



Кинематика твёрдого тела

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

Для возраста

9-11 класс



htweek.ru

Опорный конспект

Галактики

Движение твердого тела можно представить, как поступательное движение центра масс тела, на которое накладывается вращательное движение относительно центра масс.

В данном случае модель материальной точки к телу не применима.

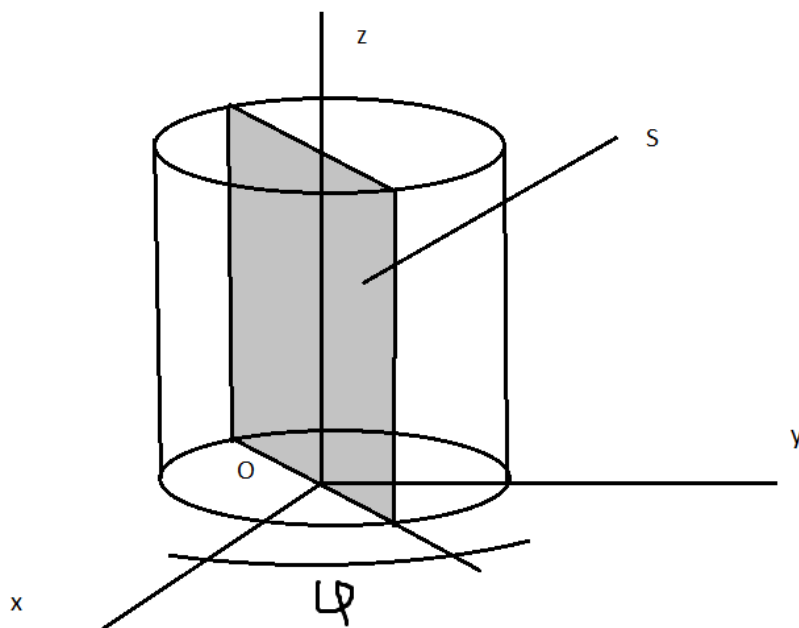
Можно рассматривать несколько случаев движения:

- 1) Движение тела вокруг неподвижной оси.
- 2) Движение тела, вокруг оси, совершающей поступательное движение.
- 3) Движение тела вокруг точки.

Движение тела вокруг неподвижной оси

В этом случае траектории точек тела являются окружностями. Кинематическими характеристиками движения являются: угловая скорость ω , центростремительное \vec{a}_n и тангенциальное \vec{a}_τ ускорения.

Рассмотрим вращение тела в инерциальной системе отсчета.



Мысленно выделенная плоскость S вращается вокруг оси z . За промежуток времени от t до $t + \Delta t$ она повернется на угол $\varphi(t + \Delta t) - \varphi(t)$.

По аналогии с ранее рассмотренной скоростью можно получить:

$$\text{Среднюю угловую скорость } \omega_{\text{ср}} = \frac{\varphi(t+\Delta t) - \varphi(t)}{\Delta t}.$$

$$\text{Угловую скорость (при равномерном движении) } \omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}.$$

$$\text{Мгновенную угловую скорость } \omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\varphi(t+\Delta t) - \varphi(t)}{\Delta t}.$$

Быстроту изменения угловой скорости в времени характеризует угловое ускорение ε . При равнопеременном движении $\omega(t) = \omega_0 + \varepsilon \cdot t$.

$$\text{Среднее угловое ускорение } \varepsilon_{\text{ср}} = \frac{\omega(t+\Delta t) - \omega(t)}{\Delta t}.$$

$$\text{Мгновенное угловое ускорение } \varepsilon(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\omega(t+\Delta t) - \omega(t)}{\Delta t}.$$

Рассмотренные характеристики описывают вращение тела в целом и каждой его точки в частности. Поэтому точка, находящаяся на расстоянии R от оси опишет дугу окружности $\Delta L = [\varphi(t + \Delta t) - \varphi(t)]R$.

$$\text{Очевидно, что } v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta L}{\Delta t} = \left[\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\varphi(t+\Delta t) - \varphi(t)}{\Delta t} \right] R = \omega(t)R.$$

$$\text{Аналогично } a_{\tau}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v(t+\Delta t) - v(t)}{\Delta t} = \left[\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\omega(t+\Delta t) - \omega(t)}{\Delta t} \right] R = \varepsilon(t)R.$$

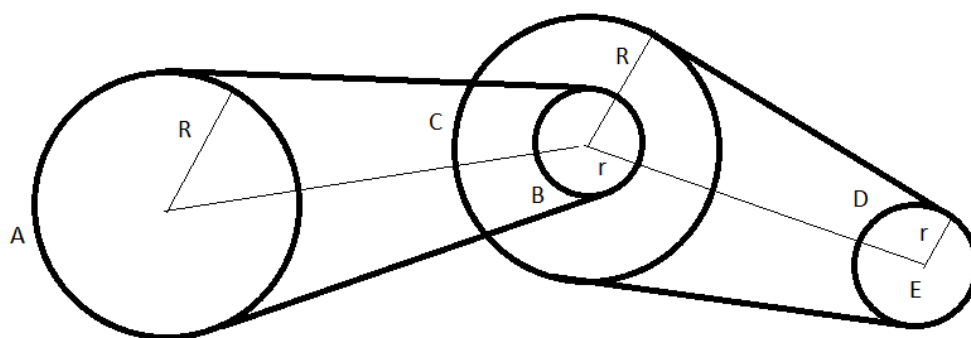
$$a_n(t) = \frac{v^2(t)}{R} = \omega^2(t)R$$

Задание: Решите задачи.

Задача 1.

Шкив 1 радиусом R , изображённый на рис, вращается равномерно, делая n оборотов за время T .

