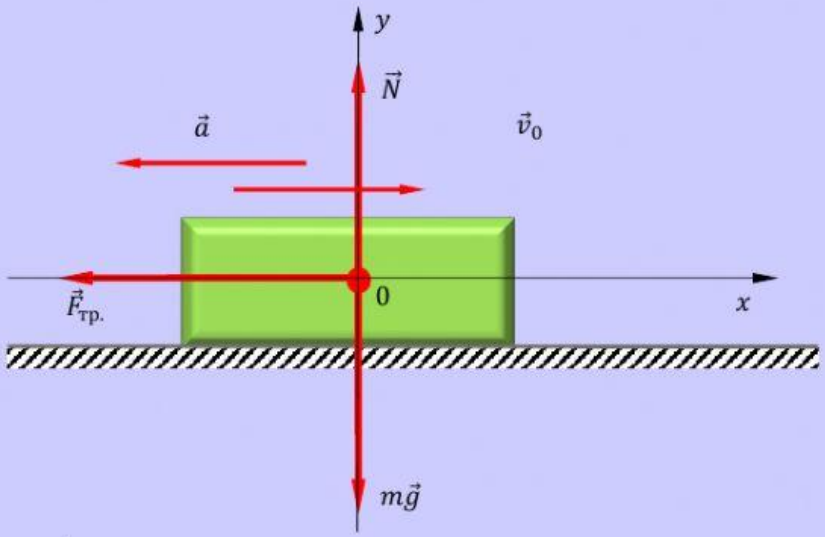
ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я **КЛАС**

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ТЕМИ

«РУХ ТІЛА ПІД ДІЄЮ КІЛЬКОХ СИЛ»

1. При швидкості 72 км/год *водій вимикає двигун і починає гальмування по горизонтальній ділянці дороги з коефіцієнтом тертя 0,2. Визначити час, через який зупиниться автомобіль, його прискорення та гальмівний шлях. Вважайте* $g = 10\,\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

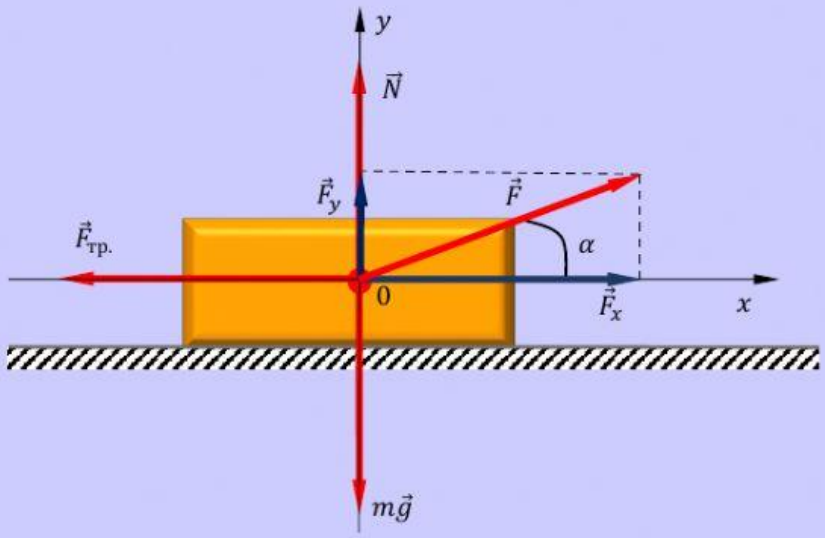


Дано	*СІ*	*Розв'язання*
$v_0 = 72\,\frac{\text{км}}{\text{год}}$ $v = 0$ $\mu = 0{,}2$	$= 20\,\frac{\text{м}}{\text{с}}$	При гальмуванні з вимкненим двигуном на автомобіль діють сила тяжіння $m\vec{g}$, сила нормальної реакції опори $\vec{N}$, сила тертя $\vec{F}_{\text{тр.}}$. Запишемо для автомобіля рівняння другого закону Ньютона у векторному вигляді: $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр.}} = m\vec{a}$ (1) Де m – маса автомобіля, a – прискорення, з яким рухається автомобіль при гальмуванні. Спроектуємо дане рівняння на вибрані вісі: $0x$: $-F_{\text{тр.}} = -ma$ (2) $0y$: $N - mg = 0$ (3) З (3): $N = mg$ (4) Сила тертя: $F_{\text{тр.}} = \mu N$ (5) Де μ – коефіцієнт тертя. З (4) і (5): $F_{\text{тр.}} = \mu mg$ (6) Перепишемо (2): $-\mu mg = ma$ Звідси: $a = \mu g$ (7) Запишемо рівняння проекції швидкості автомобіля на вісь $0x$: $v(t) = v_0 - at$ (8) Час руху до зупинки: $t_{\text{зуп}} = \frac{v_0 - v}{a}$ (9)

