ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.

VII РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

РЕПУБЛИЧКИ НИВО
11.04.2009.

1. Два идеално глатка жлеба, који са хоризонталом граде једнаке углове $\alpha = 30^0$, постављена су у једној вертикалној равни (види слику 1). Из тачке А на једном жлебу и тачке В на другом жлебу, истовремено, без почетних брзина, пуштена су да клизе два мала тела. Тело 1, које је пуштено из тачке А, стигне до хоризонталне подлоге за време $t_1 = 5$ s, а тело 2, које је пуштено из тачке В, стигне до хоризонталне подлоге за време $t_2 = 3$ s. После колико времена, од почетка кретања је растојање међу телима најмање?

2. Тегови, чије су масе M и $4M$, помоћу лаке неистегљиве нити пребачени су преко лаког котура који је помоћу друге нити пребачене преко непокретног лаког котура повезан са телом масе m, као на слици 3. Ако се систем препути сам себи, одредити однос маса m / M

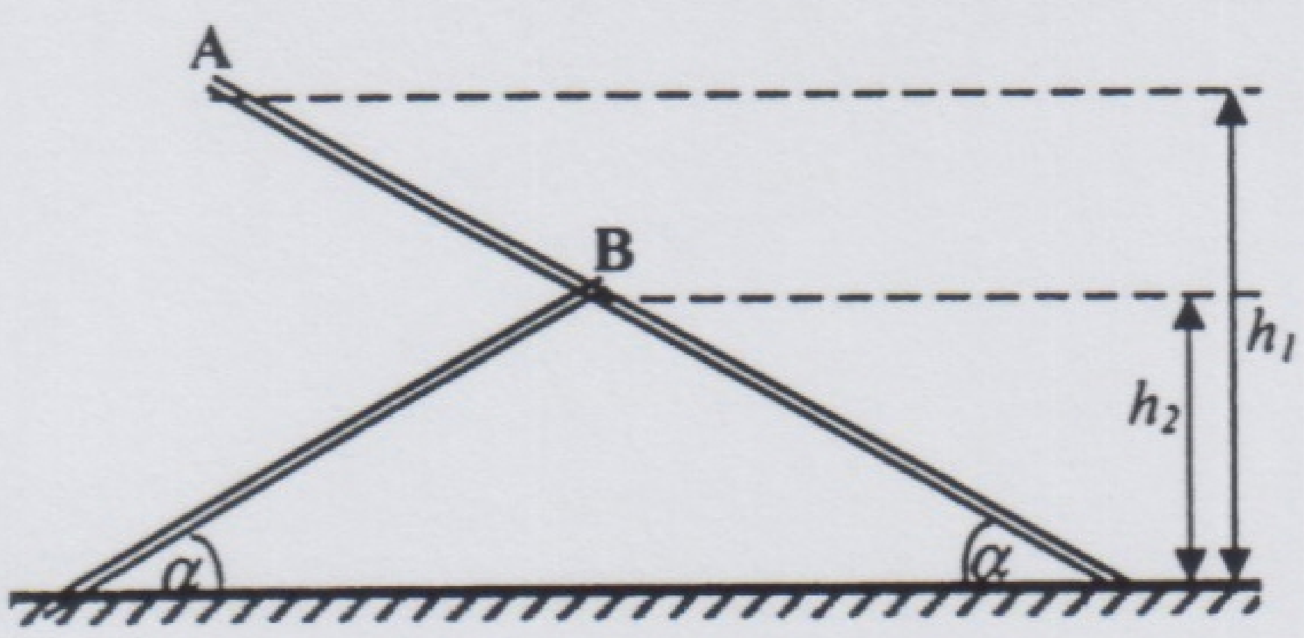
а) да би тело масе m мировало,

б) да би тело масе M мировало.

