# Рух тіла під дією декількох сил.
# Розв'язування задач.

**Мета.**

**Освітня.** Сформувати вміння учнів використовувати закони динаміки Ньютона,

**Розвиваюча.** Розвивати навички складання рівняння другого закону Ньютона у векторній і скалярній формах; розвивати уяву і логічне мислення учнів.

**Виховна.** Виховувати культуру оформлення розрахункових задач.

**Тип уроку.** Формування знань, умінь, навичок.

## План

1. Актуалізація опорних знань.
2. Вчимося розв'язувати задачі.
3. Домашнє завдання.

## Хід уроку

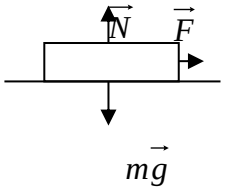
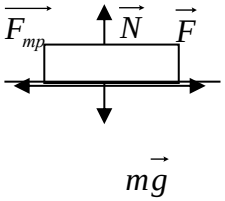
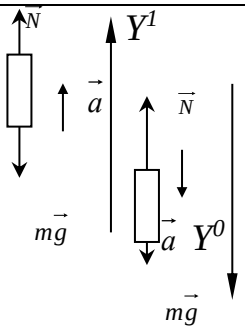
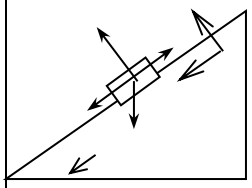
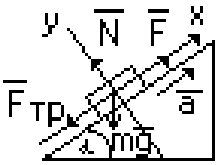
### 1. Актуалізація опорних знань.

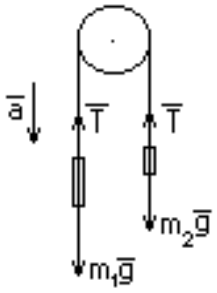
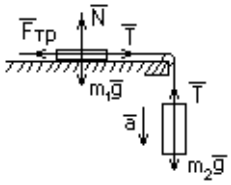
Перевірка розв'язків домашніх задач.
Усне опитування по запитаннях:

1. Які типи сил  і природі існують?
2. Які сили відносяться до гравітаційних?
3. За якою формулою можна обчислити величину сили тяжіння?
4. Яку силу називають силою тертя? Її напрям.
5. За якою формулою обчислюють величину сили тертя (загальна)?
6. Що називають вагою тіла?
7. В чому відмінність сили тяжіння та ваги тіла?
8. Способи розв'язування систем рівнянь.
9. В якому випадку проекція вектора на вісь є числом позитивним?
10. В якому випадку проекція вектора на вісь є числом негативним?
11. В якому випадку проекція вектора на вісь є нульовою?
12. Сформулюйте другий закон Ньютона.
13. Порівняйте факти та відомості, викладені в конспекті та підручнику. Якими даними Ви би доповнили даний опорний конспект?
14. Основні принципи розв'язування рівнянь.
15. Як з векторного рівняння в задачах фізики отримати скалярне рівняння?
16. Алгоритм розв'язування задач по темі " Кінематика".
17. Алгоритм розв'язування задач по темі "Динаміка".

