

Относительность движения

9 класс

Правило сложения перемещений

Векторная сумма перемещений

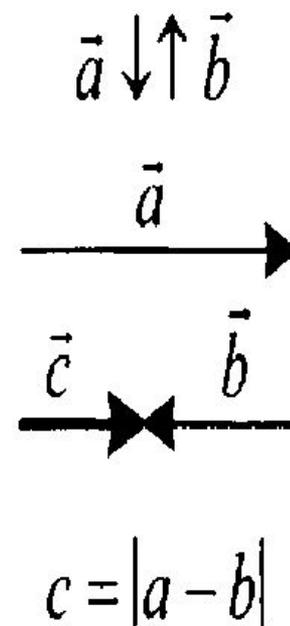
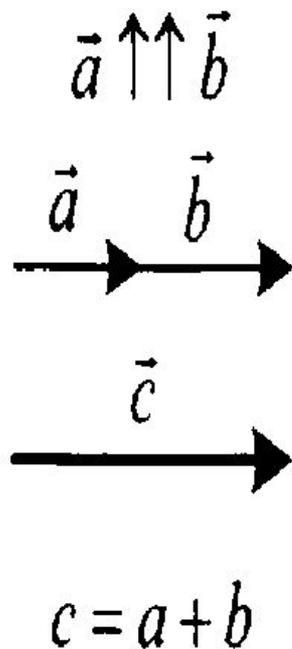
$$\vec{s}' = \vec{s}_1 + \vec{s}_2,$$

где \vec{s}_1 — перемещение тела относительно подвижной системы отсчёта (ПСО); \vec{s}_2 — перемещение ПСО относительно неподвижной системы отсчёта (НСО); \vec{s}' — перемещение тела относительно неподвижной системы отсчёта (НСО)

Векторное сложение

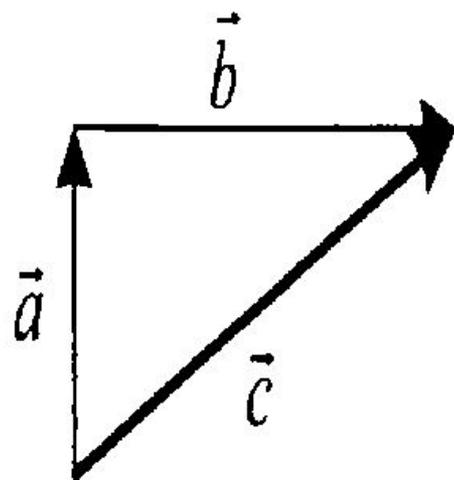
$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}.$$

Сложение векторов, направленных вдоль одной прямой

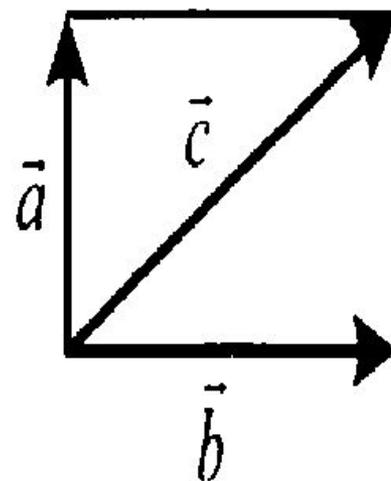


Сложение векторов, перпендикулярных друг другу $\vec{a} \perp \vec{b}$

Правило треугольника



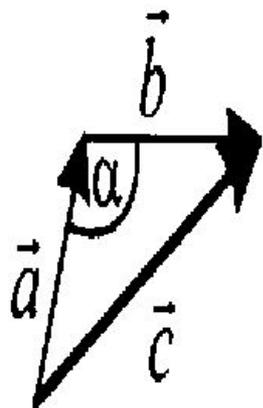
Правило параллелограмма



По теореме Пифагора

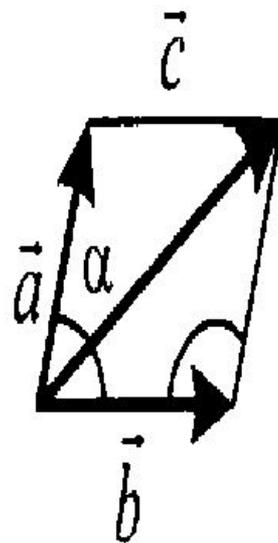
$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Сложение векторов, расположенных под углом α друг к другу



По теореме косинусов

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}$$



По теореме косинусов

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos(180^\circ - \alpha)}$$

Правило сложения скоростей

Векторная сумма скоростей

$$\vec{v}' = \vec{v} + \vec{u},$$

где \vec{v} — скорость тела относительно подвижной системы отсчёта (ПСО); \vec{u} — скорость ПСО относительно неподвижной системы отсчёта (НСО); \vec{v}' — скорость тела относительно неподвижной системы отсчёта (НСО).