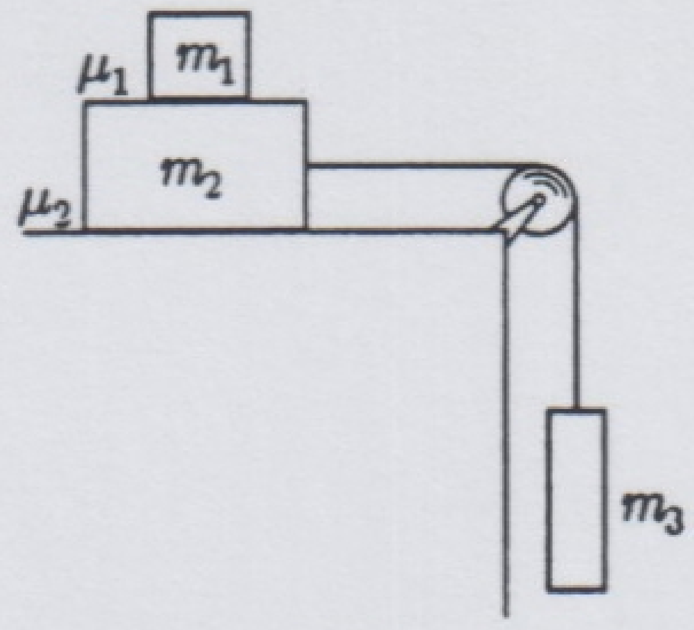
3. Тело је бачено вертикално навише почетном брзином $v_0 = 21$ m/s. Одредити време Δt између момената пролаза тела на половини максималне висине. Отпор ваздуха занемарити.

4. Тело масе $m_2 = 2$ kg лежи на столу и повезано је концем преко лаког котура са телом масе $m_3 = 1{,}5$ kg као на слици 2. На тело 2 постављено је тело 1 са масом $m_1 = 1$ kg. Коефицијент трења између првог и другог тела је $\mu_1 = 0{,}1$ а између другог тела и стола је $\mu_2 = 0{,}2$. Колико је убрзање другог тела у односу на сто?

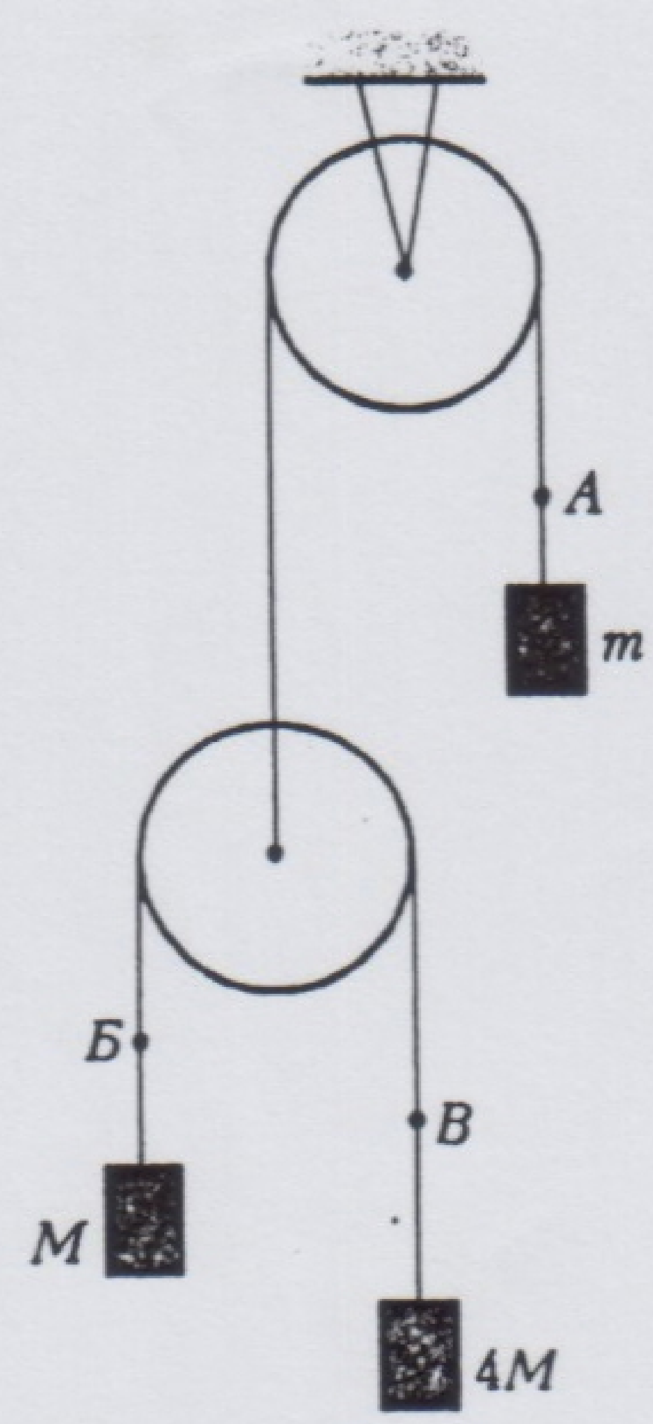
5. Хомогену греду масе $m = 5$ kg ослонац дели у односу 2:3. На краћем крају греде делује терет масе $m_1 = 8$ kg. Колика сила $\vec{F}$ држи равнотежу терета, ако делује под углом од 45^0 на крају дужег дела греде?



