

ТАПШЫРМА 5. ДИНАМИКА. КҮЧ. МАССА. НЬЮТОНДУН ЗАКОНДУРУ

5.1. Түз сызыктуу кыймыл

1. Столдун үстүндө массасы 2 kg жүк жипке байланып, жип блоктон артылып, экинчи учуна $0,5\text{ kg}$ массадагы экинчи жүк бекитилген. Биринчи жүк менен столдун бетинин сүрүлүү коэффициенти $0,1$ экендиги белгилүү болсо, системанын ылдамдануусун жана жиптин керилүү күчүн аныктагыла.

Берилди:

$$m_2 = 2\text{ kg}$$

$$m_1 = 0,5\text{ kg}$$

$$\mu = 0,1$$

$a = ?$

$T = ?$

Чыгаруу:

$$\begin{cases} m_1 g - T = m_1 a \\ T - F_{\text{ср.}} = m_2 a \end{cases} \Rightarrow T = m_2 a + F_{\text{ср.}}$$

$$F_{\text{ср.}} = \mu m_2 g$$

$$T = m_2 a + \mu m_2 g$$

$$m_1 g - m_2 a - \mu m_2 g = m_1 a$$

$$m_1 g - \mu m_2 g = m_1 a + m_2 a$$

$$g(m_1 - \mu m_2) = a(m_1 + m_2)$$

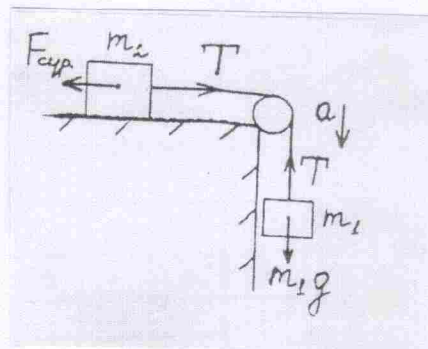
$$a = \frac{g(m_1 - \mu m_2)}{m_1 + m_2} = \frac{9,8(0,5 - 0,1 \cdot 2)}{0,5 + 2} = 1,2\text{ m/s}^2$$

$$m_1 g - T = m_1 a$$

$$T = m_1 g - m_1 a = m_1 (g - a)$$

$$T = m_1 (g - a) = 0,5(9,8 - 1,2) = 4,3\text{ N}$$

$$\text{Жообу: } a = 1,2\text{ m/s}^2; T = 4,3\text{ N}.$$



2. Блок аркылуу артылган жиптин бир учуна 2 kg жүк бекитилет, ал эми жиптин экинчи учундагы жүк $2,4\text{ m}$ бийиктикте таянычка орнотулган. Таяныч алынгандан кийин жүк $1,2\text{ m/s}^2$ ылдамдануу менен түшө баштайт. Экинчи жүктүн массасын, жерге жеткенде ылдамдыгын, жиптин керилүү күчүн аныктагыла.

Берилди:

$$m_1 = 2\text{ kg}$$

$$h = 2,4\text{ m}$$

$$a = 1,2\text{ m/s}^2$$

$m_2 = ?$

$v_2 = ?$

$T = ?$

Чыгаруу:

$$\begin{cases} T - m_1 g = m_1 a \\ m_2 g - T = m_2 a \end{cases} \Rightarrow T = m_1 a + m_1 g = m_1 (a + g)$$

$$T = m_1 (a + g) = 2 \cdot (1,2 + 9,8) = 22\text{ N}$$

$$m_2 g - m_2 a = T$$

$$m_2 (g - a) = T$$

$$m_2 = \frac{T}{g - a} = \frac{m_1 (g + a)}{g - a}$$

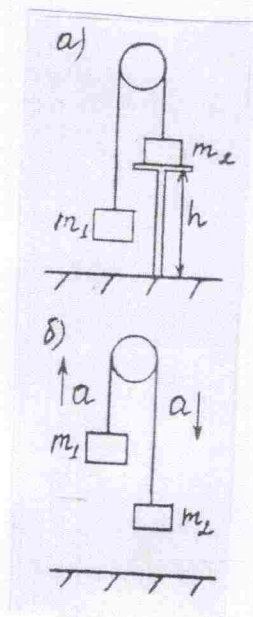
$$m_2 = \frac{m_1 (g + a)}{g - a} = \frac{2(9,8 + 1,2)}{9,8 - 1,2} = 2,6\text{ kg}$$