## 2. Вчимося розв’язувати задачі.

### Опорний конспект

| № з/п | Креслення | Векторне рівняння | Рівняння в проекціях |
|---|---|---|---|
| **1.** |  | $m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N}$ | $N = mg;\ a = F/m$ |
| **2.** |  | $m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{mp}$ | $N = mg;$<br>$ma = F - \mu mg$ |
| **3.** |  | $m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g}$ | 1) $\vec{a} \uparrow\downarrow \vec{g}$ $N=m(g+a)$<br>2) $\vec{a} \downarrow\downarrow \vec{g}$ $N=m(g-a)$<br>3) $\vec{a}=0$ $N=mg$ |
| **4.** |  | $m\vec{a} = \vec{N} +$<br>$+ m\vec{g} + \vec{F} + \vec{F}_{mp}$ | $X:\ ma = F + mg\sin\alpha - Fmp$<br>$Y:\ N = mg\cos\alpha$<br>$ma = F + mg\sin\propto - \mu mg\cos\alpha$ |
| **5.** | Рух вгору<br>  | $m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{mp}$ | $X:\ ma = F - mg\sin\alpha - Fmp.$<br>$Y:\ N = mg\cos\alpha.$<br>$ma = F - mg\sin\propto - \mu mg\cos\alpha$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **7.** |  | $\begin{cases} m_1\vec{a} = m_1\vec{g} + \vec{T} \\ m_2\vec{a} = m_2\vec{g} + \vec{T} \end{cases}$ | $\begin{cases} m_1 a = m_1 g - T \\ m_2 a = T - m_2 g \end{cases}$<br><br>$(m_1 + m_2)a = g(m_1 - m_2)$ |
| **8.** |  | $m_1\,\vec{a} = \vec{T} + \vec{N} +$<br>$+\ m_1\,\vec{g} + \vec{F}$ тр.<br><br>$m_2\vec{a} = m_2\vec{g} + \vec{T}$ | $N = mg$<br>$m_1 a = T - F_{mp} = T - \mu m_1 g$<br>$m_2 a = m_2 g - T$<br>$a(m_1 + m_2) = m_2 g - \mu m_2 g$ |

**Задача 1.** Автомобіль масою 2 т проїжджає по опуклому мосту, що має радіус кривизни 40 м, з швидкістю 36 км/год. Яка вага автомобіля в середній точці мосту?

*Дано:*

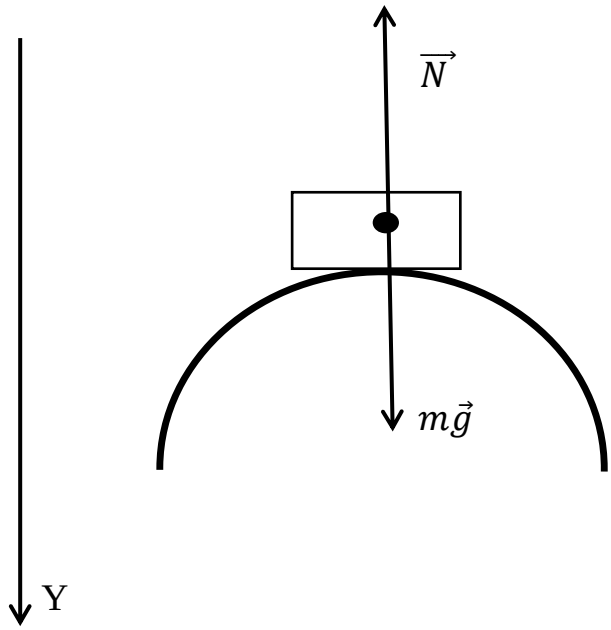
*r = 40 м*

*m = 2т = 2*10³ кг*

*v = 36 км/год = 10 м/с*

---

*P - ?*




За II законом Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

В проекціях на вісь Y:

$$-N + mg = ma$$

$$N = mg - ma$$

$$N = m(g - a)$$

За III законом Ньютона:

$$N = \mathrm{P}$$

$$\text{P} = m(g - a)$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

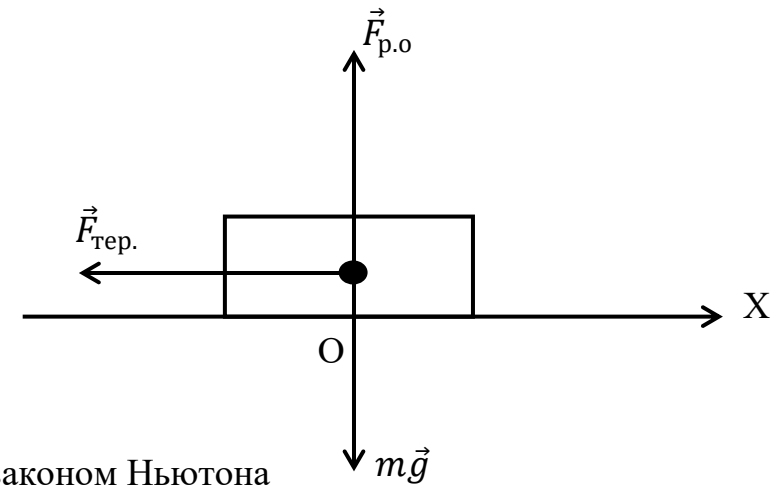
$$\text{P} = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right)$$

