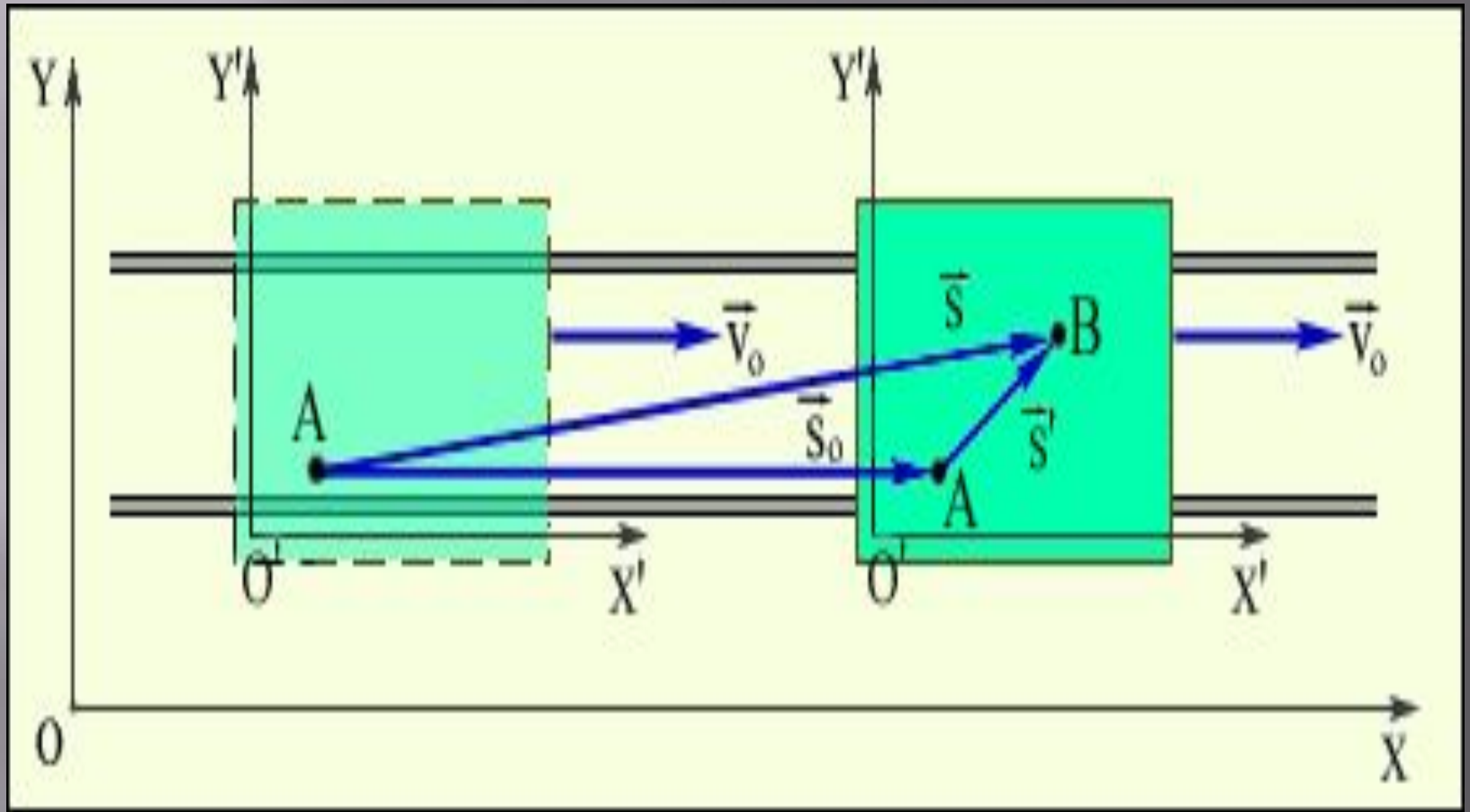


ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ.

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.

