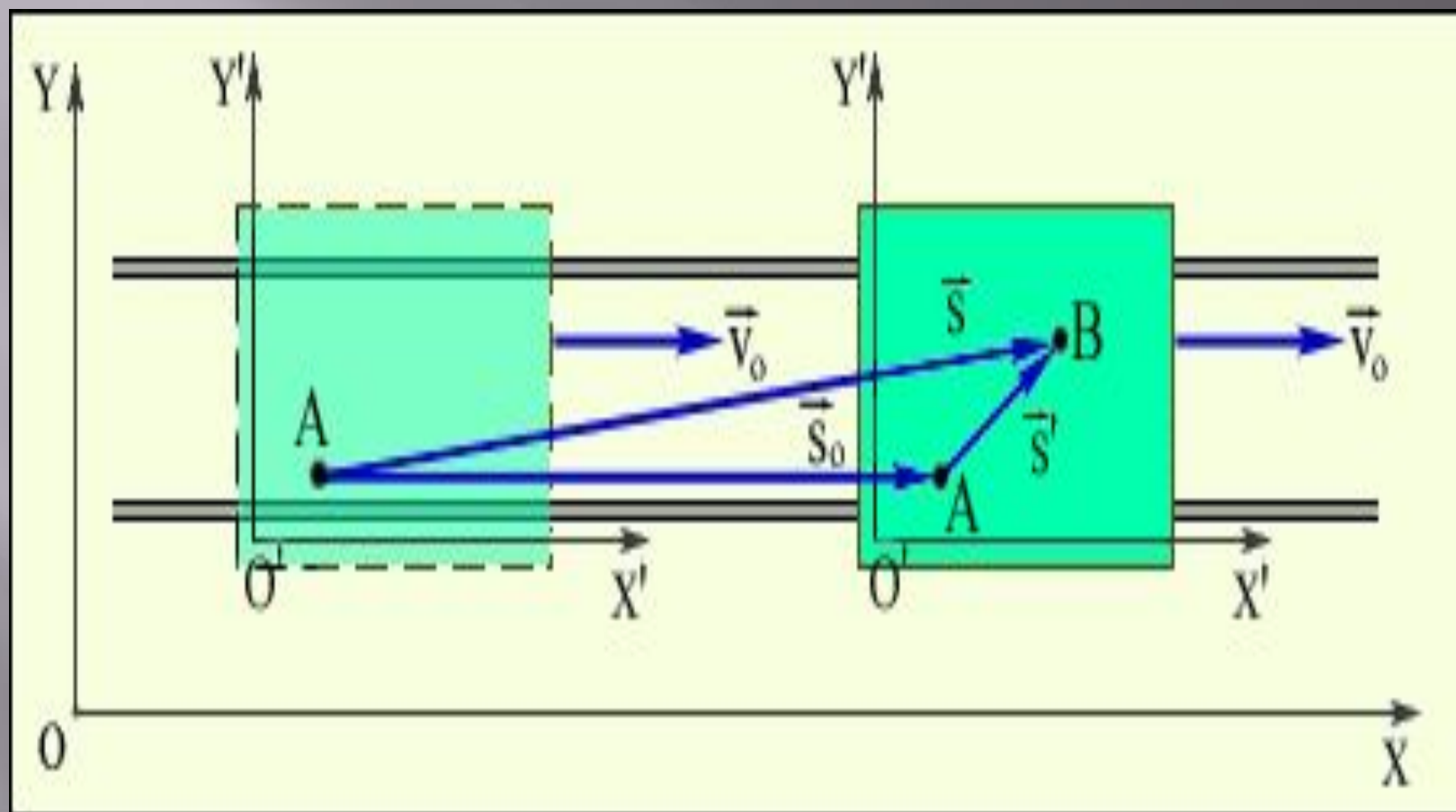


ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ.

Движение тел можно описывать в различных системах отсчета. С точки зрения кинематики все системы отсчета равноправны. Однако кинематические характеристики движения, такие как траектория, перемещение, скорость, в разных системах оказываются различными. Величины, зависящие от выбора системы отсчета, в которой производится их измерение, называют относительными.