$[P] = \text{кг} \cdot \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{м}}\right) = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$

$\text{P} = 2000 \cdot \left(10 - \frac{100}{40}\right) = 2000 \cdot (10 - 2{,}5) = 2000 \cdot 7{,}5 = 15000\text{Н} = 15\ \text{кН}$

*Відповідь:* P = *15кН*

**Задача 2.** Через який час після початку аварійного гальмування зупиниться автобус, що рухається з швидкістю 12 м/с, якщо коефіцієнт опору при аварійному гальмуванні 0,4?




За II законом Ньютона

$\vec{F}_{\text{тер.}} + \vec{F}_{\text{р.о.}} + m\vec{g} = m\vec{a}$

В проекціях на вісь OX

$-F_{\text{тер.}} = ma$

$F_{\text{тер.}} = \mu \cdot F_{\text{тиску}}$

За III законом Ньютона

$F_{\text{тиску}} = \text{P} = mg$

$F_{\text{тер.}} = \mu \cdot mg$

$-\mu \cdot mg = ma$

$-\mu \cdot g = a$

$a = -\mu \cdot g$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$\frac{v - v_0}{t} = -\mu \cdot g \qquad , v = 0$$

$$-\frac{v_0}{t} = -\mu \cdot g$$

$$\frac{v_0}{t} = \mu \cdot g$$

$$t = \frac{v_0}{\mu \cdot g}$$

$$t = \frac{12}{0.4 \cdot 10} = \frac{12}{4} = 3 \text{ с}$$

*Відповідь:* $t = 3c$

**Задача 3.** Автомобіль масою 4 т рухається в гору з прискоренням 0,2 м/с$^2$. Кут нахилу $\alpha = 0{,}02 \quad (\sin\alpha = 0{,}02)$, коефіцієнт тертя 0,04. Обчислити силу тяги автомобіля.

*Дано:*

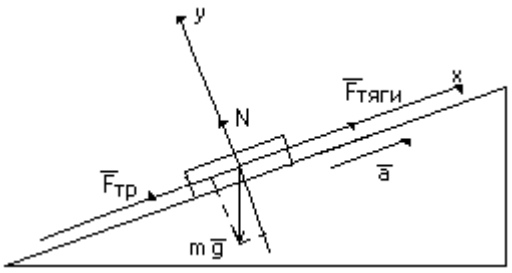
m = 4 т = 4000 кг

$\alpha = 0{,}02$

$a = 0{,}2 м/с^2$

$\mu = 0{,}04$

$F_{тяги} - ?$




$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} + \vec{N}.$$

$$\begin{cases} ma = F - F_{mg} - mg \cdot \sin\alpha \\ 0 = N - mg \cdot \cos\alpha \end{cases}$$

$$N = mg \cdot \cos\alpha, F_{mr} = \mu mg \cdot \cos\alpha,$$

$$F = ma + F_{тр} + mg \cdot \sin\alpha,$$

$$F = m \cdot (a + \mu g \cdot \cos\alpha + g \cdot \sin\alpha),$$

$$[F] = кг(м/с^2 + м/с^2) = Н.$$

$$F = 4 \cdot 10^3 \cdot (0{,}2 + 0{,}04 \cdot 10 \cdot 1 + 10 \cdot 0{,}02) = 3{,}2 \cdot 10^3 (Н) = 3{,}2 (кН)$$

*Відповідь:* F = 3,2 кН.

## 3. Домашнє завдання.

**Повторити** параграф 35; **виконати** вправу 35 (5,6)