LIVEWORKSHEETS

		Гальмівний шлях автомобіля: $$l = \frac{v_0^2 - v^2}{2a} \ (10)$$ Виконаємо числову підстановку в (7), (9) і (10): $$a = 0{,}2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$ $$t_{\text{зуп}} = \frac{20 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0}{2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 10c$$ $$l = \frac{\left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - 0^2}{2 \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 100 \text{ м}$$
Знайти: $t_{\text{зуп}}, a, l$		*Відповідь.* $t_{\text{зуп}} = 10\text{с}, a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, l = 100\text{м}$

2. Яку мінімальну силу Вам потрібно прикладати на горизонтальній дорозі , щоб тягнути санчата з другом загальною масою 65 кг, коефіцієнт тертя санчат об сніг 0,02. Мотузку Ви тримаєте під кутом $30°$. *Вважайте* $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

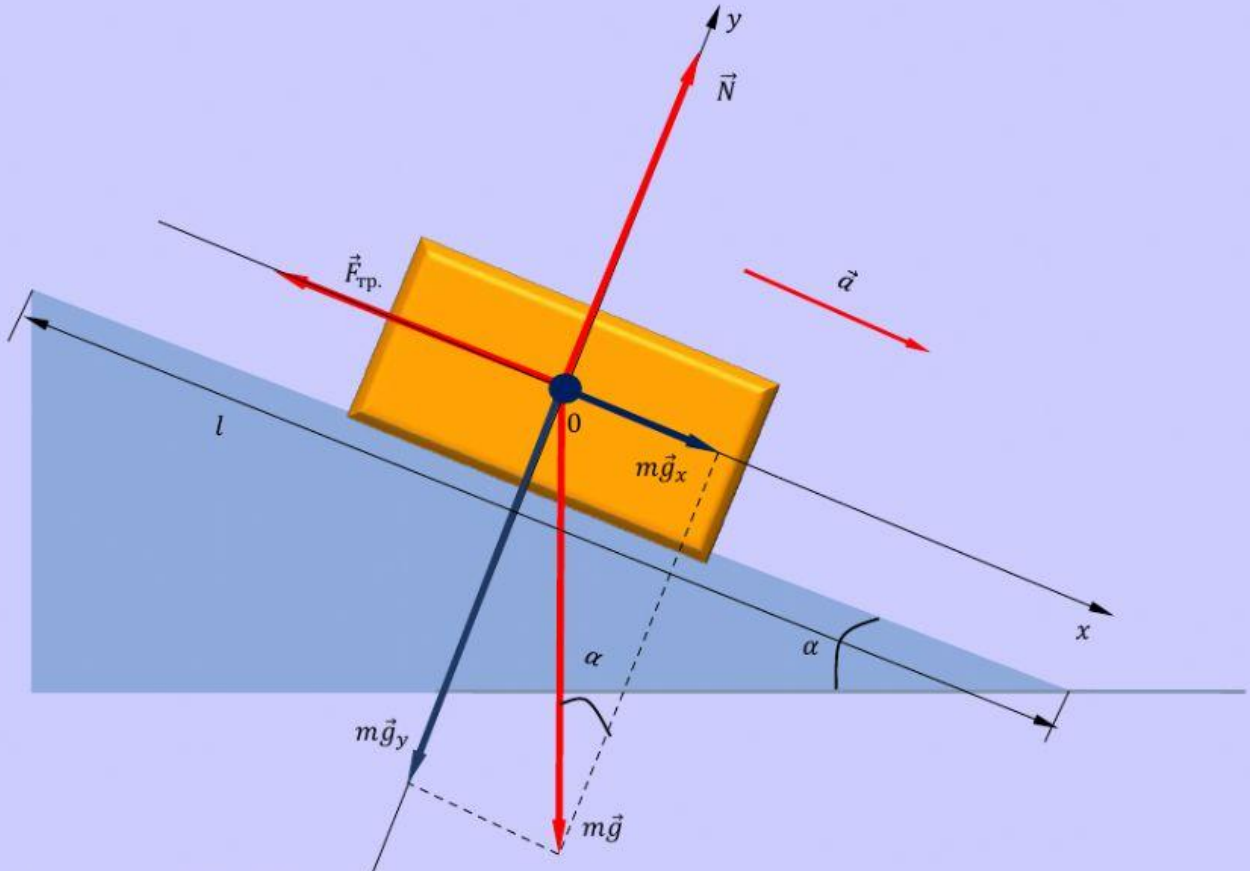


Дано	*СІ*	*Розв'язання*
$m = 65$ кг $\mu = 0{,}02$ $\alpha = 30°$		Оскільки в задачі стоїть завдання знайти мінімальну силу, яку необхідно прикладати для переміщення саней, то вважаємо рух саней рівномірним, тобто прискорення руху $a = 0$. На санчата з другом діють сила тяжіння $m\vec{g}$, сила нормальної реакції опори $\vec{N}$, сила тертя $\vec{F}_{\text{тр.}}$ та прикладена сила $\vec{F}$. Запишемо для саней рівняння другого закону Ньютона у векторному вигляді: $$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр.}} + \vec{F} = 0 \quad (1)$$ Де m – маса саней. Спроектуємо дане рівняння на вибрані вісі: $$0x: \ -F_{\text{тр.}} + F\cos\alpha = 0 \ (2)$$ $$0y: N + F\sin\alpha - mg = 0 \ (3)$$ 3 (3): $$N = mg - F\sin\alpha \quad (4)$$ Сила тертя:

LIVEWORKSHEETS

