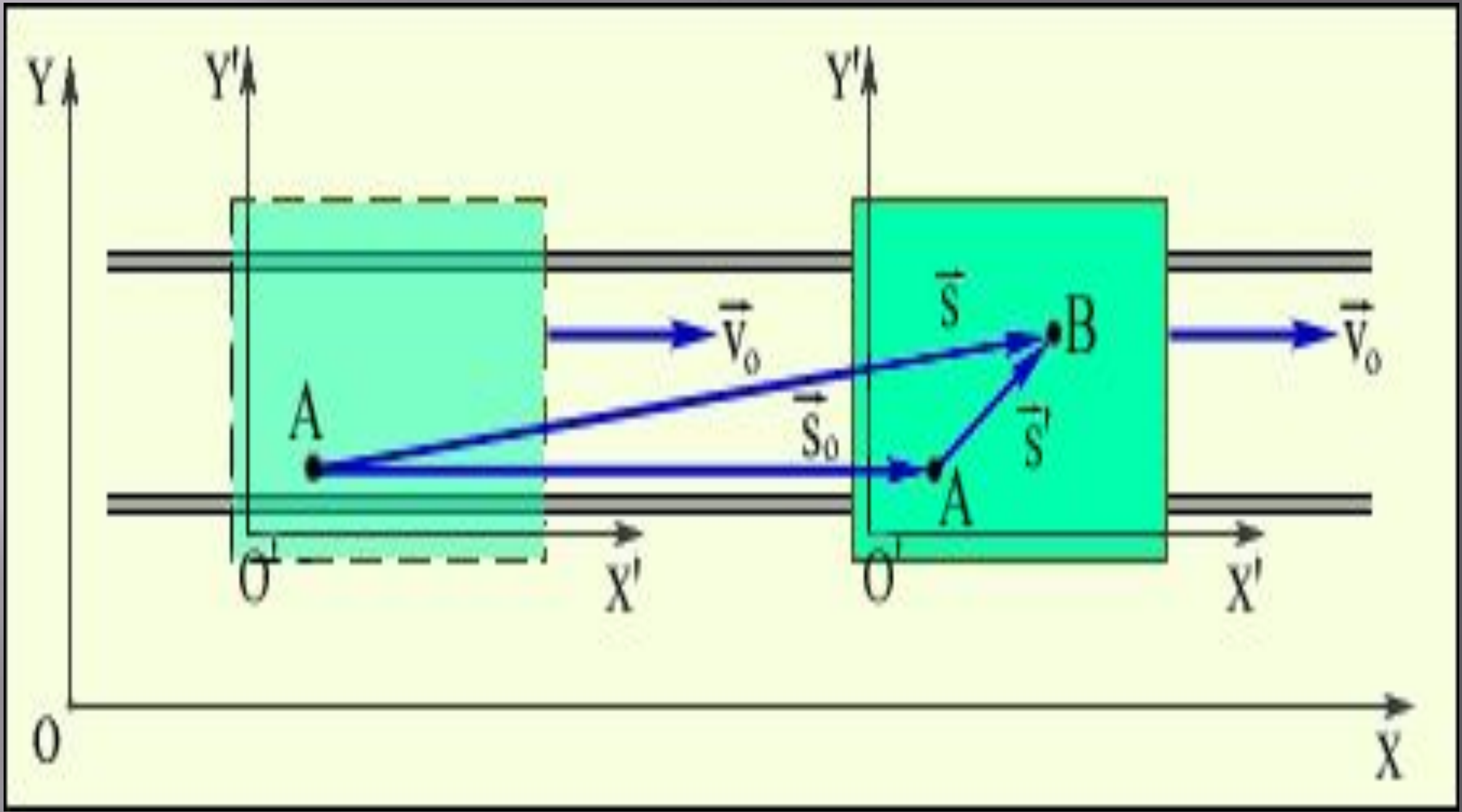
ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ.

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.

