



ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԴՊՐՈՑԱԿԱՆ ՕԼԻՄՊԻԱԴԱ - 2025

ԱՌԱՋԻՆ ՓՈԽԼԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԸ

1. Օդաձիգի րացանի փողից 200 մ/վ սկզբնական արագությամբ դուրս է թռնում գնդակը ուղղաձիգ դեպի վեր: (4 միավոր)
- 1) Որքան է գնդակի վերելքի ժամանակը: (0,5 միավոր)
 - 2) Որքան է գնդակի առավելագույն բարձրությունը: (0,5 միավոր)
 - 3) Հրացանի փողից դուրս թռնելու պահից հաշված որքա՞ն ժամանակ անց գնդակն առաջին անգամ կհայտնվի 25 մ բարձրության վրա: (1,5 միավոր)
 - 4) Հրացանի փողից դուրս թռնելու պահից հաշված որքա՞ն ժամանակ անց գնդակը երկրորդ անգամ կհայտնվի 20 մ բարձրության վրա: (1,5 միավոր)

Լուծում.

$$\begin{aligned} v_0 &= 200 \text{ մ/վ} \\ \vec{v}_0 &\uparrow \downarrow \vec{g} \\ \vec{a} &= \vec{g} \end{aligned}$$

- 1) $t_{\uparrow} - ?$
- 2) $h_{\max} - ?$
- 3) $t_1 - ?$
 $h_A = 25 \text{ մ}$
- 4) $t_2 - ?$
 $h_A = 20 \text{ մ}$

$$1) \quad t_{\uparrow} = \frac{v_0}{g} = 20 \text{ վ} :$$

$$2) \quad h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = 2000 \text{ մ} :$$

3) Ուղղաձիգ դեպի վեր նետված մարմնի y կոորդինատը ժամանակի ցանկացած պահին կորոշվի

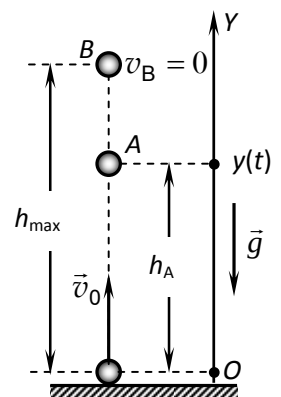
$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} \quad (1)$$

հավասարումով, որը նկարագրում է ոչ միայն մարմնի

վերելքը, այլ նաև՝ վայրէջքը: Այդ պատճառով էլ լուծելով (1) քառակուսի հավասարումը, կստանանք մարմնի՝ Ակետում գտնվելու երկու ժամանակապահերն էլ:

(1) հավասարման փոքր t_1 արմատը ցույց կտա վերելքի, իսկ մեծ t_2 արմատը՝

վայրէջքի ընթացքում մարմնի Ակետում գտնվելու ժամանակապահերը:



Կորդինատների OY առանցքն ուղղենք ուղղահայեց դեպի վեր՝ սկզբնականոր կապելով նետման կետի հետ: Այդ դեպքում՝ $y(t) = h_A$, $y_0 = 0$, $v_{0y} = v_0$, իսկ $g_y = -g$ և (1) հավասարումից կստանանք՝