		$$F_{\text{тр.}} = \mu N \ (5)$$ Де μ – коефіцієнт тертя. З (4) і (5): $$F_{\text{тр.}} = \mu mg - \mu F sin\alpha \ (6)$$ Перепишемо (2): $$-\mu mg + \mu F sin\alpha + F cos\alpha = 0$$ Звідси: $$F = \frac{\mu mg}{\mu sin\alpha + cos\alpha} \ (7)$$ Виконаємо числову підстановку в (7): $$F = \frac{0{,}02 \cdot 65\text{кг} \cdot 10\,\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0{,}02 \cdot 0{,}5 + 0{,}866} = 14{,}84\ \text{Н}$$
Знайти:F		*Відповідь.* $F = 14{,}84$ Н

3. 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. Вважайте $g = 10\,\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



Дано	*СІ*	*Розв'язання*
$m = 120$ кг $\mu = 0{,}02$ $\alpha = 30°$ $l = 20$ м		На сани діють сила тяжіння $m\vec{g}$, сила нормальної реакції опори $\vec{N}$ та сила тертя $\vec{F}_{\text{тр.}}$. Запишемо для саней рівняння другого закону Ньютона у векторному вигляді: $$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр.}} = m\vec{a} \quad (1)$$ Де m – маса саней, a – прискорення, з яким рухаються сани. Спроектуємо дане рівняння на вибрані вісі: $$0x: \ -F_{\text{тр.}} + mgsin\alpha = ma \ (2)$$

LIVEWORKSHEETS

$$0y: N - mg\cos\alpha = 0 \ (3)$$

З (3):

$$N = mg\cos\alpha \ \ (4)$$

Сила тертя:

$$F_{\text{тр.}} = \mu N \ (5)$$

Де μ – коефіцієнт тертя. З (4) і (5):

$$F_{\text{тр.}} = \mu mg\cos\alpha \ (6)$$

Перепишемо (2):

$$-\mu mg\cos\alpha + mg\sin\alpha = ma$$

Звідси:

$$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) \ (7)$$

Оскільки не вказано іншого, вважаємо початкову швидкість саней рівною нулю. Шлях, пройдений санями до підніжжя гори:

$$l = \frac{a}{2} t_{\text{спуску}}^2 \ (8)$$

Де $t_{\text{спуску}}$ – час спуску саней з гори. Звідси:

$$t_{\text{спуску}} = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2l}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}} \ (9)$$

Швидкість саней біля підніжжя гори:

$$v = at_{\text{спуску}} = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)t_{\text{спуску}} \ (10)$$

Виконаємо числову підстановку в (9), (10):

$$t_{\text{спуску}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0{,}5 - 0{,}02 \cdot 0{,}866)}} = 8{,}29 \text{ с}$$