Слика 1



Слика 2



Слика 3

Сваки задатак носи 20 поена. За убрзање Земљине теже узети $g = 10$ m/s^2.

Задатке припремио: др Иван Манчев, ПМФ Ниш
Рецензент: др Драган Гајић, ПМФ Ниш
Председник комисије: др Надежда Новаковић, ПМФ Ниш

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.

VII РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије

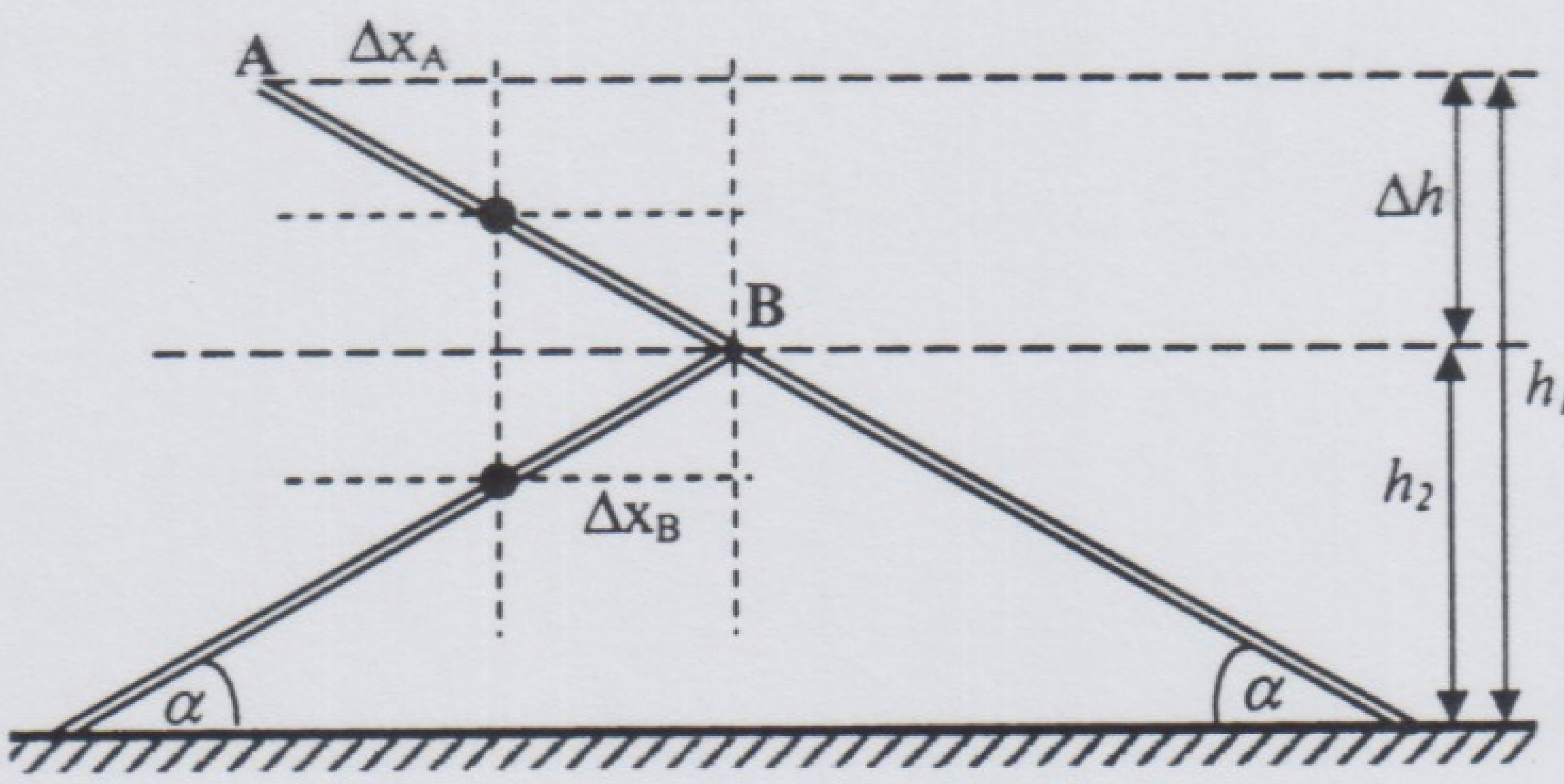
РЕПУБЛИЧКИ НИВО 11.04.2009.