Он соединён ременной передачей со шкивом 2 радиуса r . Со шкивом 2 жёстко соединён шкив 3 радиусом R . Шкиф 3 соединён ременной передачей со шкивом 4 радиуса r . Ремни не проскальзывают.



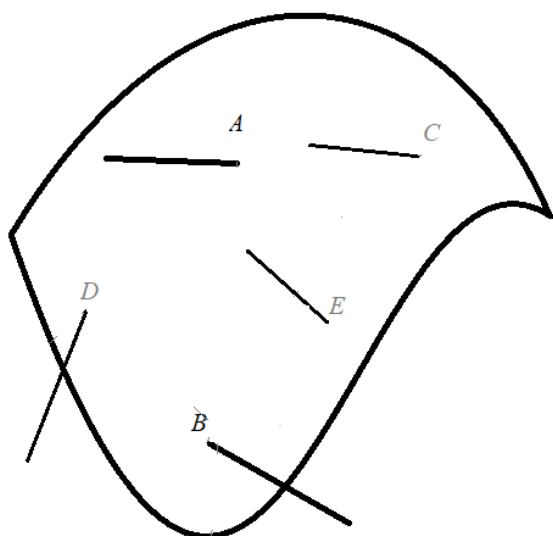
Задача 2.

Радиус шкива 2 равен $\frac{3}{4}$ радиуса шкива 4. Каким должен быть радиус шкива 1, чтобы ускорение точки E составляло 75% от рассмотренной в задаче 1?

Домашнее задание.

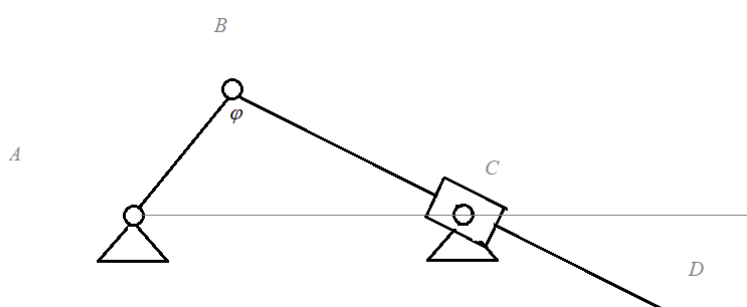
Решите задачи:

1. Представлено плоское тело, совершающее движение. Заданы скорости точек A, B, C, D, E. Скорости точек A и B определены правильно. Выясните какие из скоростей точек C, D, E определены верно?



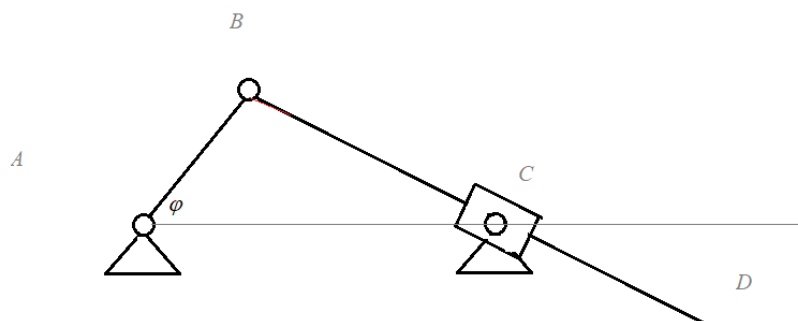
Ответ: E.

2. Дан механизм, представленный на рисунке. Найти МЦС звена BD при угле φ , равном 90 градусов

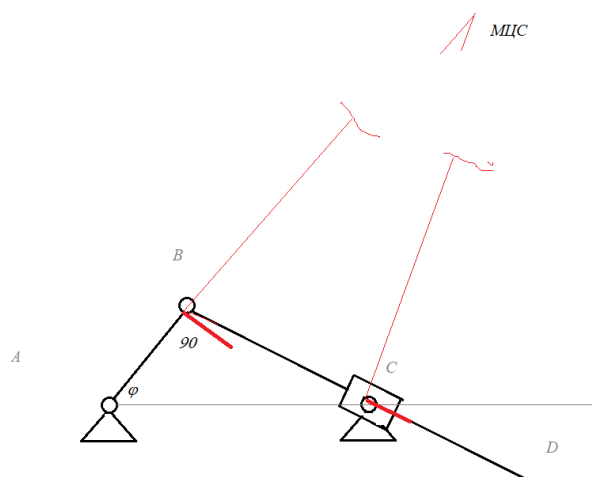


Ответ: Звено BD продето в качающейся элемент C. Точка C неподвижна. Поэтому скорость точки C звена BD направлена вдоль звена. Скорость точки B также направлена вдоль звена. МЦС уходит в бесконечность. Линейные скорости точек звена все одинаковы. Угловые скорости равны нулю.

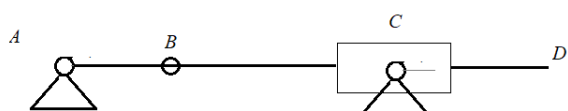
3. Дан механизм, представленный на рисунке. Найти МЦС звена BD при угле φ , равном 45 градусов



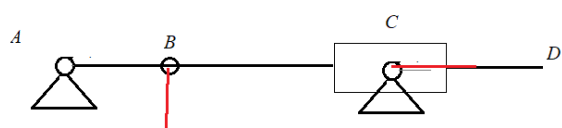
Ответ:



4. Дан механизм, представленный на рисунке. Найти МЦС звена BD при угле φ , равном 0 градусов



Ответ: Точка C - МЦС



Ответьте на вопрос: наблюдатель из Млечного пути смотрит на движение Земли. На какие элементарные движения он может разложить его?