Частные случаи сложения скоростей

<p>Тело плывёт по течению $\vec{v} \uparrow \uparrow \vec{u}$</p> $v' = v + u$	<p>Тело плывёт против течения $\vec{v} \uparrow \uparrow \vec{u}$</p> $v' = v - u$	<p>Тело плывёт перпендикулярно течению $\vec{v} \perp \vec{u}$</p> $v' = \sqrt{v^2 + u^2}$
---	---	---

Катер движется
по озеру

$$v' = v,$$

так как $u = 0$

Лодка плывёт
в стоячей воде

$$v' = v,$$

так как $u = 0$

Пассажир поднимается
по неподвижному эскала-

тору $v' = v,$

так как $u = 0$

Плот плывёт
по течению реки

$$v' = u,$$

так как $v = 0$

Катер движется
с выключенным
двигателем $v' = u,$

так как $v = 0$

Эскалатор поднимает
неподвижно стоящего
пассажира $v' = u,$

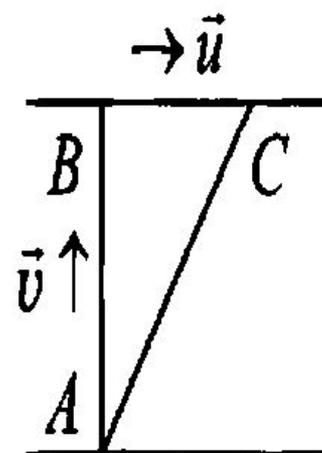
так как $v = 0$

Задачи

1. Катер двигался со скоростью \vec{v} перпендикулярно течению реки в системе отсчёта, связанной с водой. На сколько будет снесён катер течением, если скорость течения реки \vec{u} и её ширина AB ?

Подсказки

Переправа



Учтите: время движения лодки и течения одинаково

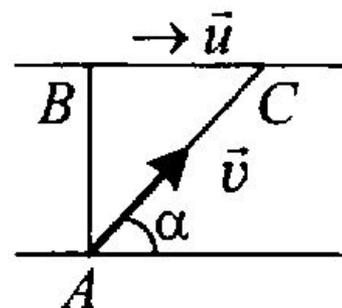
$$\frac{AB}{v} = \frac{BC}{u} \Rightarrow BC = \frac{AB \cdot u}{v}$$

Задачи

2. Моторная лодка развивает скорость \vec{v} . За какое минимальное время лодка может пересечь реку шириной AB при скорости реки \vec{u} ?

Подсказки

Минимальное время



Учтите: время движения лодки

$$t = \frac{AB}{v \sin \alpha};$$

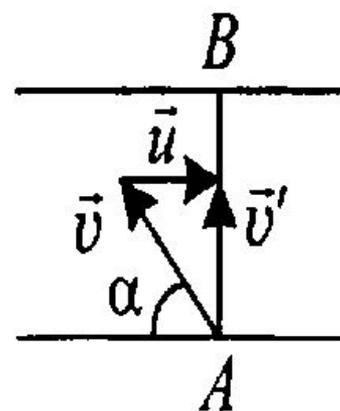
оно минимально, если $\alpha = 90^\circ$,

т.е. $\vec{v} \perp AB$,

ПОЭТОМУ $t_{\min} = \frac{AB}{v}$

3. Моторная лодка, имеющая собственную скорость \vec{v} , должна переправиться через реку по кратчайшему пути. Под каким углом к берегу следует направлять лодку, если скорость течения реки \vec{u} ?

Кратчайший путь AB

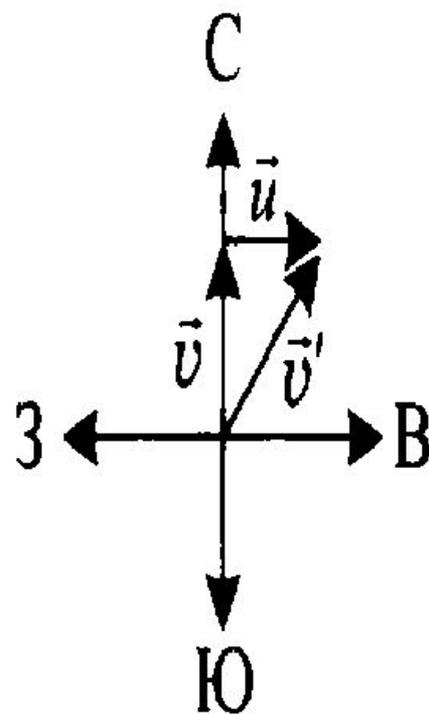


$$\vec{v}' \uparrow \uparrow AB, v' = \sqrt{v^2 - u^2},$$

собственная скорость лодки направлена под углом α к берегу

$$\cos \alpha = \frac{u}{v}$$

4. Вертолёт летел на север со скоростью \vec{v} относительно земли. С какой скоростью относительно земли будет лететь вертолёт, если подует западный ветер со скоростью \vec{u} ?



