

Тема заняття: Рух тіла під дією кількох сил.

План заняття:

1. Алгоритм розв'язування задач з динаміки.
2. Рух тіла по горизонталі.
3. Рух тіла по похилій площині.
4. Рух зв'язаних тіл.

1. Алгоритм розв'язування задач з динаміки.

1. Прочитайте умову задачі. Запишіть коротку умову задачі. У разі необхідності переведіть значення фізичних величин в одиниці СІ.
2. Виконайте пояснювальний малюнок (олівець, лінійка), на якому зазначте сили, що діють на тіло, і напрямок прискорення руху тіла.
3. Виберіть інерціальну систему відліку. (вісь ox – в напрямку руху тіла, вісь oy – перпендикулярно ox ; центр системи – центр тіла).
4. Запишіть рівняння II закону Ньютона у векторному вигляді:
 - Якщо $a = 0$, то $F_1 + F_2 + F_3 + \dots = 0$ (над кожною літерою $F \rightarrow$)
 - Якщо $a \neq 0$, то $F_1 + F_2 + F_3 + \dots = m \cdot a$
5. Запишіть рівняння II закону Ньютона в скалярному вигляді (в проекціях на осі координат).
6. Додайте необхідні формули сил, кінематичні формули. Одержавши систему рівнянь, розв'яжіть її відносно невідомої величини.
7. Знайдіть числове значення шуканої величини, проаналізуйте результат.

2. Рух тіла по горизонталі.

Застосуємо алгоритм розв'язування задач з динаміки для випадку руху тіла по горизонтальній поверхні на прикладі задачі.

Задача №1.

Автобус, маса якого 15 т, зрушив з місця з прискоренням $0,7 \text{ м/с}^2$. Знайти силу тяги, якщо коефіцієнт опору рухові дорівнює 0,03. (коефіцієнт опору враховує усі види тертя)

Малюнок виконуємо олівцем і лінійкою.

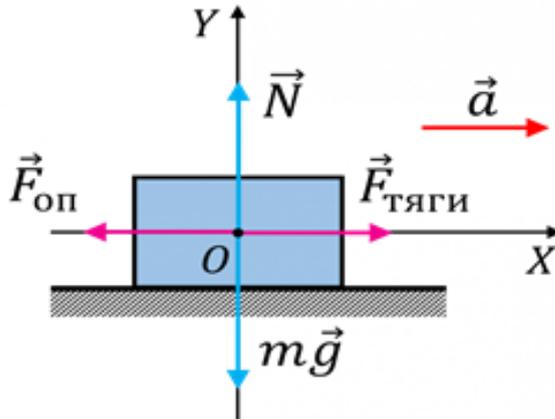
Дано:

$$m = 15 \text{ т} = 15000 \text{ кг}$$

$$a = 0,7 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = 0,03$$

$$F_{\text{тяги}} = ?$$



Сила реакції опори N та сила тяжіння однієї довжини. Сила тяги довше сили тертя (сила опору), якщо рух з прискоренням. Якщо рух рівномірний, сили однакової довжини. Якщо рух рівномірний стрілку прискорення не маємо.

$$\vec{F}_{\text{тяги}} + \vec{F}_{\text{тер}} + \vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a}$$

У скалярному вигляді: на кожен вісь окремо:

Ox: $F_{\text{тяги}} - F_{\text{тер}} = ma$ (сила реакції опори і сила тяжіння осі ox перпендикулярні, то їх проекції на вісь = 0)

$$Oy: N - mg = 0$$

Сила тяги є в першому рівнянні, але невідома сила тертя. Додаємо формулу: $F_{\text{тер}} = \mu \cdot N$. N знаходимо з другого рівняння, а саме

$$N = mg, \text{ то } F_{\text{тер}} = \mu \cdot m \cdot g.$$

$$F_{\text{тяги}} = ma + \mu \cdot m \cdot g = m(a + \mu \cdot g)$$

$$F_{\text{тяги}} = 15000 \text{ кг} (0,7 \text{ м/с}^2 + 0,03 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2) = 15000 \text{ Н}$$

Відповідь: сила тяги двигунів автобуса 15000 Н.

3. Рух тіла по похилій площині.

Застосуємо алгоритм розв'язування задач з динаміки для руху тіла по похилій площині, також на прикладі.

Задача №2.

На похилій площині довжиною 13 м і висотою 5 м лежить вантаж масою 26 кг. Коефіцієнт тертя 0,5. Яку силу треба прикласти до вантажу вздовж площини, щоб його зтягнути з прискоренням 0,2 м/с²?

Дано:

$$l = 13 \text{ м}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$m = 26 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,5$$

$$a = 0,2 \text{ м/с}^2$$

$$F_{\text{тяги}} = ?$$

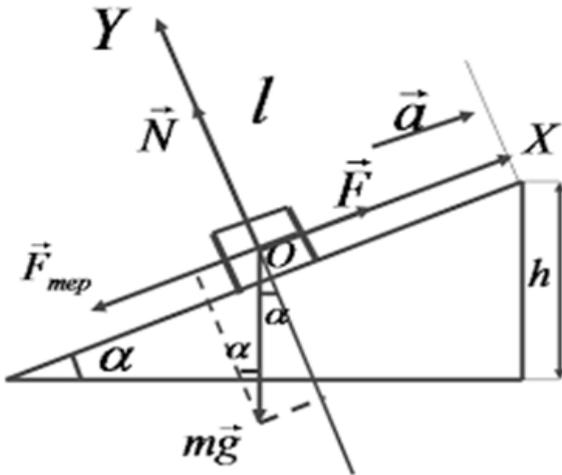
$$\vec{F}_{\text{тяги}} + \vec{F}_{\text{тер}} + \vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a}$$