РЕШЕЊА

1. Вертикално растојање у почетном тренутку је Δh, а хоризонтално $\Delta S = \Delta h\sqrt{3}$ (2п.). Када се тела пусте из стања мировања, она ће се кретати равномерно убрзано свако по свом жлебу. Компоненте убрзања у вертикалном и хоризонталном правцу можемо наћи на основу другог Њутновог закона. За тело које полази из тачке А једначина кретања је $mg/2 = ma$ (1п.), односно $a = g/2$ (1п.). Хоризонтална и вертикална компонента убрзања тог тела је $a_x = a\sqrt{3}/2 = g\sqrt{3}/4$ (1п.), $a_y = a/2 = g/4$ (1п.). На сличан начин добијамо и за тело које креће из тачке В: $a_x = -g\sqrt{3}/4$ (1п.), $a_y = g/4$ (1п.). Видимо да су вертикалне компоненте убрзања a_y тела једнаке, што значи да ће се она за једнако време спустити у вертикалном правцу за исту висину, тако да ће вертикално растојање међу њима стално остати $\Delta y = \Delta h$ (2п.). Хоризонталне компоненте убрзања су такође једнаке, али су супротних смерова, тако да ће се хоризонтално растојање тела при спуштању смањивати и у неком тренутку биће $\Delta x = \Delta S - 2a_x t^2/2 = \Delta S - a_x t^2$ (2п.). Растојање међу телима у датом тренутку биће $d = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(\Delta S - a_x t^2)^2 + \Delta h^2}$ (1п.). Из овог израза се види да ће најмање растојање међу телима бити у оном тренутку када је $\Delta x = 0$ (2п), тј. када се тела нађу једно изнад другог (ово се наравно могло закључити и без последњег израза за d). Стављајући да је за $\Delta x = 0$ време $t = t_{\min}$, добијамо

$\Delta x = \Delta S - a_x t_{\min}^2 = 0$ (1п.) следи $t_{\min} = \sqrt{\Delta S / a_x} = 2\sqrt{\Delta h / g}$ (1п.). Са слике се види да је

$\Delta h = h_1 - h_2 = a_y t_1^2/2 - a_y t_2^2/2 = g(t_1^2 - t_2^2)/8$ (1п.). Заменом се добија $t_{\min} = 2\sqrt{\Delta h / g} = \sqrt{(t_1^2 - t_2^2)/2} = 2\sqrt{2}s = 2{,}82s$ (2п.).