$$v_2^2 = v_0^2 + 2ah$$

$$v_2^2 = 2ah$$

$$v_2 = \sqrt{2ah} = \sqrt{2 \cdot 1,2 \cdot 2,4} = 2,4\text{ m/s}$$

$$\text{Жообу: } T = 22\text{ N}; m_2 = 2,6\text{ kg}; v_2 = 2,4\text{ m/s}.$$



3. Массасы 45 kg болгон жүк горизонтко 30° бурч менен багытталган 294 N күчтүн аракети менен жылып жатат. Сүрүлүү коэффициенти $0,1$. Жүктүн ылдамдануусун тапкыла.

Берилди:

$$m = 45 \text{ kg}$$

$$\theta = 30^\circ$$

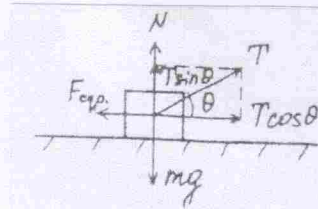
$$T = 294 \text{ N}$$

$$\mu = 0,1$$

$a = ?$

Чыгаруу:

$$\begin{cases} T \cos \theta - F_{\text{суп.}} = ma \Rightarrow a = \frac{T \cos \theta - F_{\text{суп.}}}{m} \\ T \sin \theta + N - mg = 0 \Rightarrow N = mg - T \sin \theta \\ F_{\text{суп.}} = \mu N = \mu(mg - T \sin \theta) \end{cases}$$



$$a = \frac{T \cos \theta - \mu(mg - T \sin \theta)}{m} = \frac{294 \cdot 0,866 - 0,1(45 \cdot 9,8 - 294 \cdot 0,5)}{45} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Жообу: } a = 5 \text{ m/s}^2.$$

- 3а. Массасы 12 т болгон троллейбус 5 s ичинде горизонталдык багытта 10 m жолду өттү ($v_0 = 0$). Мотордун тартуу күчүн тапкыла. Сүрүлүү коэффициенти $0,02$.

Берилди:

$$m = 12 \text{ т} = 12 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

$$S = 10 \text{ m}$$

$$v_0 = 0$$

$$\mu = 0,02$$

$F_{\text{м}} = ?$

Чыгаруу:

$$F_{\text{м}} - F_{\text{суп.}} = ma$$

$$F_{\text{суп.}} = \mu mg$$

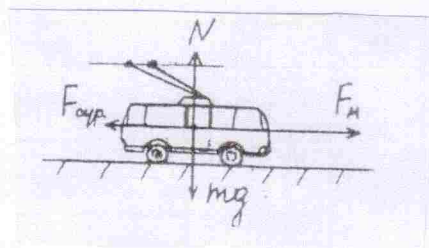
$$F_{\text{м}} - \mu mg = ma$$

$$F_{\text{м}} = ma + \mu mg = m(a + g)$$

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2}$$

$$F_{\text{м}} = m\left(\frac{2S}{t^2} + g\right) = 12 \cdot 10^3 \left(\frac{2 \cdot 10}{5^2} + 0,02 \cdot 9,8\right) = 12 \text{ kN}$$

$$\text{Жообу: } F_{\text{м}} = 12 \text{ kN}.$$



- 3б. 80 km/h ылдамдык менен келе жаткан автомобиль светофордун кызыл жарыгында кандай аралыктан тормоздоп баштайт. Сүрүлүү коэффициенти $0,5$.

Берилди:

$$v_0 = 80 \text{ km/h} = 22,2 \text{ m/s}$$

$$\mu = 0,5$$

$$v = 0$$

$S = ?$

Чыгаруу:

$$ma = F_{\text{суп.}}$$

$$F_{\text{суп.}} = \mu mg$$

$$ma = \mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$v^2 = v_0^2 - 2aS$$

$$2aS = v_0^2$$

$$S = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2\mu g}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \frac{(22,2)^2}{2 \cdot 0,5 \cdot 9,8} = 50 \text{ m}$$

$$\text{Жообу: } S = 50 \text{ m}.$$

4. Массасы 50 kg нерсе жантаюусу 40° болгон жантаык тегиздиктен тайгаланып түшүп жатат. Сүрүлүү коэффициенти 0.2 болсо, ылдамдануусун аныктагыла.