$$\text{ох: } F_{\text{тяги}} - F_{\text{тер}} - mg\sin\alpha = ma ; \quad (- mg\sin\alpha - \text{проекція сили тяжіння на вісь ох})$$

$$\text{оу: } N - mg\cos\alpha = 0 \quad (- mg\cos\alpha - \text{проекція сили тяжіння на вісь оу})$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{l} ; \quad \sin\alpha = \frac{5 \text{ м}}{13 \text{ м}} = 0,38 ; \quad \alpha = 22^\circ$$

$$F_{\text{тер}} = \mu \cdot N ; \quad N = mg\cos\alpha$$



$$F_{\text{тер}} = \mu \cdot m \cdot g\cos\alpha ; \quad F_{\text{тяги}} - \mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha = ma$$

$$F_{\text{тяги}} = \mu mg\cos\alpha + mg\sin\alpha + ma = m(\mu g\cos\alpha + g\sin\alpha + a) ; \quad \cos\alpha = 0,93$$

$$F_{\text{тяги}} = 26 \text{ кг} (0,5 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,93 + 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,38 + 0,2 \text{ м/с}^2) = 225 \text{ Н}$$

Відповідь: сила , щоб зтягти тіло 225 Н

4. Рух зв'язаних тіл.

Розглянемо застосування алгоритму розв'язування задач з динаміки для руху тіл на блоці.

Виконуємо розв'язування задачі по кожному пункту алгоритму. Обов'язково малюнок. Якщо в задачі декілька сил, II закон Ньютона записується для кожного тіла.

Задача №3: Через нерухомий блок перекинута нитка, до кінців якої прив'язані два тіла масами 0,3 кг та 0,2 кг. Знайти прискорення руху тіл.

Дано:

$$m_1 = 0,3 \text{ кг}$$

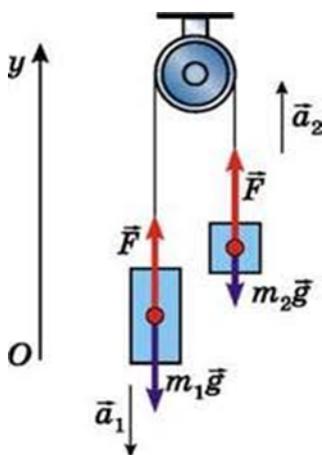
$$m_2 = 0,2 \text{ кг}$$

$$a = ?$$

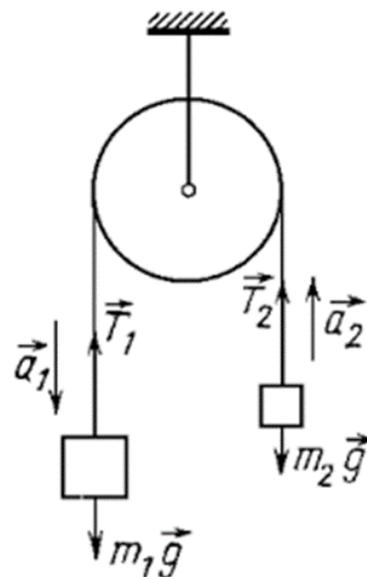
Виконуємо малюнок, вказуємо сили, що діють на кожне тіло.

Вказуємо вектор прискорення. Оскільки, тіла рухаються по вертикалі, зображуємо вісь ou . (в зошиті зробіть один з малюнків, що зображені нижче).

(біля малюнка, що праворуч накресліть вісь ou , якщо ви вибрали цей малюнок)



або



→
Сила T – сила натягу нитки, масою блока та силами тертя нехтуємо.
Прискорення тіл, силу натягу вважаємо рівними за модулем.

За II законом Ньютона:

$$(1) \vec{m}_1\vec{g} + \vec{T} = \vec{m}_1\vec{a}$$

$$(2) \vec{m}_2\vec{g} + \vec{T} = \vec{m}_2\vec{a}$$

Проекції на вісь ou :

$$(1) -m_1g + T = -m_1a$$

$$(2) -m_2g + T = m_2a$$

Перше рівняння множимо на -1 :

$m_1g - T = m_1a$ і додаємо праві частини рівнянь та ліві:

$$m_1g - m_2g + T - T = m_1a + m_2a$$

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

Знайдемо a – прискорення:

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

$$a = \frac{9.8 \text{ м/с}^2 (0.3 \text{ кг} - 0.2 \text{ кг})}{0.3 \text{ кг} + 0.2 \text{ кг}} = 2 \text{ м/с}^2$$

Відповідь: тіла рухаються з прискоренням 2 м/с^2 .

Домашнє завдання: практикум із розв'язування задач на стор. 84; стор. 90 №13 (обов'язково малюнок – рух по похилій площині) та задачі. **(УСІ ЗАДАЧІ З МАЛЮНКОМ!!!!)**

Задача №1: На нитці, яка перекинута через блок, знаходяться важки масою 0,3 кг та 0,34 кг. За 2 с після початку руху кожен важок пройшов шлях 1,2 м. Знайдіть прискорення вільного падіння, виходячи з даних досліду.

Задача №2: Тролейбус масою 10 т, рухається з місця і на шляху 50 м набуває швидкість 10 м/с. Знайдіть коефіцієнт опору, якщо сила тяги 14 кН. (рух по горизонталі)