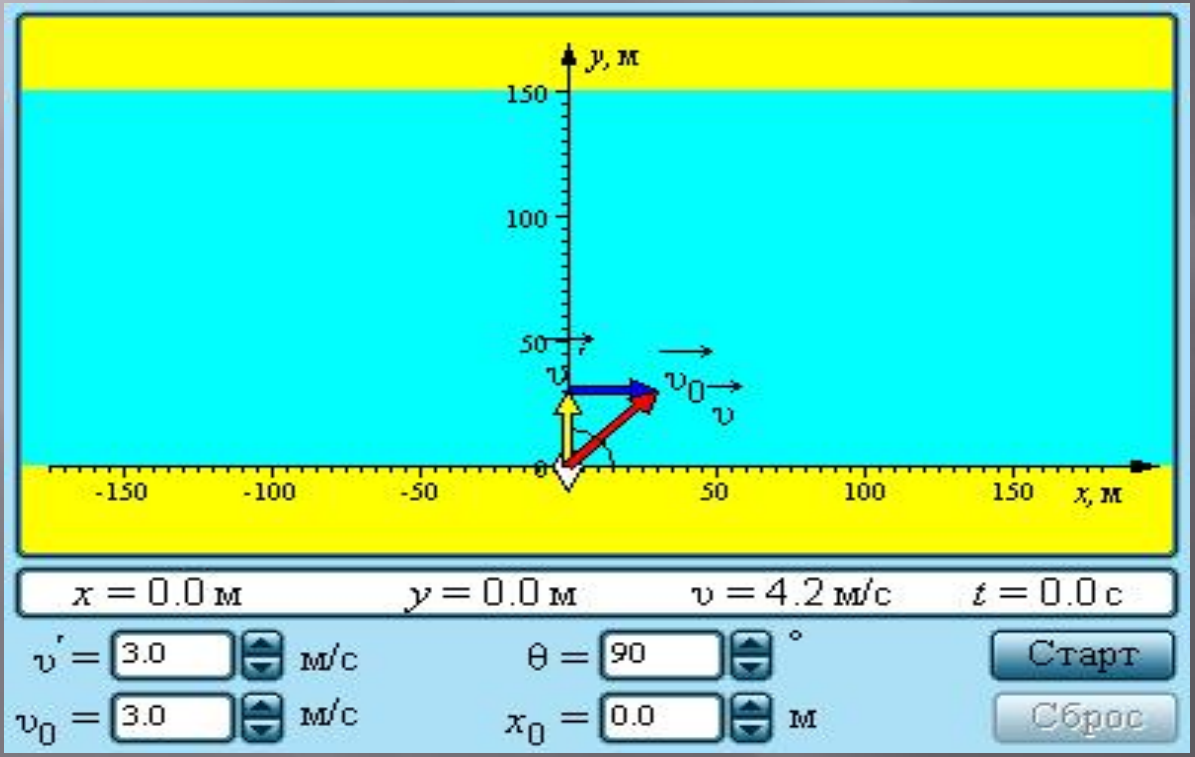
- Пусть имеются две системы отсчета. Система XOY условно считается неподвижной, а система X'O'Y' движется поступательно по отношению к системе XOY со скоростью Система XOY может быть, например, связана с Землей, а система X'O'Y' – с движущейся по рельсам платформой (рис. 1.2.1).
- Рисунок 1.2.1. Сложение 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 а перемещение платформы относительно Земли соответствует вектору Из рис. 1.2.1 видно, что перемещение человека относительно Земли будет соответствовать вектору представляющему собой сумму векторов и $\vec{s} = \vec{s}_0 + \vec{s}'$.
- В случае, когда одна из систем отсчета движется относительно другой поступательно (как на рис. 1.2.1) с постоянной скоростью это выражение принимает вид: $\vec{s} = \vec{\upsilon}_0 \Delta t + \vec{s}'$.
- Если рассмотреть перемещение за малый промежуток времени Δt, то, разделив обе части этого уравнения на Δt и затем перейдя к пределу при Δt → 0 получим: $\vec{\upsilon} = \vec{\upsilon}_0 + \vec{\upsilon}'$ (*)
- 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:



