $T_3 = Q_3$ [1п] и $T_2 = Q_2$ [1п]. Једначина равнотеже сада гласи $Q_3 + F_C - Q_2 - Q_1 + F_D = 0$ [1п]. Да би систем био у равнотежи сума свих момената сила у односу на одређену тачку ослоња мора бити једнака нули. Са слике је $F_C x_1 - Q_2 x_2 - Q_1 x_3 + F_D x_4 = 0$ [5п] у односу на тачку А, где су $x_1 = l_1 = 2 \text{ m}$ [0,5п], $x_2 = l_3 = 3 \text{ m}$ [0,5п], $x_3 = l / 2 = 5 \text{ m}$ [0,5п] и $x_4 = l - l_2 = 7 \text{ m}$ [0,5п]. Сређивањем једначина добија се $F_C = Q_1 + Q_2 - Q_3 - F_D$ [1п] и $F_D = \frac{x_2 Q_2 + x_3 Q_1 - x_1 (Q_1 + Q_2 - Q_3)}{x_4 - x_1} = 400 \text{ kN}$ [2+1п]. Замењујући вредност F_D у израз за F_C добија се $F_C = 300 \text{ kN}$ [1п].



3. Брзине мотора и бицикла у току времена мењају се по формулама $v_1 = a_1 t$ [3] и $v_2 = a_2 (t - \Delta t)$ [3], респективно. Из услова $v_1 / v_2 = 2$ добија се израз за временски тренутак t када је брзина бицикла два пута мања од брзине мотора $t = 2a_2 \Delta t / (2a_2 - a_1) \approx 36,7 \text{ s}$ [5+1п]. Заменом датих вредности за $a_1, a_2, \Delta t$ и добијене вредности за t у прва два израза добијају се вредности брзина мотора и бицикла у тренутку t $v_1 \approx 5,86 \text{ m/s}$ [1п] и $v_2 \approx 2,93 \text{ m/s}$ [1п]. Означимо са d растојање између мотора и бицикла у тренутку t , и то растојање износи $d = s - (a_1 t^2 / 2) - (a_2 (t - \Delta t)^2 / 2) \approx 53 \text{ m}$ [5+1п].

4. Лоптица бачена са тла вертикално навише у највишој тачки се зауставља, тј. $v = 0 \text{ m/s}$ и максимална висина коју може достићи лоптица може се одредити из релације $v_0^2 = 2gH$ [2п], одакле је



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2019/2020. ГОДИНЕ.



$H = v_0^2 / 2g \approx 11,47 \text{ m}$ [1+1п]. После стицања у највишу тачку лоптица почиње слободно да пада, и до пада на тло лоптица пређе пут $s = H$ [1п], а до висине h од тла пређе пут $s = H - h$ [1п]. Применом једначине за слободан пад $v^2 = 2gs$ [2п] добијају се изрази за брзине лоптице приликом удара у тло и на висини h $v_{\text{max}}^2 = 2gH$ [1п] и $v^2 = 2g(H - h)$ [1п], респективно. Применом услова задатка да је $v = v_{\text{max}} / 3$, тј. $v^2 = v_{\text{max}}^2 / 9$ [1п], добија се релација $2g(H - h) = 2gH / 9$ [2п]. Из последње релације добија се да је на висини $h = 8H / 9 \approx 10,2 \text{ m}$ брзина лоптице три пута мања од брзине којом она удара у тло. За одређивање времена падања лоптице t_p користимо формулу $H = gt_p^2 / 2$ [2п], из које се добија $t_p = \sqrt{2H / g} \approx 1,53 \text{ s}$ [1+1п]. Почетна брзина у последњој секунди падања је одређена изразом $v_0 = g(t_p - \Delta t)$ [1п], где је $\Delta t = 1 \text{ s}$. Пут који лоптица прелази у последњој секунди падања одређен је једначином $s = v_0 \Delta t + g \Delta t^2 / 2 = g(t_p - \Delta t) \Delta t + g \Delta t^2 / 2 \approx 10,10 \text{ m}$ [1+1п].

5. Током првих 30 секунди тело је мировало, па је убрзање тела било једнако нули [1п], и на њега није деловала никаква сила [1п]. Током наредних $t_2 = 120 \text{ s}$ тело се кретало равномерно убрзано, убрзањем $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$, а њега је деловала сила $F_2 = ma_2 = 1,5 \text{ N}$ [1+1п], и достигло је било брзину $v_{\text{max}} = a_2 t_2 = 120 \text{ m/s}$ [1+1п]. Пошто се наредних 45 секунди тело кретало равномерно, убрзање му је било нула [1п], и на њега није деловала никаква сила [1п]. Последњих $t_4 = 60 \text{ s}$ тело се кретало равномерно успорено, успорењем $a_4 = -v_{\text{max}} / t_4 = -2 \text{ m/s}^2$ [1+1п], а њега је деловала сила $F_4 = ma_4 = -3 \text{ N}$ [1+1п].

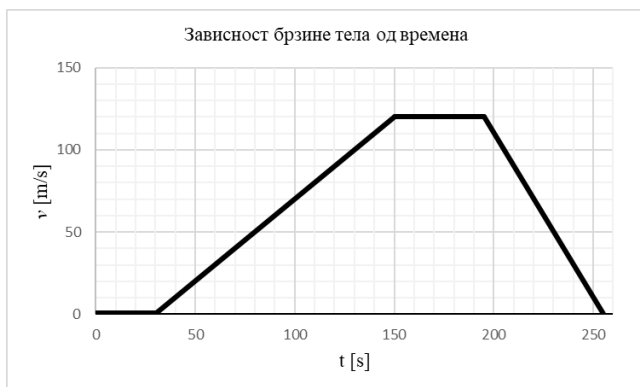


График зависности брзине од времена [2п]

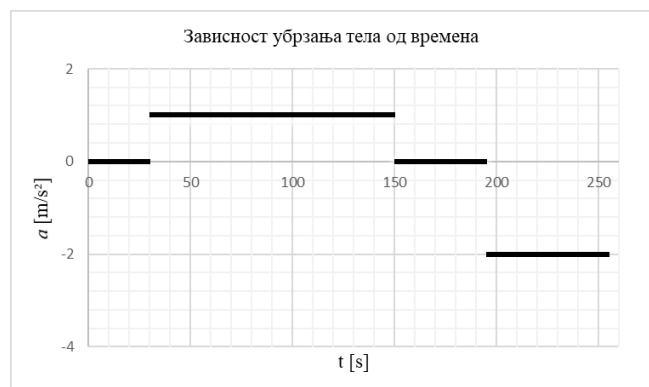


График зависности убрзања од времена [3п]





**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2019/2020. ГОДИНЕ.**



График зависности силе од времена [3п]