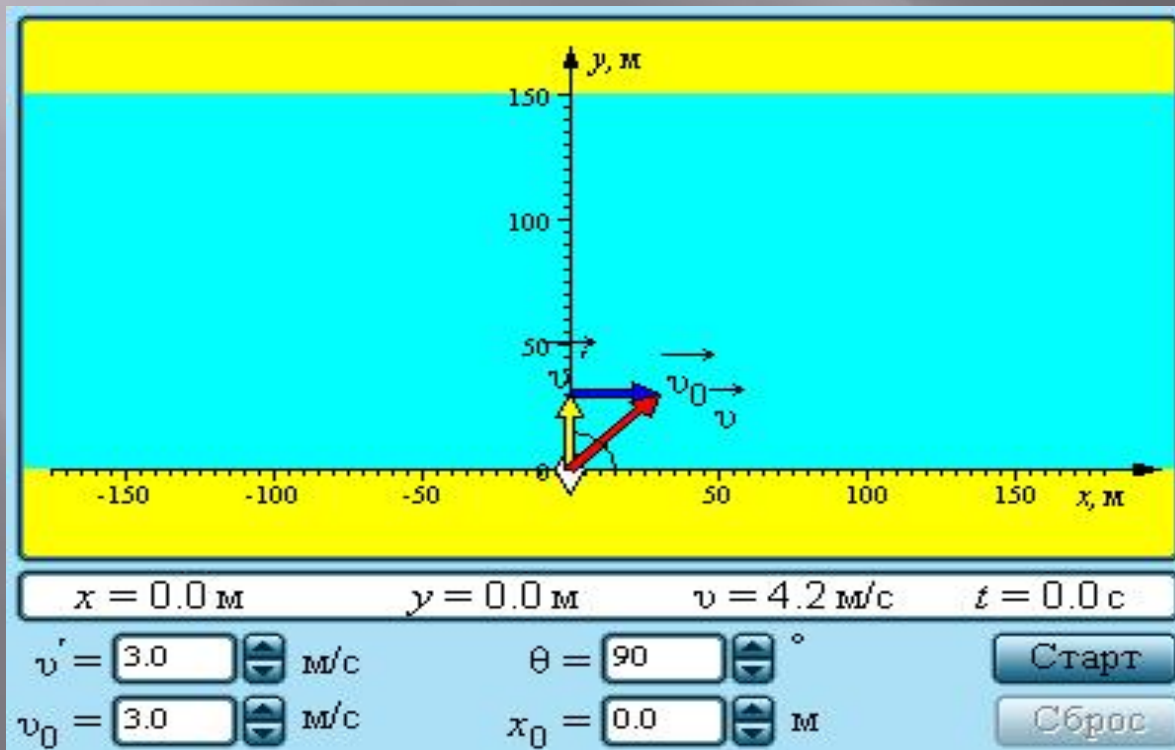
Пример.

- Пусть имеются две системы отсчета. Система XOY условно считается неподвижной, а система $X'O'Y'$ движется поступательно по отношению к системе XOY со скоростью v . Система XOY может быть, например, связана с Землей, а система $X'O'Y'$ – 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 A в точку B . 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 \vec{s} , представляющему собой сумму векторов $\vec{v}\Delta t$ и \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:
$$\vec{s} = \vec{v}\Delta t + \vec{s}'.$$
- 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:
$$(*) \quad \vec{v} = \vec{v} + \vec{v}'$$
- Здесь – скорость тела в «неподвижной» системе отсчета XOY , – скорость тела в «движущейся» системе отсчета $X'O'Y'$. 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 $\Delta \vec{v}$ относительной скорости тела будет совпадать с изменением $\Delta \vec{v}$ 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.

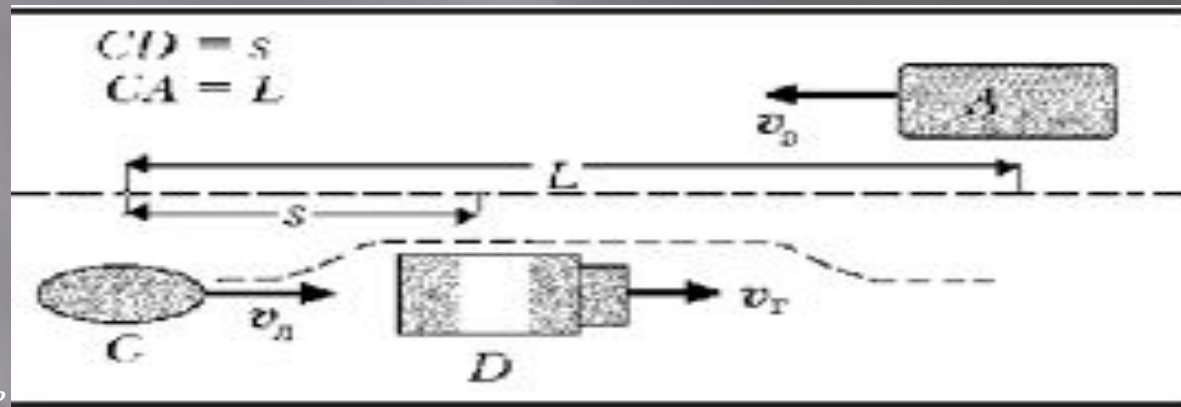
- В случае, когда вектора относительной скорости и переносной скорости параллельны друг другу, закон сложения скоростей можно записать в скалярной форме:

$$v = v_0 + v'.$$

- В этом случае все движения происходят вдоль одной прямой линии (например, оси Ox). Скорости v , v_0 и v' нужно рассматривать как проекции абсолютной, переносной и относительной скоростей на ось Ox . 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 $16,5 \text{ м/с}$. 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 $v_{ла} = |v_{л} - v_{а}| = v_{л} + v_{а}$. 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 него на расстояние L . Тогда:

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

□ (6)

□ Рассчитаем минимальное расстояние L_{min} между 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».