ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.

VII
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОКРУЖНИ НИВО
10.03.2024.

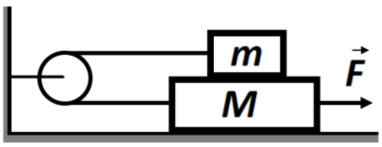
$\boxed{1.}$ Тело је бачено вертикално навише са висине H = 10 m почетном брзином $v_0 = 4\ \frac{\mathrm{m}}{s}$. Колика је брзина тела приликом удара о Земљу? Са које висине би требало бацити тело вертикално навише истом почетном брзином да би, приликом удара о Земљу, имало дупло већу брзину у односу на први случај?

$\boxed{2.}$ Атлетска стаза је кружног облика, дужине O = 400 m. Марина је кренула да трчи са стартне линије равномерно убрзано и након времена t_1 = 10 s достигла жељену брзину v_1 = 3,6 m/s, којом надаље трчи. Ненад са стартне линије креће Δt = 240 s након Марине, крећући се константном брзином v_2 = 4,2 m/s. Након колико времена од почетка Марининог кретања ће Ненад стићи Марину?

$\boxed{3.}$ На хоризонталном столу лежи тело масе M = 1 kg, а на њему друго тело масе m = 0,5 kg. Тела су повезана помоћу лаке, неистегљиве нити пребачене преко котура занемарљиве масе (слика 1). На доње тело делује хоризонтална сила F = 12 N. Одредити убрзање којим се доње тело удаљава од котура. Коефицијент трења између тела износи μ = 0,2, док је коефицијент трења између доњег тела и подлоге занемарљив.

$\boxed{4.}$ Два идентична тела истовремено се пусте са висине H = 2 m, прво тело слободно пада, док се друго спушта низ непокретну стрму раван нагибног угла 30°, при чему је коефицијент трења између тела и подлоге занемарљив. Наћи однос пређених путева првог и другог тела у последњих Δt =0,5 s њихових кретања.

$\boxed{5.}$ О десни крај полуге помоћу лаке неистегиве нити окачено је стаклено тело облика коцке, странице a = 30 cm, при чему је половина коцке потопљена у посуду са водом. О леви крај полуге помоћу лаке неистегљиве нити окачена је канта масе m = 50 kg. Ослонац се налази на средини полуге. Када је полуга у равнотежи, у канти се налази 5 куглица, једнаких маса, m_k. Када се посуда са водом уклони, да би полуга остала уравнотежена, у канту се додаје максималан могућ број куглица са којим се може постићи равнотежа, а затим се, до тренутка успостављања равнотеже, у канту сипа потребна количина воде. Колико куглица масе m_k се налази у канти у случају када посуда са водом није присутна у систему? Колика је маса воде коју је потребно сипати у канту? Густина стакла је ρ_S = 2400 kg/m^3, густина воде ρ_V = 1000 kg/m^3.



Слика 1

Узети да је g = 9,81 m/s^2.

Сваки задатак носи 20 поена.
Задатке припремила: др Нора Тркља Боца, Физички факултет, Београд
Рецензент: Проф. др Иван Манчев, ПМФ, Ниш
Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.

VII РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
РЕШЕЊА

ОКРУЖНИ НИВО
10.03.2024.

1. **1. начин:** Када се тело врати на висину H имаће исти интензитет брзине којом је бачено вертикално навише, па се проблем може посматрати као хитац наниже са почетном брзином v_0 **[5п]**. Брзина тела приликом удара о Земљу добија се из израза: $v^2 = v_0^2 + 2gH$, тј. $v = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$ **[6п]**, па је $v \approx 14{,}57\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ **[1п]**. Висина са које би требало бацити тело у другом случају добија се из једначине ${v_1}^2 = v_{01}^2 + 2gH_\mathrm{x}$ **[3п]**, тј. $4v^2 = v_0^2 + 2gH_\mathrm{x}$ **[2п]**, па је $H_\mathrm{x} = \frac{3v_0^2}{2g} + 4H \approx 42{,}4\ \mathrm{m}$ **[2+1п]**.