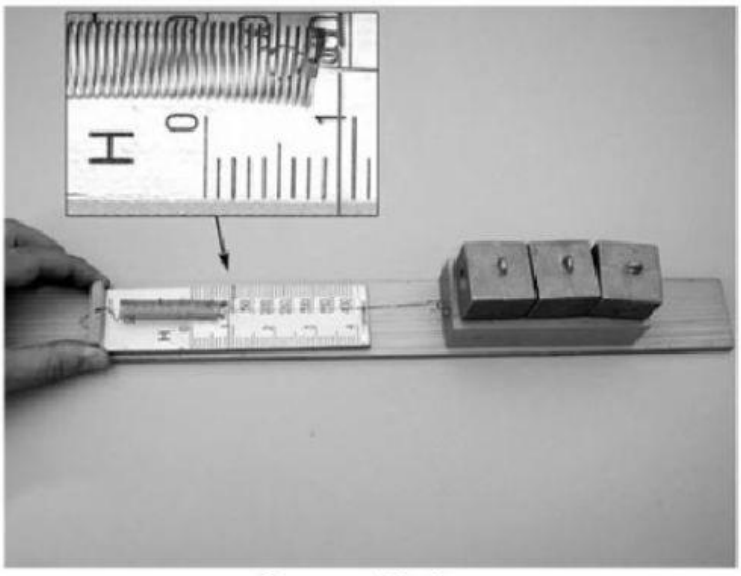
$$v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0{,}5 - 0{,}02 \cdot 0{,}866) \cdot 8{,}29 \text{ с} = 40{,}01 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Знайти: $t_{\text{спуску}}, v$

Відповідь. $t_{\text{спуску}} = 8{,}29$ с, $v = 40{,}01 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Брусок, навантажений тягарцями рівномірно тягли по горизонтальній рейці (див. фотографію 1). Потім брусок разом із тягарцями зважили (див. фотографію 2). Визначте за результатами вимірювань коефіцієнт тертя між бруском і рейкою.

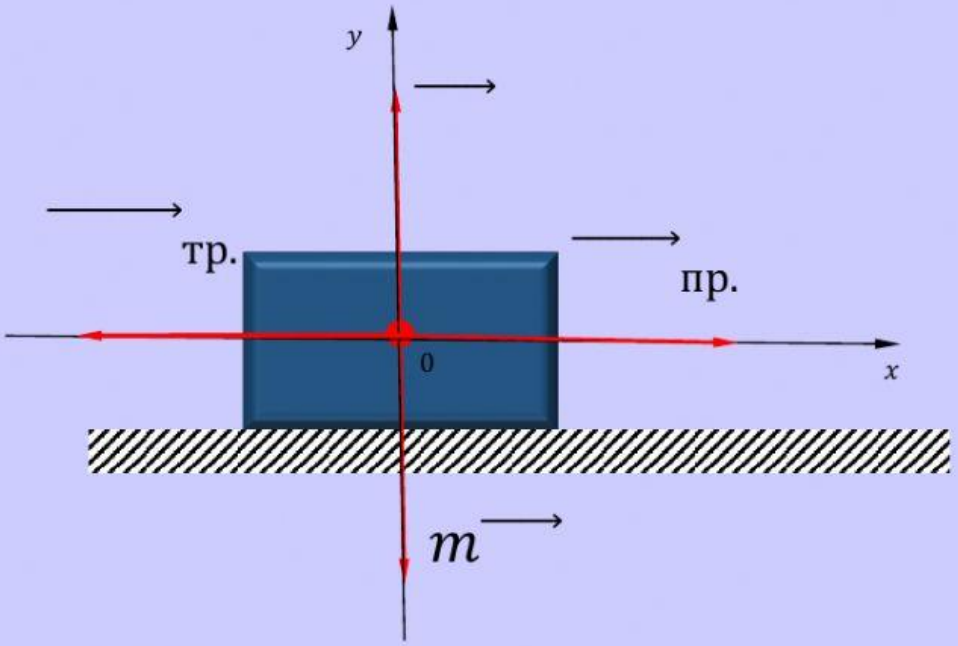


Фотографія 1



Фотографія 2

LIVEWORKSHEETS



Дано	*СІ*	*Розв'язання*
$F_{пр}$ = Н a = P = Н		На брусок діють сила тяжіння m, сила нормальної реакції опори, сила пружності пр., сила тертя тр. Запишемо для бруска рівняння другого закону Ньютона у векторному вигляді: m пр. тр. = (1) Де m – бруска з вантажами. Спроектуємо дане рівняння на вибрані вісі: $0x$: тр. пр. = (2) $0y$: = (3) Звідси: N = Сила тертя: тр. = μ · тр. = μ Перепишемо (2): μ пр. =