Берилди:

$$m = 50\text{ kg}$$

$$\theta = 40^\circ$$

$$v = \text{const}$$

$$\mu = 0.2$$

$$a = ?$$

Чыгаруу:

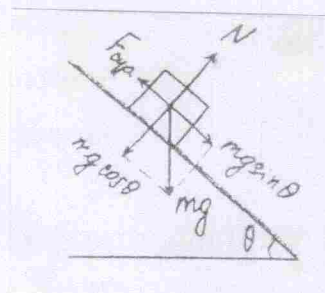
$$mg \sin \theta - F_{\text{суп.}} = ma$$

$$F_{\text{суп.}} = \mu N = \mu mg \cos \theta$$

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$$

$$a = (\sin \theta - \mu \cos \theta) \cdot g = (0.64 - 0.2 \cdot 0.77) \cdot 10 = 4.9\text{ м/с}^2$$

$$\text{Жообу: } a = 4.9\text{ м/с}^2.$$



5. Нерсе 150 N күчтүн аракетин менен кыймылдаганда анын координатасы $x = 100 + 5t + 0.5t^2$ теңдемеси менен өзгөрөт. Нерсенин массасын тапкыла.

Берилди:

$$F = 150\text{ N}$$

$$x = 100 + 5t + 0.5t^2$$

$$m = ?$$

Чыгаруу:

$$v = x' = (100 + 5t + 0.5t^2)' = 5 + t$$

$$a = v' = (5 + t)' = 1\text{ м/с}^2$$

$$F = ma$$

$$m = \frac{F}{a} = \frac{150}{1} = 150\text{ kg}$$

$$\text{Жообу: } m = 150\text{ kg.}$$

1. Массасы 20 т вагон 15 м/с баштапкы ылдамдыкка ээ болуп, -0.3 м/с^2 ылдамдануу менен тормоздой баштайт. Вагонго кандай тормоздоочу күч аракет этет? Сүрүлүү коэффициенти эмнеге барабар жана вагон токтогончо кандай аралыкты өтөт? (6 кН , 0.03 , 375 м)
2. Массасы 4000 т болгон поезд 36 км/ч ылдамдык менен бара жатып, $2 \cdot 10^5\text{ N}$ күчтүн аракетин менен тормоздоо баштайт. Тормоздоо башталгандан кийин 1 мин өткөндө поезд кандай аралыкты өтөт жана кандай ылдамдыкка ээ болот? (7 м/с , 510 м)
3. Массасы 100 kg нерсе 250 N күчтүн аракетин менен кыймылдайт. Күчтүн багыты горизонт менен 25° бурч түзөт. Нерсе 1 м/с^2 ылдамдануу менен кыймылдайт. Сүрүлүү коэффициенти тапкыла. (0.15)
4. v ылдамдыкта бара жаткан автомобиль 2 с ичинде тормоздоп токтоду. Эгерде сүрүлүү коэффициенти 0.4 болсо, автомобильдин ылдамдыгы кандай болгон? (28.2 км/ч)
5. Массасы 1800 kg автомобиль тынч абалдан кыймылдап 10 с убакыттан кийин 30 м/с ылдамдыкка ээ болот. Сүрүлүү коэффициенти 0.1 . Мотордун тартуу күчүн тапкыла. (7.2 кН)
6. Бала массалары 15 kg болгон эки чананы чиркештирип 120 N күч менен горизонтко 45° бурчта тартып бара жатат. Эгерде сүрүлүү коэффициенти 0.02 болсо, а) чаналардын ылдамдануусун; б) жиптин керилүү күчүн аныктагыла. (2.6 м/с^2 , 42 N)

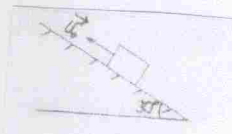
7. Узундугу 10 м бийиктиги 5 м болгон жантаык тегиздиктен нерсе төмөн түшөт. Сүрүлүү коэффициенти $0,2$. Нерсе канча убакыт кыймылдайт жана анын акыркы ылдамдыгы эмнеге барабар? ($2,5\text{ с}$, 8 м/с)