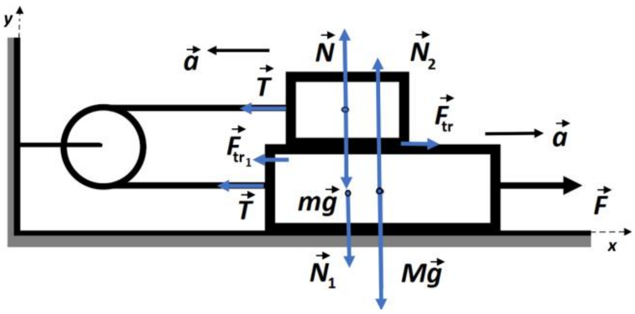
2. начин: Када тело пада стигне у најавишу тачку, брзина тела је нула, па важи: $0 = v_0^2 - 2gh_\mathrm{max}$, па је $h_\mathrm{max} = \frac{v_0^2}{2g}$ **[4п].** После тога тело слободно пада, прелазећи пут $s = h_\mathrm{max} + H$ **[3п]**. Брзина тела приликом удара о Земљу добија се из израза: $v^2 = 0 + 2gs$, тј. $v = \sqrt{2gs} = \sqrt{2g(h_\mathrm{max} + H)} = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$ **[4п]**, па је $v \approx 14{,}57\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ **[1п]**. Максимална висина у односу на Земљу коју мора достићи тело да би му брзина приликом удара о Земљу била дупло већа него у првом случају добија се из једначине: $v_1^2 = 0 + 2gH_2 = 2gH_2 = (2v)^2 = 4v^2$ [**4**п], па је $H_2 = \frac{2(v_0^2+2gH)}{g} = \frac{2v_0^2}{g} + 4H$ **[2п]**. Висина са које би требало бацити тело у другом случају је $H_\mathrm{x} = H_2 - h_\mathrm{max} \approx 42{,}4\ \mathrm{m}$ **[1+1п]**.

2. Током првих $t_1 = 10$ s Марина се креће равномерно убрзано убрзањем $a_1 = \frac{v_1}{t_1}$ **[3п]** и прелази пут $s_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{v_1 t_1}{2}$ **[3п]**. До тренутка када Ненад започиње трчање, Марина прелази пут $s_\mathrm{M} = v_1(\Delta t - t_1) + s_1 = 846\ \mathrm{m}$ **[3п]**, тј. направи два пуна круга на стази и налази се на растојању $x = s_\mathrm{M} - 2O = 46\ \mathrm{m}$ од стартне линије, тј. од Ненада **[3п]**. Ненад стиже Марину након времена $t_\mathrm{x} = \frac{x}{v_2 - v_1} = 76{,}67$ s од почетка свог кретања **[4п]**, тј. након времена $t_\mathrm{x}^I = t_\mathrm{x} + \Delta t \approx 316{,}67$ s од почетка Марининог кретања **[3+1п]**.