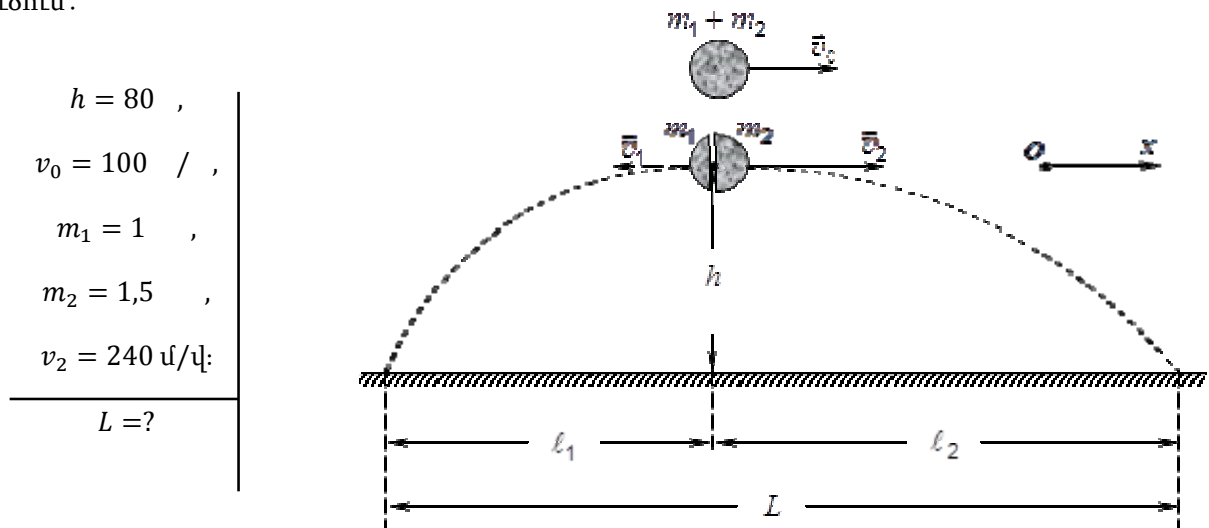
$$h_A = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (2):$$

(2) հավասարումից ստանում ենք՝ $t_1 \approx 0,125$ վ և՝

4) $t_2 \approx 39,9$ վ:

2. Հրանդից հորիզոնի նկատմամբ որոշակի անկյան տակ արձակված արկի արագությունը հետագծի ամենաբարձր՝ 80 մ կետում 100 մ/վ է: Այդ դիրքում պայթյունի հետևանքով արկը բաժանվում է 1 կգ և 1,5 կգ զանգվածներով երկու բեկորների, այնպես, որ մեծ բեկորը շարունակում է շարժվել նախկին ուղղությամբ՝ 240 մ/վ արագությամբ: Որքան է բեկորների միջև հեռավորությունն այն պահին, երբ մեծ զանգվածով բեկորը հասնում է գետնին: Օղի դիմադրությունն անտեսել: (5 միավոր)

Լուծում.



Քանի որ պայթյունը կարճատև պրոցես է, ապա համաձայն իմպուլսի պահպանման օրենքի՝ $(m_1 + m_2)\vec{v}_0 = m_2\vec{v}_2 + m_1\vec{v}_1$ (1): Օղի դիմադրության բացակայության դեպքում հորիզոնի նկատմամբ անկյան տակ նետված մարմնի արագության վեկտորը հետագծի վերին կետում ուղղված է հորիզոնական, ապա պրոյեկտելով (1) հավասարումը ox ուղղորդինատական առանցքի վրա կստանանք՝

$$ox \mid (m_1 + m_2)v_0 = m_2v_2 + m_1v_{1x}, \quad \text{որտեղից՝} \quad v_{1x} = \frac{(m_1 + m_2)v_0 - m_2v_2}{m_1} = -110 \text{ մ/վ} \quad (2):$$

Հետևաբար՝ $v_1 = 110$ մ/վ: Այն ուղղված է X առանցքի բացասական ուղղությամբ, այսինքն պայթյունից հետո փոքր

և մեծ բեկորները կշարժվեն հակադիր ուղղություններով և նրանց արագությունների վեկտորների կազմած անկյունը՝ $\varphi = 180^\circ$:

Պայթյունից հետո բեկորներից յուրաքանչյուրը կկատարի հորիզոնական նետված մարմնի շարժում, հետևաբար նրանք ուղղաձիգով կկատարեն ազատ անկում առանց սկզբնական արագության: Այդ պատճառով էլ ժամանակի ցանկացած պահին կգտնվեն նույն հորիզոնականի վրա և միաժամանակ

էլ կհասնեն գետնին, հետևաբար՝ $h = \frac{gt^2}{2}$, որտեղից՝ $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 4$ վ :