2. а) Да би тег масе m мировао треба да је испуњен услов $T_Б = T_В = 0{,}5T_A = 0{,}5mg$ (3п.). Покретни котур у том случају је непокретан, следи $(T_Б - Mg)/M = (4Mg - T_В)/(4M)$ (3п.) или $(0{,}5m - M)/M = (4M - 0{,}5m)/(4M)$ (2п.). Одатле налазимо $m/M = 16/5$ (2п.).

б) Да би тег M био непокретан треба да су испуњени услови $T_Б = T_В = Mg$ (2п), $T_A = 2Mg$ (1п.). При томе покретни котур се креће наниже убрзањем $(T_A - mg)/m$ (2п.), а убрзање тега $4M$ треба да буде двоструко веће: $(4Mg - Mg)/(4M) = 2(2Mg - mg)/m$ (3п.), одатле добијамо $m/M = 16/11$ (2п.).

Задатак може да се ради генералније. Напишимо једначине кретања за свако тело $T_A - mg = ma$ (1п.), $4Mg - T_В - F_{iВ} = 4Ma'$ (1п.), $T_Б + F_{iБ} - Mg = Ma'$ (1п.) где је a убрзање спуштања покретног котура у односу на непокретни систем, a' убрзање кретања тела M и $4M$ у систему (неинерцијалном) везаном за покретни (доњи) котур, $T_Б = T_В \equiv T$ (1п.), $T_A = 2T$ (1п.), $F_{iВ} = 4Ma$ (1п.), $F_{iБ} = Ma$ (1п). Горње једначине кретања постају $2T - mg = ma$ (1п.), $4M(g - a) - T = 4Ma'$ (1п.), $T + M(a - g) = Ma'$ (1п.) и њиховим решавањем добијамо $a = (16M - 5m)g/(16M + 5m)$ (2п.), $a' = 6mg/(16M + 5m)$ (2п.). Убрзање тела M у односу на непокретни систем је $a_M = a - a' = (16M - 11m)g/(16M + 5m)$ (2п.). Захтев задатка да тело m мирује биће задовољен ако је $a = 0$, тј. $16M - 5m = 0$ (1п.), односно $m/M = 16/5$ (1п.), а да би тело M остало непокретно треба да је $a_M = 0$ тј. $16M - 11m = 0$ (1п.), следи $m/M = 16/11$ (1п.). Приметимо да услов да тело $4M$ мирује $a_{4M} = a + a' = 0$ не може да буде остварен.

3. Означимо са v_1 брзину тела на половини висине. Тада је $h_{\max}/2 = v_0^2/(4g)$ (5п) максимална висина пењања и за тело које је бачено брзином v_1 са половине висине. Дакле $v_1^2/(2g) = v_0^2/(4g)$ (5п), а одатле имамо $v_1 = v_0/\sqrt{2}$ (5п). Како је време пењања једнако времену спуштања за тражени интервал времена имамо $\Delta t = 2v_1/g = v_0\sqrt{2}/g = 2{,}97s$ (5п).

4. Једначине кретања за тела месе m_2 и m_3 су $T - F_{t1} - F_{t2} = m_2 a$ (4п.), $m_3 g - T = m_3 a$ (4п), где су $F_{t1} = \mu_1 m_1 g$ (3 п.), $F_{t2} = \mu_2(m_1 + m_2)g$ (3 п.) силе трења. Сабирањем прве две једначине добијамо тражено убрзање $a = \frac{m_3 - \mu_1 m_1 - \mu_2(m_1 + m_2)}{m_2 + m_3} g = 2{,}29 m/s^2$ (6п).

5. Момент силе који ствара сила F у односу на ослонац је $M = \frac{F}{\sqrt{2}}\frac{3}{5}l$ (6п.). Да би греда била у равотежи треба да буде задовољено $\frac{F}{\sqrt{2}}\frac{3}{5}l + mg\frac{l}{10} = \frac{2}{5}m_1 gl$ (8 п.), одатле следи да је $F = \frac{\sqrt{2}}{6}(4m_1 - m)g = 63{,}64N$ (6п.).