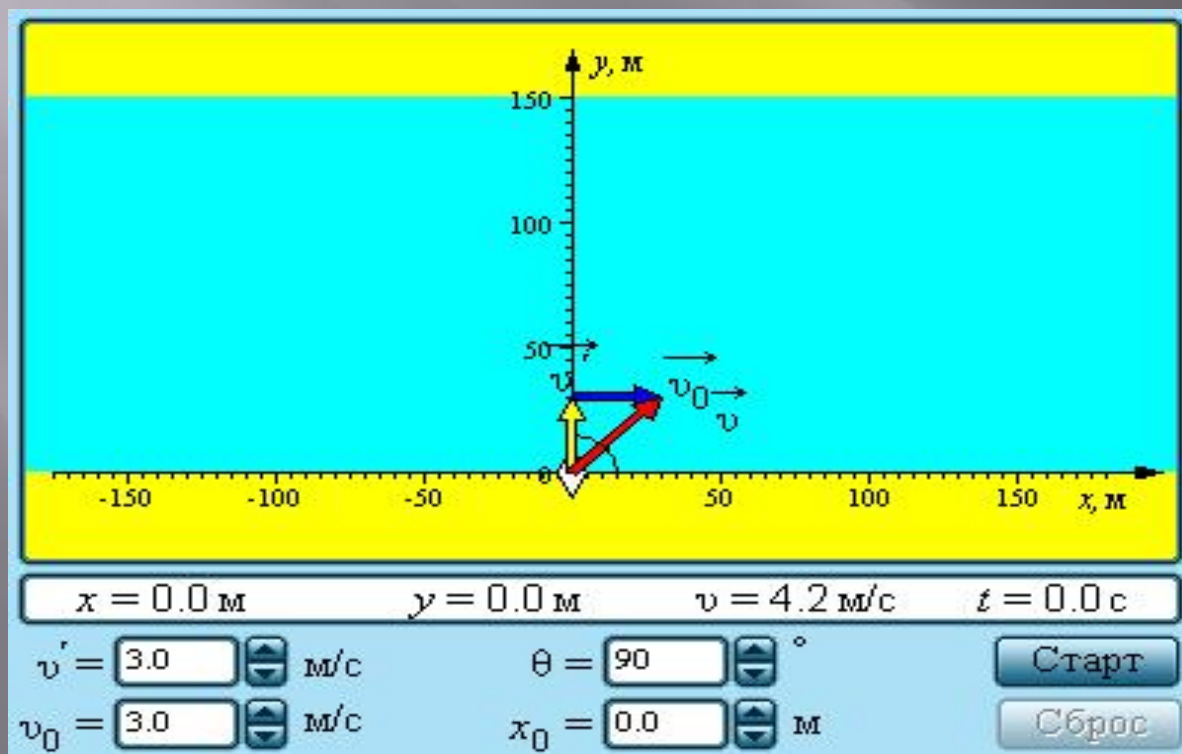
Пример.

- Пусть имеются две системы отсчета. Система ХОУ условно считается неподвижной, а система Х'О'У' движется поступательно по отношению к системе ХОУ со скоростью Система ХОУ может быть, например, связана с Землей, а система Х'О'У' – с движущейся по рельсам платформой (рис. 1.2.1).
- Рисунок 1.2.1. Сложение перемещений относительно разных систем отсчета.
- Пусть человек перешел по платформе за некоторое время из точки А в точку В. Тогда его перемещение относительно платформы соответствует вектору $\vec{s}'$, а перемещение платформы относительно Земли соответствует вектору $\vec{v}\Delta t$. Из рис. 1.2.1 видно, что перемещение человека относительно Земли будет соответствовать вектору, представляющему собой сумму векторов и $\vec{s}$.
$$\vec{s} = \vec{v}\Delta t + \vec{s}'$$
- В случае, когда одна из систем отсчета движется относительно другой поступательно (как на рис. 1.2.1) с постоянной скоростью это выражение принимает вид:
- Если рассмотреть перемещение за малый промежуток времени Δt , то, разделив обе части этого уравнения на Δt и затем перейдя к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$ получим:
(*)
$$\vec{v} = \vec{v} + \vec{v}'$$
- Здесь – скорость тела в «неподвижной» системе отсчета ХОУ, – скорость тела в «движущейся» системе отсчета Х'О'У'. Скорости и иногда условно называют абсолютной и относительной скоростями; скорость называют переносной скоростью.
- Соотношение (*) выражает классический закон сложения скоростей:



Абсолютная скорость тела .

- Абсолютная скорость тела равна векторной сумме его относительной скорости и переносной скорости подвижной системы



Модель.

движения.

- Следует обратить внимание на вопрос об ускорениях тела в различных системах отсчета. Из (*) следует, что при равномерном и прямолинейном движении систем отсчета друг относительно друга ускорения тела в этих двух системах одинаковы, т. е. Действительно, если $\vec{a}$ – вектор, модуль и направление которого остаются неизменными во времени, то любое изменение $\vec{v}$ относительной скорости тела будет совпадать с изменением его абсолютной скорости. Следовательно, Переходя к пределу ($\Delta t \rightarrow 0$), получим

$$\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}'}{\Delta t'}$$

- В общем случае, при движениях систем отсчета с ускорением друг относительно друга, ускорения тела в различных системах отсчета оказываются различными.



