

РУХ ТІЛА ПІД ДІЄЮ ДЕКІЛЬКОХ СИЛ

Прямолінійний рух тіла по горизонтальній площині під дією декількох сил

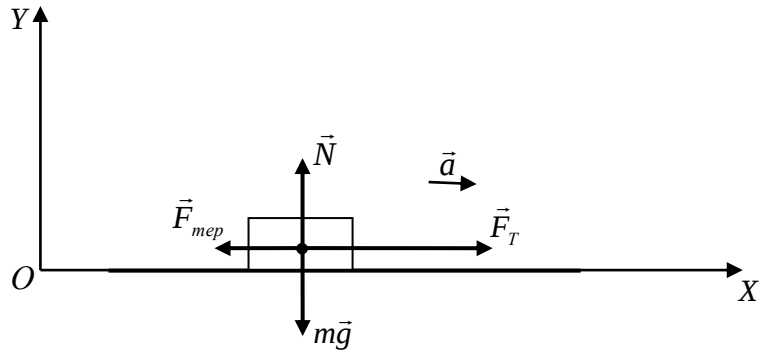
Розглянемо прямолінійний рух тіла масою m по горизонтальній поверхні під дією наступних сил:

$\vec{F}_T$ - сила тяги (або рушійна сила);

$\vec{F}_{тер}$ - сила тертя;

$m\vec{g}$ - сила тяжіння;

$\vec{N}$ - сила реакції опори



Під дією цих сил тіло рухається з прискоренням $\vec{a}$.
Запишемо II закон Ньютона для цього руху у векторному вигляді:

$$\vec{F}_T + \vec{F}_{тер} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

В проєкції на вісь ОХ цей закон має вигляд:

$$F_{Tx} = F_T; F_{тер,x} = -F_{тер}; N_x = 0; mg_x = 0; a_x = a$$

↓

$$F_T - F_{тер} = ma \quad (1)$$

В проєкції на вісь ОУ цей закон має вигляд:

$$F_{Ty} = 0; F_{тер,y} = 0; N_y = N; mg_y = -mg; a_y = 0$$

↓

$$N - mg = 0 \quad (2)$$

Звідси маємо:

$$N = mg$$

Формула для сили тертя: $F_{тер} = \mu N \Rightarrow F_{тер} = \mu mg$

Підставимо цей вираз у формулу (1), отримаємо:

$F_T - \mu mg = ma$

 - рівняння руху тіла

Звідси можна отримати вирази для різних величин, що входять у цю формулу:

$$a = \frac{F_T - \mu mg}{m}; \quad F_T = m \cdot (a + \mu g); \quad m = \frac{F_T}{a + \mu g}; \quad \mu = \frac{F_T - ma}{mg}$$

Контрольні питання

1. Назвіть сили, які діють на тіло, яке рухається прямолінійно по горизонтальній поверхні.
2. Запишіть II закон Ньютона для цього випадку у векторній формі.
3. Запишіть II закон Ньютона для цього випадку в проекції на вісь ОХ.
4. Запишіть II закон Ньютона для цього випадку в проекції на вісь ОУ.
5. Запишіть формулу для сили тертя для цього випадку.
6. Запишіть рівняння руху тіла для цього випадку.

Завдання

Завдання 1

Встановіть відповідність між символом сили та її назвою

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1) $\vec{N}$ | а) сила тяги |
| 2) $\vec{F}_{тер}$ | б) сила натягу |
| 3) $\vec{F}_T$ | в) сила тяжіння |
| 4) $m\vec{g}$ | г) сила тертя |
| | д) сила реакції |

Завдання 2

Вкажіть вірну формулу для сили тертя, яка діє на тіло, яке рухається по горизонтальній площині:

- а) μta ; б) mg ; в) μmg ; г) ktg ; д) μga

Завдання 3

Вкажіть вірну формулу рівняння прямолінійного руху тіла по горизонтальній поверхні:

- а) $F_T + \mu mg = ma$; б) $F_T - mg = ma$; в) $F_T - \mu ta = mg$; г) $F_T - \mu mg = ma$;
д) $F_T - \mu mg = mg$

Вправа 11

Приклад:

Потяг масою 1600 т рухається рівноприскоренно по горизонтальному шляху під дією сили тяги 400 кН. Знайти прискорення потяга, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,005. (В цій та усіх наступних задачах вважати $g=10 \text{ м/с}^2$).