Պայթյունից հետո բեկորներից յուրաքանչյուրը հորիզոնական ուղղությամբ կատարում է հավասարաչափ շարժում, հետևաբար՝ $L = \ell_1 + \ell_2 = (v_1 + v_2)t = 1400$ մ :

3. Կալորիչափի մեջ գտնվում է ջրի երկու շերտեր՝ ներքևում ավելի սառը, վերևում ավելի տաքը: Կփոխվի՞ արդյոք, ջրի ընդհանուր ծավալը ջերմային հավասարակշռություն ստեղծվելու դեպքում: (5միավոր)

Լուծում.

t – ով նշանակենք հավասարակշռություն հաստատվելուց հետո ընդհանուր ջերմաստիճանը, m_1 , V_1 , t_1 – ով համապատասխանաբար սառը ջրի զանգվածը, ծավալը և ջերմաստիճանը և V_1' – ով այն ծավալը, որ սառը ջուրը կզբաղեցնի t ջերմաստիճանում: Համապատասխանաբար՝ m_2 , V_2 , t_2 – ով նշանակենք տաք ջրի զանգվածը, ծավալը և ջերմաստիճանը և V_2' – ով այն ծավալը, որ տաք ջուրը կզբաղեցնի t ջերմաստիճանում: Ջերմային հավասարակշռության հավասարումն այդ դեպքում, կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$cm_2(t_2 - t) = cm_1(t - t_1) : \quad (1)$$

Մյուս կողմից, ջերմաստիճանից կախված ծավալների փոփոխությունը կարտահայտվի հետևյալ կերպ. $V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{m_1(1+\alpha t_1)}{\rho_0}$, որտեղ ρ_1 -ը ջրի խտությունն է t_1 ջերմաստիճանում, ρ_0 -ն՝ 0°C -ում, իսկ α -ն ծավալային ընդարձակման գործակիցը, որը կհամարենք հաստատուն: Նմանապես,

$$V_1' = \frac{m_1(1+\alpha t)}{\rho_0}, V_2 = \frac{m_2(1+\alpha t_2)}{\rho_0}, V_2' = \frac{2(1+\alpha t)}{\rho_0} :$$

Այստեղից կգտնենք ծավալների փոփոխությունը՝

$$V_2 - V_2' = m_2\alpha(t_2 - t)/\rho_0, V_1' - V_1 = \frac{m_1\alpha(t - t_1)}{\rho_0} : \quad (2)$$

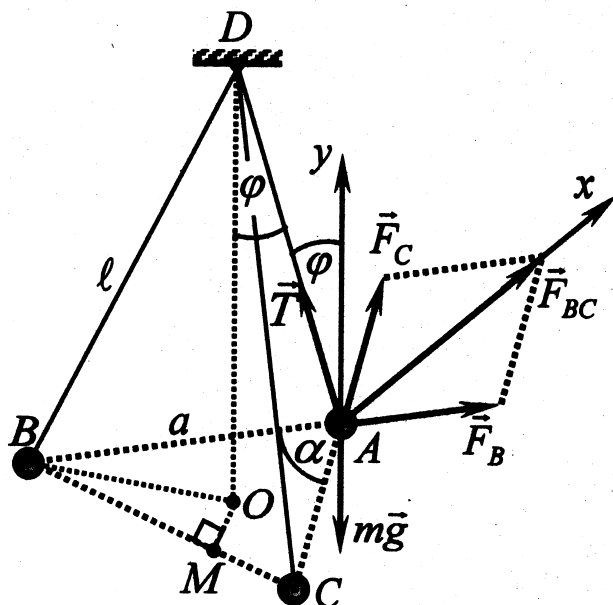
Հաշվի առնելով (1) - ը, (2) - ից կստանանք. $V_2 + V_1 = V_2' + V_1'$, այսինքն, ջրի ամբողջ ծավալը չի փոխվի:

4. 0,3 գ զանգվածով երեք միատեսակ լիցքերով լիցքավորված գնդիկներ կախված են 30 սմ երկարությամբ, ազատ ծայրերով միևնույն կետում ամրացված, անկշիռ թելերից: Թելերն ուղղաձիգի հետ կազմում են 30° անկյուն: Որքա՞ն է գնդիկներից յուրաքանչյուրի լիցքը: (ճմխավոր)

Լուծում.

$$\begin{aligned} m_1 &= m_2 = m_3 = \\ &= m = 3 \cdot 10^{-4} \text{ կգ} \\ q_1 &= q_2 = q_3 = q \\ \ell_1 &= \ell_2 = \ell_3 = \ell = 0,3 \text{ մ} \\ \varphi &= 30^\circ \end{aligned}$$

$q - ?$



Քանի որ երեք միատեսակ գնդիկներն ունեն հավասար լիցքեր և կախված են հավասար երկարությամբ թելերից, ապա կուլոնյան վանողության հետևանքով նրանք կդասավորվեն հորիզոնական հարթության մեջ գտնվող հավասարակողմ ABC եռանկյան գագաթներում:

Համաձայն Նյուտոնի երկրորդ օրենքի՝ եռանկյան A գագաթում գտնվող գնդիկի համար՝ $\vec{T} + m\vec{g} + \vec{F}_B + \vec{F}_C = 0$ (1):

Քանի որ $\vec{F}_B$ և $\vec{F}_C$ ուժերն ընկած են հորիզոնական հարթության մեջ, ապա նրանց պրոյեկցիաներն ուղղաձիգով ուղղված oy կոորդինատական առանցքի վրա կլինեն զրո, և (1) հավասարումից կստանանք՝ $oy |T \cos \varphi - mg = 0$, որտեղից՝

$$T = \frac{mg}{\cos \varphi} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ Ն} \quad (2):$$

Երկու լիցքերի կողմից երրորդ լիցքի վրա ազդող կուլոնյան ուժերի համագործը՝ $\vec{F}_{BC} = \vec{F}_B + \vec{F}_C$: Այդ պատճառով էլ (1) հավասարումը պրոյեկտելով հորիզոնական ուղղված ox կոորդինատական առանցքի վրա՝ կստանանք՝ $F_{BC} = T \sin \varphi = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ Ն} \quad (3):$

Քանի որ գնդիկները դասավորված են հավասարակողմ եռանկյան գագաթներում, ապա $\vec{F}_B$ և $\vec{F}_C$ ուժերի մոդուլները հավասար են՝ $F_B = F_C$, իսկ նրանց կազմած անկյունը՝ $\alpha = 60^\circ$: Հետևաբար՝ $F_{BC} = \sqrt{F_B^2 + F_C^2 + 2F_B F_C \cos \alpha} = F_B \sqrt{3} = \sqrt{3} k \frac{q^2}{a^2}$ (4) :

$\triangle OBD$ -ում՝ $OB = \frac{\ell}{2}$ որպես 30° անկյան դիմացի էջ:

$\triangle OBM$ -ում՝ $OM = \frac{OB}{2} = \frac{\ell}{4}$ որպես 30° անկյան դիմացի էջ:

Հետևաբար՝ $\triangle OBM$ -ից՝ $(BM)^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \left(\frac{\ell}{2}\right)^2 - \left(\frac{\ell}{4}\right)^2$, որտեղից՝

$a^2 = \frac{3}{4} \ell^2$ և (4) հավասարումից՝ $F_{BC} = \frac{4\sqrt{3}}{3} k \frac{q^2}{\ell^2}$, որտեղից՝ նկատի ունենալով (2) հավասարումը՝ կստանանք՝

$$q = \frac{\ell}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{3} T \sin \varphi}{k}} = \frac{\ell}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{3} m g \cdot \operatorname{tg} \varphi}{k}} = 8,5 \cdot 10^{-8} \text{ Կլ} \quad (5):$$

ԵՂԶ Ֆիզիկայի ինստիտուտի տնօրեն՝

Խ. Վ. Ներկարարյան

Առարկայական հանձնաժողովի նախագահ՝

Ռ. Բ. Ալավերդյան