LIVEWORKSHEETS

$$\mu = \frac{\text{пр.}}{\qquad} \qquad (4)$$

Оскільки при зважуванні брусок з тягарцями перебувають в стані спокою, вага бруска з тягарцями:

$$P = mg \quad (5)$$

Перепишемо (4):

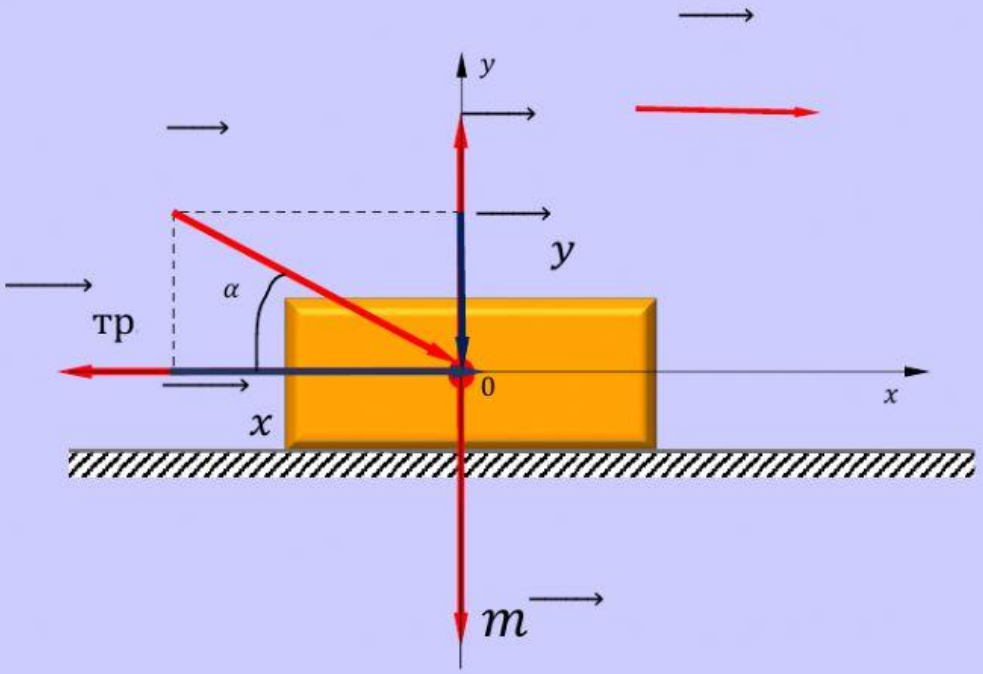
$$\mu = \frac{\text{пр.}}{\qquad} \qquad (6)$$

Виконаємо числову підстановку в (6):

$$\mu = \frac{\text{Н}}{\text{Н}} =$$

Знайти: μ	*Відповідь.* $\mu =$

2. *Робітник штовхає по горизонтальній дорозі вагонетку з силою 190 Н, яка напрямлена вниз під кутом 45° до горизонту. Визначте масу вагонетки, якщо відомо, що прискорення, з яким рухається вагонетка, дорівнює 0,8 м/с², а коефіцієнт тертя – 0,02. Вважайте* $g = 10\,\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