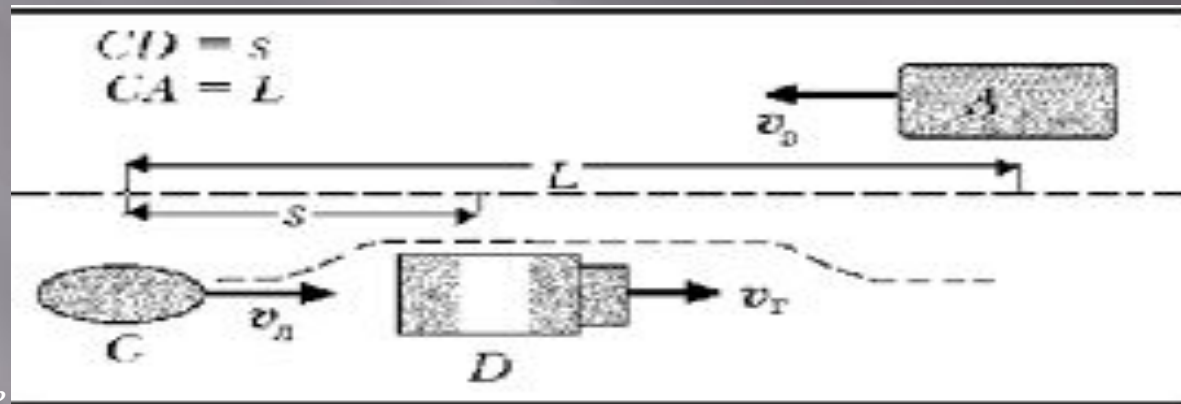
- В случае, когда вектора относительной скорости и переносной скорости параллельны друг другу, закон сложения скоростей можно записать в скалярной форме:

$$v = v_0 + v'.$$

- В этом случае все движения происходят вдоль одной прямой линии (например, оси ОХ). Скорости v , v_0 и v' нужно рассматривать как проекции абсолютной, переносной и относительной скоростей на ось ОХ. Они являются величинами алгебраическими и, следовательно, им нужно приписывать определенные знаки (плюс или минус) в зависимости от направления движения

Задача об обгоне

- Легковой автомобиль движется со скоростью 20 м/с за грузовым, скорость которого 16,5 м/с. В момент начала обгона водитель легкового автомобиля увидел встречный международный автобус, движущийся со скоростью 25 м/с. При каком наименьшем расстоянии до автобуса можно начинать обгон, если в начале обгона легковая машина была в 15 м от грузовой, а к концу обгона она должна быть впереди на 20 м?



- Решение. *Решим её в два приёма, рассматривая движение легкового автомобиля: 1) в системе отсчёта «грузовик», причём движение автобуса рассматривать не будем совсем; 2) в системе отсчёта «автобус», а движение грузовика рассматривать не будем.*

1. Для определённости за положительное направление примем направление движения легкового автомобиля и грузовика. Тогда в системе «грузовик» легковая машина будет двигаться относительно грузовика со скоростью $v_{лг} = v_{л} - v_{г}$. С этой скоростью ей придётся проехать расстояние s до грузовика и расстояние l (которое из соображений безопасности оговаривается правилами дорожного движения [5]), чтобы оказаться перед грузовиком. На прохождение расстояния $s + l$ потребуется время

$$t_{лг} = \frac{s + l}{v_{лг}} = \frac{s + l}{v_{л} - v_{г}}$$

□ . (4)

2. Рассмотрим движение легкового автомобиля в относительной системе отсчёта «автобус». В ней скорость легковой машины относительно автобуса $v_{ла} = |v_{л} - v_{а}| = v_{л}$. Пусть первоначальное расстояние между легковым автомобилем и автобусом L . Его автомобиль пройдёт за время:

$$t_{ла} = \frac{L}{v_{л} + v_{а}}$$

□ (5)

3. Обгон считается безопасным, если легковой автомобиль окажется на 20 м впереди грузовика, не доехав до автобуса на 25 м. Тогда минимальное расстояние L между легковым автомобилем и автобусом в момент начала обгона должно удовлетворять неравенству:

$$L \geq \left(s + l \right) \frac{v_{л} + v_{а}}{v_{л} - v_{г}}$$

□ (6)

4. Рассчитаем минимальное расстояние L_{min} между легковым автомобилем и автобусом, когда ещё можно начать обгон:

$$L_{min} = \frac{(15 + 20)(20 + 25)}{20 - 16,5} = 450 \text{ (м)}.$$

Проанализируем формулу (6). Очевидно, что обгон возможен, если легковой автомобиль движется быстрее грузовика: $v_{л} > v_{г}$, иначе расстояние l получается отрицательным. Также бессмыслен обгон при равных скоростях: $v_{л} = v_{г}$. Итак, поставленная задача решена в рамках теории относительности, законов равномерного прямолинейного движения и, наконец, с рассмотрением принципа независимости движений. Расчёт по формуле (6) можно осуществить на алгоритмическом языке «Бейсик».