8. Чана бийиктиги $1,5\text{ м}$ жана узундугу $2,5\text{ м}$ жантаык тегиздиктен тайгаланып төмөн түшүп, андан ары горизонтал тегиздикте кандайдыр бир аралыкты өттү. Бүткүл жолдогу сүрүлүү коэффициенти $0,04$. Чана горизонтал тегиздикте канча аралыкты өттү? ($35,5\text{ м}$)

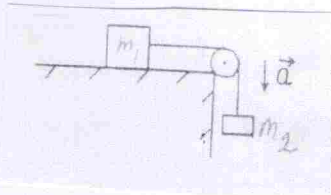


9. Массасы 2 т автомобиль жантаюу бурчу 30° бир калыпта ылдамданып жогору кыймылдап бара жатат. 32 м узундуктагы жолдо ылдамдыгы $21,6\text{ км/ч}$ дан 36 км/ч га чейин өзгөрөт. Сүрүлүү коэффициенти $0,02$ болсо, автомобилдин моторунун тартуу күчүн тапкыла. ($16,5\text{ кН}$)

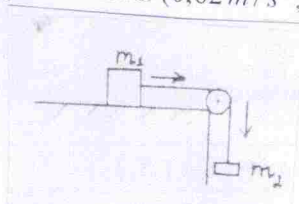
10. Жантаюусу 30° болгон тегиздиктин үстүндө нерсе $7,6\text{ м/с}$ баштапкы ылдамдык менен жогору кыймылдайт баштады. Эгерде сүрүлүү коэффициенти $0,3$ болсо, 2 с ичинде нерсе кандай жолду өтөт? (5 м)



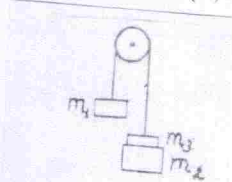
11. Столдун үстүндө массасы 2 кг жүк жипке байланып, жип блоктон артылып экинчи учуна 85 г массадагы экинчи нерсе бекитилет. Экинчи нерсе 3 с ичинде 81 см ге төмөн түшсө, системанын ылдамдануусун, биринчи жүк менен столдун бетинин сүрүлүү коэффициентин тапкыла. ($0,18\text{ м/с}^2$, $0,02$)



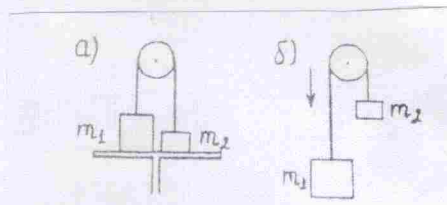
12. Массалары 10 кг жана 1 кг нерселер жип менен байланып, блок аркылуу артылган. Сүрүлүү коэффициенти $0,03$. Биринчи нерсенин столдун бети боюнча кыймылынын ылдамдануусу эмнеге барабар жана жиптин керилүү күчүн тапкыла. ($0,62\text{ м/с}^2$, $9,2\text{ Н}$)



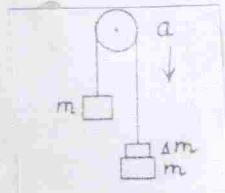
13. Кыймылсыз блок аркылуу жип артылып, эки учуна m_1 жана $m_2=0,15\text{ кг}$ жүктөрү бекитилет. m_2 массасына $0,05\text{ кг}$ жүк кошулганда, система 2 м/с^2 ылдамдануу менен кыймылдайт. m_1 массасын жана жиптин керилүү күчүн тапкыла. ($0,132\text{ кг}$, $1,56\text{ Н}$)



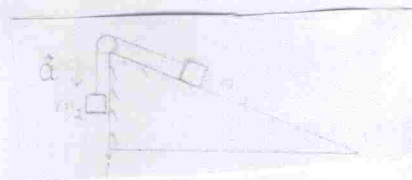
14. Блоктон артылган жиптин эки учуна бирдей массадагы жүктөр илинди. Он жактагы жүктүн үстүнө кошумча 2 кг жүк коюлганда, система $1,2\text{ м/с}^2$ ылдамдануу менен кыймылга келди. Жүктөрдүн баштапкы массасы жана жиптин керилүү күчү эмнеге барабар? ($7,2\text{ кг}$, $79,2\text{ Н}$)