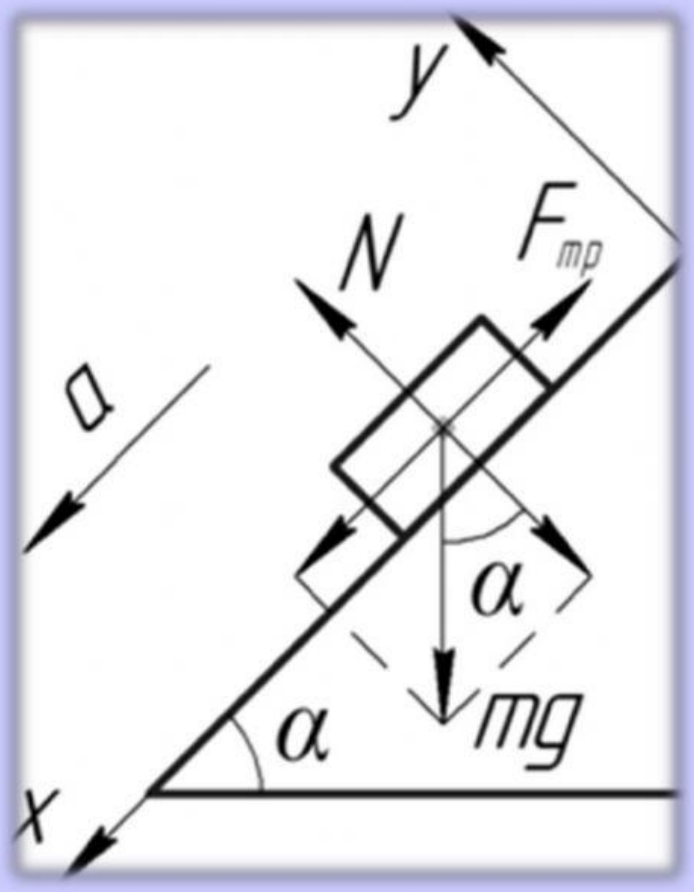
Дано	*СІ*	*Розв'язання*
$F =$ Н $\mu =$ $\alpha =$ °		На вагонетку діють сила тяжіння m, сила нормальної реакції опори, прикладена робітником сила, сила тертя

LIVEWORKSHEETS

a =	м / $с^2$	$\longrightarrow$ тр.· Запишемо для вагонетки рівняння другого закону Ньютона у векторному вигляді: $m\longrightarrow = \longrightarrow + \longrightarrow + \longrightarrow$ тр. (1) Де m – вагонетки, a – , з яким рухається вагонетка. Спроектуємо дане рівняння на вибрані вісі: $0x$: тр. $\cdot \alpha = (2)$ $0y$: $\cdot \alpha = (3)$ Звідси: $N = \cdot \alpha$ Сила тертя: тр. $= \mu \cdot$ тр. $= \mu \cdot (\cdot \alpha)$ Перепишемо (2): $\mu \alpha \mu \alpha =$ $m = \frac{(\alpha \mu \alpha)}{\mu}$ (4) Виконаємо числову підстановку в (4) (*результат округліть до цілого числа*): $m =$ кг
Знайти: m	*Відповідь.* $m =$ кг	

LIVEWORKSHEETS

3. *По похилій площині з кутом нахилу 30° до горизонту зісковує тіло. Визначте швидкість тіла наприкінці другої секунди руху, якщо коефіцієнт тертя 0,15. Початкова швидкість руху рівна нулю. Вважайте* $g = 10\,\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



Дано	*СІ*	*Розв'язання*
$\mu =$ $\alpha = \ ^\circ$ $t = \ c$ $v_0 =$		На тіло діють сила тяжіння $m\overrightarrow{\ }$, сила нормальної реакції опори $\overrightarrow{\ }$ та сила тертя $\overrightarrow{\ }_{тр.}$. Запишемо для тіла рівняння другого закону Ньютона у векторному вигляді: $m\overrightarrow{\ } \quad \overrightarrow{\ } \quad \overrightarrow{\ }_{тр.} = \qquad (1)$ Де $m -$ тіла , $a -$, з яким рухається тіло. Спроектуємо дане рівняння на вибрані вісі: $0x: \quad _{тр.} \quad \cdot \quad \alpha$ $= \qquad (2)$ $0y: \qquad \alpha = \qquad (3)$ Звідси: $N = \qquad \alpha$ Сила тертя: $_{тр.} = \mu \cdot$ $_{тр.} = \mu \qquad \alpha$

LIVEWORKSHEETS

Перепишемо (2):

$$\mu \quad \alpha \quad \alpha = a = (\alpha \quad \mu \quad \alpha) \quad (4)$$

Виконаємо числову підстановку в (4) (*результат округліть до одного знаку після коми*):

$$a = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Швидкість тіла через час t після початку руху:

$$v = \quad (5)$$

Виконаємо числову підстановку в (4) (*результат округліть до одного знаку після коми*):

$$v = \frac{\text{м}}{c}$$

Знайти: v

Відповідь. $v = \frac{\text{м}}{c}$

LIVEWORKSHEETS