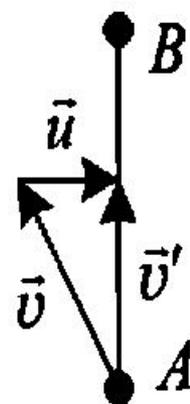
Учтите: название ветра говорит о том, откуда он дует

$$v' = \sqrt{v^2 + u^2}$$

Задачи

5. В безветренную погоду самолёт затрачивает на перелёт между городами A и B t ч. На сколько увеличится время полёта, если будет дуть боковой ветер со скоростью \vec{u} перпендикулярно линии полёта? Скорость самолёта относительно воздуха \vec{v} .

Подсказки



Учтите: самолёт не должен отклоняться от заданного курса

$$t = \frac{AB}{v},$$

$$t' = \frac{AB}{v'} = \frac{AB}{\sqrt{v^2 - u^2}}$$

Относительная скорость

Векторная разность скоростей

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = \vec{v}_{12},$$

где $\vec{v}_{\text{отн}}$ — скорость первого тела относительно второго (относительная скорость); \vec{v}_1 — скорость первого тела; \vec{v}_2 — скорость второго тела.

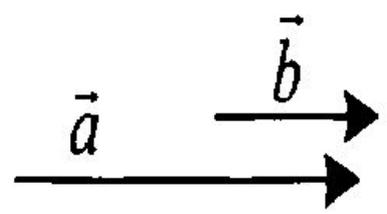
Учтите: $v_{2|x} = v_{2x} - v_{1x}$ — проекция скорости второго тела относительно первого.

Векторное вычитание

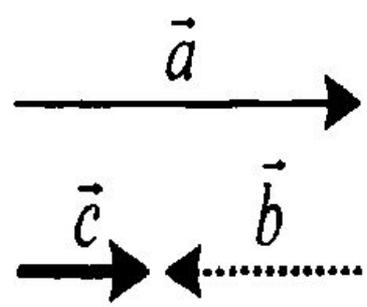
$$\vec{c} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b}).$$

Вычитание векторов, направленных по одной прямой

$$\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{b}$$

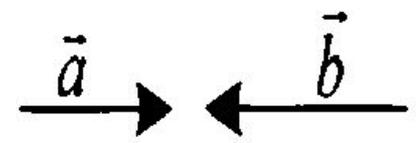


Построение:

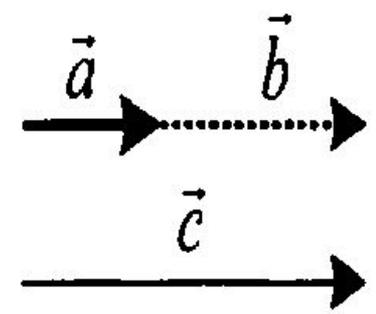


$$c = |a - b|$$

$$\vec{a} \downarrow \uparrow \vec{b}$$



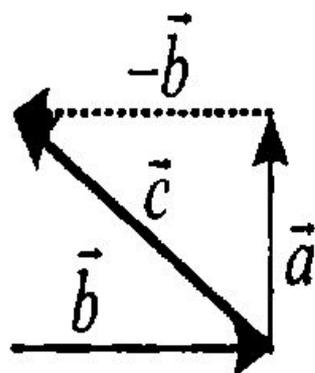
Построение:



$$c = a + b$$

**Вычитание векторов,
перпендикулярных друг другу**

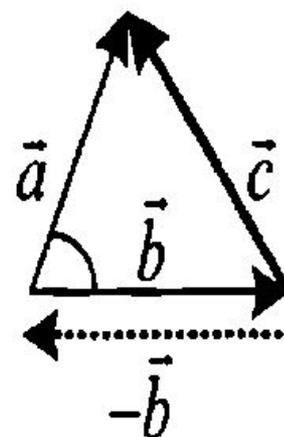
$$\vec{a} \perp \vec{b}$$



По теореме Пифагора

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

**Вычитание векторов,
расположенных под углом α
друг к другу**



По теореме косинусов

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}$$

Частные случаи определения относительной скорости

<p>Тела движутся в одном направлении</p> <p>$\vec{v}_1 \uparrow \uparrow \vec{v}_2$</p> <p>$v_{\text{отн}} = v_1 - v_2$</p>	<p>Тела движутся навстречу друг другу</p> <p>$\vec{v}_1 \uparrow \downarrow \vec{v}_2$</p> <p>$v_{\text{отн}} = v_1 + v_2$</p>	<p>Скорости тел перпендикулярны друг другу</p> <p>$\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$</p> <p>$v_{\text{отн}} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$</p>
---	--	--