15. Блок аркылуу артылган жиптин эки учуна 2 kg жана 1 kg массадагы нерселер бекитилген. Таянычты алып салгандан 3 s өткөндөн кийин жүктөрдүн ортосундагы аралык кандай болот жана жиптин керилүү күчүн тапкыла. ($14,7\text{ m}$, 13 N)



16. Жантык тегиздиктин чокусуна блок бекитилип, андан артылган жипке массалары 1 kg болгон эки жүк байланат. Сүрүлүүнү эсепке албаганда ылдамдануу жана жиптин керилүү күчү кандай болот? Жантаюу бурчу 30° . ($2,45\text{ m/s}^2$, $7,35\text{ N}$)



5.2. Айлана боюнча кыймыл

1. $m = 1\text{ т}$, $r = 50\text{ m}$, $v = 36\text{ km/h}$. Көпүрөнүн ортосунда автомобильдин басым күчүн жана кандай минималдык ылдамдыкта көпүрөгө басым жасалбай тургандыгын аныктагыла.

Берилди:

$$m = 1\text{ т}$$

$$r = 50\text{ m}$$

$$v_1 = 36\text{ km/h} = 10\text{ m/s}$$

$$F = ?$$

$$v_{\min} = ?$$

Чыгаруу:

$$F = \text{Басым күчү} = N$$

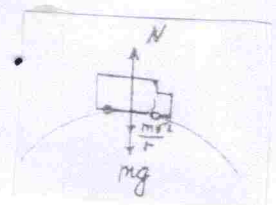
$$\frac{mv^2}{r} = mg - N \Rightarrow N = mg - \frac{mv^2}{r} = m(g - \frac{v^2}{r})$$

$$N = m(g - \frac{v^2}{r}) = 10^3 \cdot (9,8 - \frac{10^2}{50}) = 7800\text{ N}$$

$$N = 0 \text{ болсо, } mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$v = \sqrt{gr} = \sqrt{9,8 \cdot 50} = 22,1\text{ m/s} = 80\text{ km/h}$$

Жообу: $F = N = 7800\text{ N}$; $v \geq 80\text{ km/h}$ болгондо көпүрөгө басым жасалбайт.



2. Узундугу 50 cm жипке байланган нерсе вертикал тегиздикте бир калыпта ($v = \text{const}$) айланып жатат. Эгерде жиптин бекемдик чеги $9mg$ болсо, кандай айлануу жыштыгында жип үзүлөт.

Берилди:

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$\ell = 3 \text{ m}$$

$$r = 1 \text{ m}$$

$$T - ?$$

Чыгаруу:

$$\frac{F_{\delta.y.}}{T} = \cos \alpha$$

$$\frac{r}{\ell} = \cos \alpha$$

$$\frac{F_{\delta.y.}}{T} = \frac{r}{\ell}$$

$$F_{\delta.y.} = \frac{Tr}{\ell}$$

$$T^2 = F_{\delta.y.}^2 + (mg)^2$$

$$F_{\delta.y.} = \sqrt{T^2 - m^2 g^2}$$

$$\sqrt{T^2 - m^2 g^2} = \frac{Tr}{\ell}$$

$$T^2 - m^2 g^2 = \frac{T^2 r^2}{\ell^2}$$

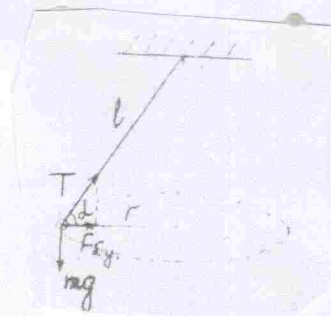
$$T^2 - \frac{T^2 r^2}{\ell^2} = m^2 g^2$$

$$T^2 (1 - \frac{r^2}{\ell^2}) = m^2 g^2$$

$$T = \frac{\sqrt{m^2 g^2}}{\sqrt{1 - \frac{r^2}{\ell^2}}} = \frac{mg}{\sqrt{1 - \frac{r^2}{\ell^2}}}$$

$$T = \frac{mg}{\sqrt{1 - \frac{r^2}{\ell^2}}} = \frac{0,2 \cdot 9,8}{\sqrt{1 - \frac{1^2}{3^2}}} = 2,1 \text{ N}$$

Жообу: $T = 2,1 \text{ N}$.