Дано:

$$m = 1600 \text{ т} = 1600 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$F_T = 400 \text{ кН} = 400 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$\mu = 0,005$$

$$a = ?$$

Розв'язання

Рівняння руху потяга має вигляд:

$$F_T - \mu mg = ma$$

Звідси для прискорення отримаємо вираз:

$$a = \frac{F_T - \mu mg}{m}$$

Підставимо числові значення та отримаємо відповідь:

$$a = \frac{400 \cdot 10^3 - 0,005 \cdot 1600 \cdot 10^3 \cdot 10}{1600 \cdot 10^3} = \frac{400 - 80}{1600} = 0,2 \text{ м/с}^2$$

Самостійно розв'яжіть наступні задачі:

1. Автомобіль масою 5 т рухається по горизонтальній дорозі з прискоренням $0,6 \text{ м/с}^2$. Знайти силу тяги, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,04. (Відповідь дати у кН).
2. Потяг рухається рівноприскоренно по горизонтальному шляху з прискоренням $0,1 \text{ м/с}^2$ під дією сили тяги 300 кН. Знайти масу потяга, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,005. (Відповідь дати у тонах).
3. Автомобіль масою 1,2 т рухається по горизонтальній дорозі під дією сили тяги 1,56 кН з прискоренням $0,8 \text{ м/с}^2$. Знайти коефіцієнт тертя.
4. Потяг масою 2500 т рухається рівноприскоренно по горизонтальному шляху під дією сили тяги 1000 кН. Знайти прискорення потяга, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,01.
5. Автобус масою 10,5 т рухається по горизонтальній дорозі з прискоренням 1 м/с^2 . Знайти силу тяги, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,04. (Відповідь дати у кН).
6. Автомобіль рухається рівноприскоренно по горизонтальному шляху з прискоренням 2 м/с^2 під дією сили тяги 5 кН. Знайти масу автомобіля, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,05. (Відповідь дати у тонах).
7. Автобус масою 15 т рухається по горизонтальній дорозі під дією сили тяги 30 кН з прискоренням $1,5 \text{ м/с}^2$. Знайти коефіцієнт тертя.
8. Автобус масою 25 т рухається рівноприскоренно по горизонтальному шляху під дією сили тяги 10 кН. Знайти прискорення автобусу, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,02.
9. Потяг масою 1800 т рухається по горизонтальному шляху з прискоренням $0,05 \text{ м/с}^2$. Знайти силу тяги, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,001. (Відповідь дати у кН).
10. Автомобіль рухається рівноприскоренно по горизонтальній дорозі з прискоренням $1,2 \text{ м/с}^2$ під дією сили тяги 2,1 кН. Знайти масу автомобіля, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,03. (Відповідь дати у тонах).
11. Автобус масою 12 т рухається по горизонтальній дорозі під дією сили тяги 6,6 кН з прискоренням $0,5 \text{ м/с}^2$. Знайти коефіцієнт тертя.
12. Потяг масою 1500 т рухається рівноприскоренно по горизонтальному шляху під дією сили тяги 210 кН. Знайти прискорення потягу, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,006.

ЛІНГВОКОМЕНТАР

Нові граматичні форми з дієсловами, які зустрічаються у тексті
«Рух тіла під дією декількох сил», «Вправа 11»

Конструкції	Моделі
Що рухається як (з чим?) Н.в. + рухається + з О.в. (O^5) Н.в. + рухається + як?	Тіло рухається з прискоренням $\vec{a}$. Тіло рухається рівноприскоренно.

Що рухається по чому? під дією чого? Н.в. + рухається + по М.в.(О ⁶) + під О.в. (О ⁵) + Р.в. (О ²)	Автомобіль рухається по горизонтальному шляху під дією сили тяги 10 кН.
Що має вигляд... Н.в. + має вигляд...	Рівняння руху потяга має вигляд...
Щодорівнюєчому Н.в. + дорівнює + Д.в.(О ³)	Коефіцієнт тертя дорівнює 0,005 (нулю цілих п'яти тисячним).

Список основних дієслів уроку:

рухатися (як, з чим?) І (НДВ)

рухатися (по чому?, під дією чого?) (НДВ)

мати (що?) вигляд І (НДВ)

дорівнювати (чому?) І (НДВ)