

Закон додавання швидкостей

1. Річкою проти течії, швидкість якої 0,5 м/с, пливе човен, швидкість руху якого відносно води 4,5 м/с. Визначте швидкість руху човна відносно берега. Який шлях відносно берега він подолає за 5 хв?

Дано:

$$v_T = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{ч}} = 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = 5 \text{ хв} = \text{ } \text{с}$$

$$v - ?$$

$$l - ?$$

Розв'язання

Закон додавання швидкостей: Швидкість руху тіла в нерухомій системі відліку дорівнює геометричній сумі швидкості руху тіла в рухомій системі відліку та швидкості руху рухомої системи відліку відносно нерухомої:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{ч}} + \vec{v}_T$$

Якщо човен рухається проти течії, то

$$v = v_{\text{ч}} - v_T$$

$$v = 4,5 - 0,5 = \text{ } \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$l = vt \quad [l] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \text{м} \quad l = \text{ } \cdot \text{ } = \text{ } (\text{м})$$

Відповідь: $v = \text{ } \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $l = \text{ } , \text{ } \text{ км}$.

2. За течією річки пливе теплохід зі швидкістю 10 м/с відносно води. По палубі, переміщуючись від корми до носа корабля, йде пасажир зі швидкістю 1 м/с відносно палуби. Знайдіть швидкість руху пасажирів відносно берега, якщо швидкість течії становить 0,5 м/с.

Дано:

$$v_{\text{теп.}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{пас.}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{теч.}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v - ?$$

Розв'язання

Закон додавання швидкостей:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{теп.}} + \vec{v}_{\text{пас.}} + \vec{v}_{\text{теч.}}$$

Теплохід рухається за течією, пасажир йде в напрямку руху теплоходу.

$$v = v_{\text{теп.}} + v_{\text{пас.}} + v_{\text{теч.}}$$

$$v = 10 + 1 + 0,5 = \text{ } , \text{ } \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

3. Ескалатор метро рухається зі швидкістю 0,75 м/с. За який час пасажир підніметься по ескалатору завдовжки 50 м, якщо він йде в напрямку його руху зі швидкістю 0,25 м/с відносно стрічки ескалатора?

Дано:

$$v_e = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$s = 50 \text{ м}$$

$$v_{\text{л}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Розв'язання

Закон додавання швидкостей:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{л}} + \vec{v}_e$$

Якщо пасажир йде в напрямку руху ескалатора, то

$t = ?$

$$v = v_{\text{л}} \quad v_e$$

Відстань, яку необхідно подолати:

$$s = vt = (v_{\text{л}} \quad v_e)t$$

$$t = \frac{s}{v_{\text{л}} \quad v_e}$$

$$t = \frac{50}{0,25 \quad 0,75} = \quad (\text{с})$$

4. Рибалка перепливає річку на човні, утримуючи його перпендикулярно до напрямку течії. Швидкість руху човна відносно води 4 м/с, швидкість течії річки 3 м/с, ширина річки 400 м. Визначте:

- 1) за який час човен перепливе річку;
- 2) за який час човен переплив би річку, якби не було течії;
- 3) модуль швидкості і модуль переміщення руху човна відносно берега;
- 4) на якій відстані униз за течією від вихідної точки човен досягне протилежного берега;
- 5) як напрямлена швидкість човна відносно берега.

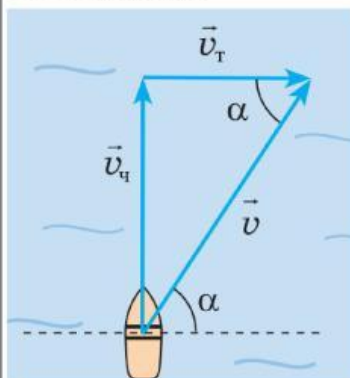
Дано:

$$v_{\text{ч}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{т}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 400 \text{ м}$$

Розв'язання



1) Знайдемо час, за який човен перепливає річку:

$$t = \frac{h}{v_{\text{ч}}} \quad [t] = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{с}$$

$$t = \frac{400}{4} = 100 \quad (\text{с})$$

2) Бачимо, що час руху човна не залежить від швидкості течії річки, тому, якби не було течії, переїзд через річку зайняв би стільки ж часу: $t_{\text{без т.}} = t = 100 \text{ с}$

3) Закон додавання швидкостей: $\vec{v} = \vec{v}_{\text{н}} + \vec{v}_{\text{в}}$

Модуль швидкості руху човна відносно берега знайдемо за теоремою Піфагора:

$$v = \sqrt{v_{\text{н}}^2 + v_{\text{в}}^2} \quad v = \sqrt{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$v = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Човен рухається рівномірно, тому переміщення човна відносно берега:

$$s = vt \quad [s] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \text{м} \quad s = 5 \cdot 100 = 500 \quad (\text{м})$$

4) Знаючи час руху човна та швидкість течії річки, визначимо відстань, на яку човен знесло вниз за течією:

$$l = v_{\text{т}} t \quad [l] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \text{м} \quad l = 3 \cdot 100 = 300 \quad (\text{м})$$

5) Як видно з рисунка, вектор $\vec{v}$ напрямлений під певним кутом α до берега, при цьому:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{v_{\text{ч}}}{v_{\text{т}}} & [\operatorname{tg} \alpha] &= \frac{\frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = 1 \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{4}{3} \approx \boxed{} & \alpha &= \arctg \boxed{} \approx \boxed{}^{\circ} \end{aligned}$$

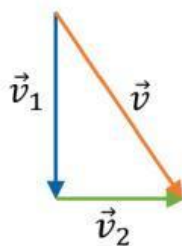
5.

Літак летить на південь зі швидкістю 540 км/год відносно повітря крізь повітряний потік, що рухається на схід зі швидкістю 250 км/год. Який шлях відносно Землі пролетить літак за 15 хв?

Дано:

$$\begin{aligned} v_1 &= 540 \frac{\text{км}}{\text{год}} \\ v_2 &= 250 \frac{\text{км}}{\text{год}} \\ t &= 15 \text{ хв} \\ &= \boxed{} \text{ год} \end{aligned}$$

Розв'язання



Знайдемо швидкість літака відносно Землі:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

Модуль швидкості руху літака відносно Землі знайдемо за теоремою Піфагора:

$$v = \sqrt{v_1^2 + \boxed{} v_2^2}$$

$$l = vt = t \cdot \sqrt{v_1^2 + \boxed{} v_2^2} \quad [l] = \frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \text{год} = \text{км}$$

$$l = 0,25 \cdot \sqrt{540^2 + \boxed{} 250^2} \approx \boxed{} (\text{км})$$