

Рух тіла під дією кількох сил по похилій площині

Приклад 1. Сани масою 120 кг з'їжджають з гори завдовжки 20 м, нахиленої під кутом 30° до горизонту. Коли і з якою швидкістю вони досягнуть підніжжя гори, якщо коефіцієнт тертя 0,02?

Дано:

$$l = 20\text{ м}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\mu = 0,02$$

$$m = 120\text{ кг}$$

$t = ?$, $v = ?$

Розв'язання:

Запишемо II закон Ньютона

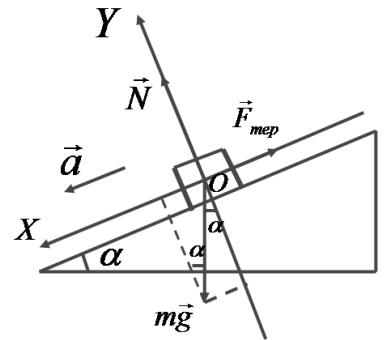
у векторній формі

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

Спроектуємо на координатні осі:

$$Ox: mg \sin \alpha - F_{\text{тер}} = ma; \Rightarrow a = \frac{mg \sin \alpha - F_{\text{тер}}}{m}$$

$$Oy: N - mg \cos \alpha = 0; \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$



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

$$a = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

При рівноприскореному русі без початкової швидкості шлях:

$$l = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2l}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}$$

$$v = at = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cdot t$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20\text{ м}}{9,8\text{ м/с}^2 (0,5 - 0,02 \cdot 0,866)}} = 2,9\text{ с}$$

$$v = 9,8\text{ м/с}^2 (0,5 - 0,02 \cdot 0,866) \cdot 2,9\text{ с} = 13,7\text{ м/с}$$

Відповідь: $t = 2,9\text{ с}$, $v = 13,7\text{ м/с}$.

Приклад 2. На похилій площині, завдовжки 13 м і заввишки 5 м, лежить вантаж, маса якого 26 кг. Коефіцієнт тертя між вантажем і дошкою 0,5. Яку силу потрібно прикласти до вантажу вздовж похилої площини, щоб його витягнути? Рух вважати рівноприскореним із прискоренням 0,5 м/с²

Дано:

$$h = 5\text{ м}$$

$$l = 13\text{ м}$$

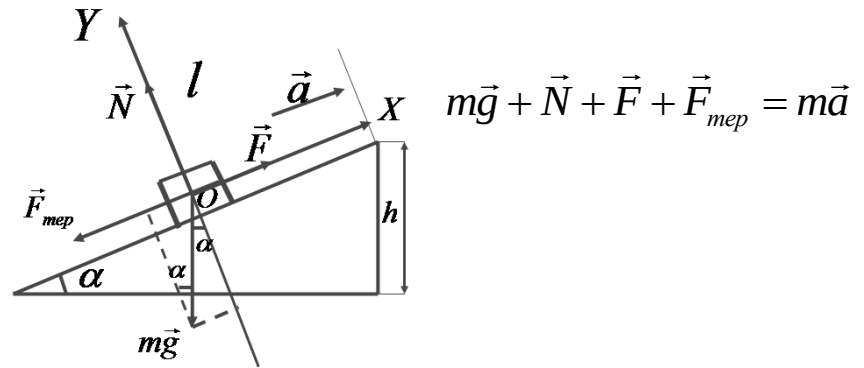
$$m = 26\text{ кг}$$

$$\mu = 0,5$$

$$a = 0,5\text{ м/с}^2$$

Розв'язання:

Запишемо II закон Ньютона у векторній формі



F=?

Спроектуємо на координатні осі:

$$OX : F - F_{тер} - mg \sin \alpha = ma$$

$$OY : N - mg \cos \alpha = 0$$

Врахувавши, що $F_{тер} = \mu N$; $\frac{h}{l} = \sin \alpha$;

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{h}{l}\right)^2} \quad F - \mu N - mg \frac{h}{l} = ma$$

$$N - mg \sqrt{1 - \left(\frac{h}{l}\right)^2} = 0 \quad N = mg \sqrt{1 - \left(\frac{h}{l}\right)^2}$$

$$F - \mu mg \sqrt{1 - \left(\frac{h}{l}\right)^2} - mg \frac{h}{l} = ma \quad F = ma + \mu mg \sqrt{1 - \left(\frac{h}{l}\right)^2} + mg \frac{h}{l}$$

Відповідь: F=132 Н.

Задачі

1. Яку силу треба прикласти для підйому вагонетки масою 600 кг по естокади з кутом нахилу 30° , якщо коефіцієнт опору руху дорівнює 0,05?
2. З яким прискоренням ковзає брусок по похилій площині з кутом нахилу 45° при коефіцієнті тертя 0,2.
3. Похила площина, утворює кут 25° з площиною горизонту і має довжину 2 м. Тіло, рухаючись рівноприскорено, сковзає з цієї площини за час 2 с. Визначити коефіцієнт тертя тіла об площину.
4. Яку силу потрібно прикласти до ящика масою 50 кг, щоб затягти його вгору по схилу довжиною 20 м і висотою 6 м? Сила напрямлена вздовж схилу, тертя відсутнє.
5. Вантаж масою 30 кг розташований на похилій площині з кутом нахилу 20° . Яку силу потрібно прикласти до вантажу вздовж схилу, щоб: а) затягти вантаж угору; б) стягти вантаж униз? Коефіцієнт тертя вантажу об площину дорівнює 0,4.
6. Тіло рівномірно тягнуть угору по похилій площині з кутом нахилу 45° , прикладаючи силу в напрямі руху. За якого коефіцієнта тертя прикладена сила перевищує силу тяжіння?
7. На похилій площині з кутом нахилу α лежить брусок масою m . Коефіцієнт тертя дорівнює μ . Визначте значення сили тертя.
8. З вершини похилій площині, що має довжину 10 м і висоту 5 м, починає рухатися без початкової швидкості тіло. Який час буде продовжуватися рух тіла до підстави похилій площині і яку швидкість воно матиме в кінці спуску? Коефіцієнт тертя між тілом і площиною 0,2.