Y
Y'
Y'
O
O'
O'
X'
X'
X
A
A
B
$\vec{v}_0$
$\vec{v}_0$
$\vec{s}$
$\vec{s}_0$
$\vec{s}'$

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. $\vec{a} = \vec{a}'$. Действительно, если $\vec{v}$ – вектор, модуль и направление которого остаются неизменными во времени, то любое изменение $\Delta\vec{v}$ относительной скорости тела $\Delta\vec{v}$ будет совпадать с изменением его абсолютной скорости. Следовательно, Переходя к $\vec{a} = \vec{a}'$ пределу (Δt → 0), получим

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

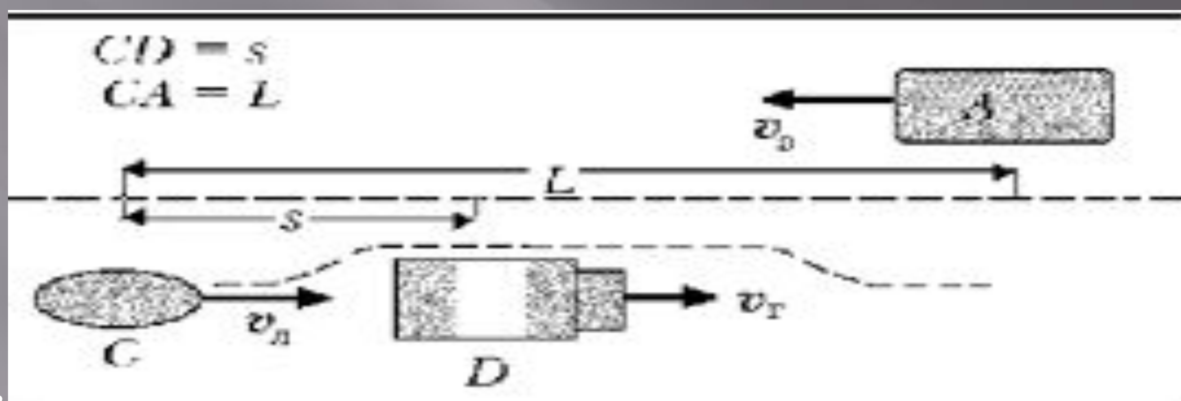
- В общем случае, при движениях систем отсчета с ускорением друг относительно друга, ускорения тела в различных системах отсчета оказываются различными.
- В случае, когда вектора относительной скорости $\vec{\upsilon}\,'$ и переносной скорости $\vec{\upsilon}_0$ параллельны друг другу, закон сложения скоростей можно записать в скалярной форме:

$$\upsilon = \upsilon_0 + \upsilon'.$$

- В этом случае все движения происходят вдоль одной прямой линии (например, оси OX). Скорости υ, υ_0 и υ' 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 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.* [illegible] *алилея. 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 $_{лг}$ = $_{л}$ – $_{г}$. 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 $_{ла}$ = | $_{л}$ – $_{а}$ | = $_{л}$ + $_{а}$. Пусть первоначальное расстояние между легковым ав… бусом *L*. Его автомобиль пройдёт за время:

$$t_{ла} = \frac{L}{v_л + v_а}.$$

- (5)

- 3. Обгон считается безопасным, если легковой … обгона окажется на 20 м впереди грузовика, не доехав …са:

$$L \geq (s+l)\frac{v_л + v_а}{v_л - v_г}.$$

- (6)

- Рассчитаем минималь… автомобилем и автобусом, когда ещё можно нача…

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

Проанализируем формулу (6). Очевидно, что обгон возможен, если легковой автомобиль движется быстрее грузовика: $_{л}$ > $_{гр}$, иначе расстояние *l* получается отрицательным. Также бессмыслен обгон при равных скоростях: $_{л}$ = $_{гр}$. 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».