6. Конькичен адам 12 m/s ылдамдыкта радиусу 50 m айлана боюнча кыймылдайт. Адам тең салмактуулугун сакташ үчүн горизонтко карата кандай бурч менен кыйшаюу жасайт?

Берилди:

$$v = 12 \text{ m/s}$$

$$r = 50 \text{ m}$$

$$\beta - ?$$

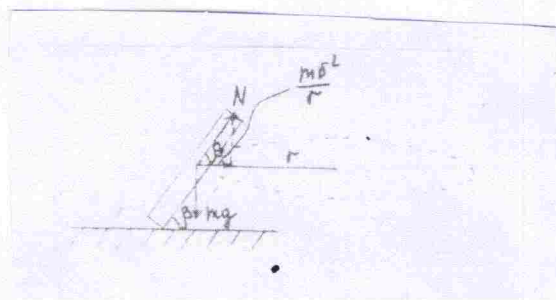
Чыгаруу:

$$\frac{mv^2}{r} = mg \operatorname{ctg} \beta$$

$$\operatorname{ctg} \beta = \frac{v^2}{gr} = \frac{(12)^2}{9,8 \cdot 50} = 0,3$$

$$\beta = \operatorname{arctg} 0,3 = 17^\circ$$

Жообу: $\beta = 17^\circ$.



7. 54 km/h ылдамдыкта келе жаткан поезд ийрилик радиусу 300 m болгон бурулушта сырткы дөңгөлөктөрүн кандай бийиктикке көтөрөт. Темир жолдун эни $1,524 \text{ m}$.

Берилди:

$$v = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$$

$$r = 300 \text{ m}$$

$$d = 1,524 \text{ m}$$

$$h - ?$$

Чыгаруу:

$$\frac{mv^2}{r} = mg \operatorname{tg} \alpha$$

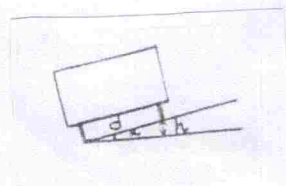
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2}{gr}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{v^2}{gr} = \operatorname{arctg} \frac{(15)^2}{9,8 \cdot 300} = \operatorname{arctg} 0,0765 = 4^\circ 24'$$

$$\frac{h}{d} = \sin \alpha$$

$$h = d \sin \alpha = 1,524 \cdot \sin 4^\circ 24' = 1,524 \cdot 0,0767 = 0,117 \text{ m}$$

Жообу: $h = 0,117 \text{ m}$.



Берилди:

$$\ell = r = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$v = \text{const}$$

$$T = 9mg$$

$$f - ?$$

Чыгаруу:

$$\frac{mv^2}{r} = 9mg - mg = 8mg$$

$$\frac{v^2}{r} = 8g$$

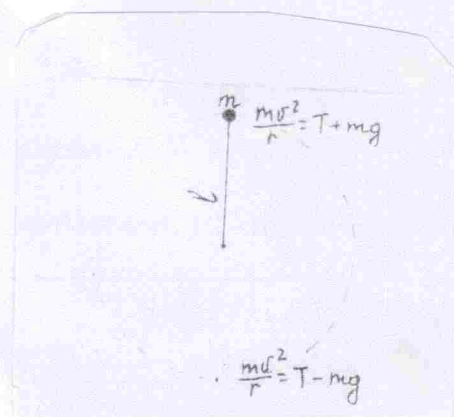
$$v = 2\pi fr$$

$$\frac{4\pi^2 f^2 r^2}{r} = 8g$$

$$f^2 = \frac{8g}{4\pi^2 r}$$

$$f = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2g}{r}} = \frac{1}{3,14} \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8}{0,5}} = 2 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Жообу: } f = 2 \text{ s}^{-1}.$$



3. Дисктин үстүндө борбордон 115 cm аралыкта жүк жатат. Сүрүлүү коэффициенти 0,2. Кандай айлануу жыштыгында нерсе тайгаланып түшөт.