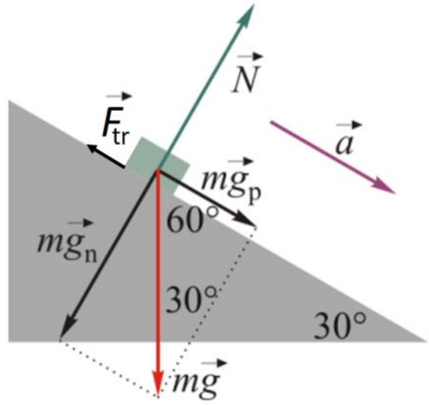
3. Убрзања оба тела су истог интензитета, а супротних смерова (нит је неистегљива). На тела делују силе приказане на слици 1. Једначина кретања горњег тела је: $m\vec{a} = \vec{T} + \overrightarrow{F_\mathrm{tr}} + \vec{N} + m\vec{g}$ **[1п]**, а пројекције на x и y осу дају: $ma = T - F_\mathrm{tr}$ **[2п]** и $N = mg$ **[2п]**. Сила трења је $F_\mathrm{tr} = \mu N = \mu mg$ **[2п]**. За доње тело важи: $\mathrm{M}\vec{a} = \vec{F} + \vec{T} + \overrightarrow{\mathrm{F}_{\mathrm{tr}_1}} + \overrightarrow{N_1} + \overrightarrow{N_2} + M\vec{g}$ **[1п]**, пројекција једначине на x осу: $\mathrm{M}a = F - T - F_{\mathrm{tr}_1}$ **[2п]**. Важи: $F_{\mathrm{tr}_1} = F_\mathrm{tr} = \mu mg$ **[3п]**. Комбинацијом једначина добија се: $\mathrm{M}a = F - ma - 2\mu mg$ **[4п]**, па је $a = \frac{F - 2\mu mg}{m + M} = 6{,}69\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ **[2+1п]**.
(**Напомена**: Уколико у току израде 2. задатка нису рачунате успутне бројне вредности, не одузимати поене!)

4. Тело које слободно пада, након времена $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 0{,}639\ \mathrm{s}$ пада на Земљу **[1+1п]**, до последњих $\Delta t = 0{,}5\ \mathrm{s}$ секунди прелази пут $h = \frac{g(t_1 - \Delta t)^2}{2}$ **[2п]**, па у последњих $\Delta t = 0{,}5\ \mathrm{s}$ секунди прелази пут $h_\mathrm{x} = H - h$ **[2п]**. На тело које се креће по стрмој равни делују силе приказане на слици 2. Укупан пут који тело прелази по стрмој равни је s = 2H **[2п]**. Једначина кретања тела на стрмој равни је $ma = mg_p = m\frac{g}{2}$ **[2п]**, па је убрзање тела $a = \frac{g}{2}$**[1п]**. Време за које тело пређе пут s је $t_2 = \sqrt{\frac{4s}{g}} = 1{,}277\ \mathrm{s}$ **[1+1п].** До последњих $\Delta t = 0{,}5\ \mathrm{s}$ прелази пут $s_1 = \frac{g(t_2 - \Delta t)^2}{4}$ **[2п]**, па у последњих $\Delta t = 0{,}5\ \mathrm{s}$ прелази пут $s_\mathrm{x} = s - s_1$ **[2п]**. Однос пређених путева тела у последњих $\Delta t = 0{,}5\ \mathrm{s}$ кретања износи $x = \frac{h_\mathrm{x}}{s_\mathrm{x}} \approx 0{,}756$ **[3п]**.

5. У првом случају једначина равнотеже има облик: $mg\frac{l}{2} + 5m_\mathrm{K}g\frac{l}{2} = \rho_\mathrm{S}a^3g\frac{l}{2} - \frac{1}{2}\rho_\mathrm{V}a^3g\frac{l}{2}$ **[5п]**. Маса једне куглице је $m_\mathrm{K} = a^3\frac{\rho_\mathrm{S} - \frac{\rho_\mathrm{V}}{2}}{5} - \frac{m}{5}$ **[3п]**. У другом случају, када посуда са водом није присутна, једначина равнотеже има облик: $mg\frac{l}{2} + (5 + x)m_\mathrm{K}g\frac{l}{2} = \rho_\mathrm{S}a^3g\frac{l}{2}$ **[5п]**. Комбинацијом претходних једначина, добија се $xm_\mathrm{K}g = \frac{1}{2}\rho_\mathrm{V}a^3g$, тј. $x = \frac{\rho_\mathrm{V}a^3}{2m_\mathrm{K}} \approx 51{,}92$ **[3+1п]**, тј. потребно је додати 51 куглицу у канту **[1п]**, а разлику од m_V = (x-51) m_K ≈0,24 kg је потребно уравнотежити досипањем воде **[2п]**.



Слика 1



Слика 2

Признати и другачије бројне вредности ако су последица другачијег, али правилног, заокруживања.