Берилди:

$$r = 115 \text{ cm} = 1,15 \text{ m}$$

$$\mu = 0,2$$

$$f - ?$$

Чыгаруу:

$$\frac{mv^2}{r} = \mu mg$$

$$v^2 = \mu gr$$

$$v = \omega r$$

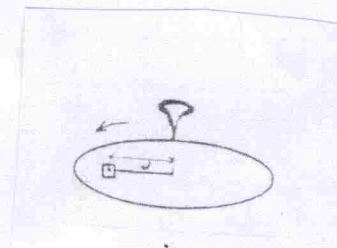
$$\omega = 2\pi f$$

$$4\pi^2 f^2 r^2 = \mu gr$$

$$f^2 = \frac{\mu g}{4\pi^2 r}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu g}{r}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{0,2 \cdot 9,8}{1,15}} = 0,21 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Жообу: } f = 0,21 \text{ s}^{-1}.$$



4. Ийрилик радиусу 100 m болгон бурулушта автомобиль 50 km/h ылдамдыкта кыймылдаса, сүрүлүү коэффициенти кандай болгон.

Берилди:

$$r = 100 \text{ m}$$

$$v = 50 \text{ km/h} = 13,8 \text{ m/s}$$

$$\mu - ?$$

Чыгаруу:

$$\frac{mv^2}{r} = \mu mg$$

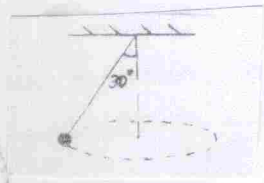
$$\frac{v^2}{r} = \mu g$$

$$\mu = \frac{v^2}{gr} = \frac{(13,8)^2}{9,8 \cdot 100} = 0,2$$

$$\text{Жообу: } \mu = 0,2.$$

5. Массасы 0,2 kg нерсе узундугу 3 m жипке илинип, горизонталдык тегиздикте радиусу 1 m айлана боюнча айландырылат. Жиптин керилүү күчүн тапкыла.

1. Массасы 100 g нерсе 40 cm узундуктагы жипке байланып, вертикалдык тегиздикте айланат. Жогорку чекитти өткөндө нерсенин ылдамдыгы 8 m/s . Нерсе жогорку жана төмөнкү чекиттерди өткөндө жиптин керилүү күчүн тапкыла. Жиптин узундугун 2 эсе кыскартса, нерсени кандай ылдамдык менен айландырганда жип үзүлөт. (15 N , 17 N , $5,7\text{ m/s}$)
2. Узундугу 1 m болгон жипке шар илинип, вертикаль менен 30° түзүп горизонталдык тегиздикте айланат. Шардын айлануу мезгилин тапкыла. ($1,87\text{ s}$)



3. Бала 30 cm узундуктагы жипке нерсени байлап, аны горизонталдык тегиздикте 3 m/s ылдамдык менен айландырат. Жиптин керилүү күчү 9 N . Нерсенин массасын тапкыла. (300 g)
4. Узундугу 1 m жипке массасы 1 kg нерсе байланып, горизонталдык тегиздикте 1 айл./s жыштык менен айландырылат. Жиптин керилүү күчүн жана натыйжалоочу күчтүн вертикаль менен түзгөн бурчун тапкыла. ($39,2\text{ N}$, $75,5^\circ$)
5. Массасы 2 т болгон автомобиль иймек көпүрөдө 36 km/h ылдамдыкта кыймылдайт. Көпүрөнүн ийрилик радиусу 100 m . Көпүрөнүн ортосунда автомобиль кандай басым күч менен аракет этет? ($21,6\text{ kN}$)
6. Эгерде сүрүлүү коэффициенти $0,4$ болсо, ийрилик радиусу 90 m болгон виражда мотоциклист кандай максимум ылдамдыкта кыймылдай алат? 15 m/s ылдамдыкта мотоциклист вертикалга карата кандай бурчка жантаят. (19 m/s , $14,6^\circ$)
7. Диск 30 айл./min жыштыкта айланат. Дисктин үстүндө борбордон 20 cm аралыкта жүк жатат. Сүрүлүү коэффициенти кандай болгондо, жүк тайгаланбай дисктин үстүндө кармалат. ($0,2$)