

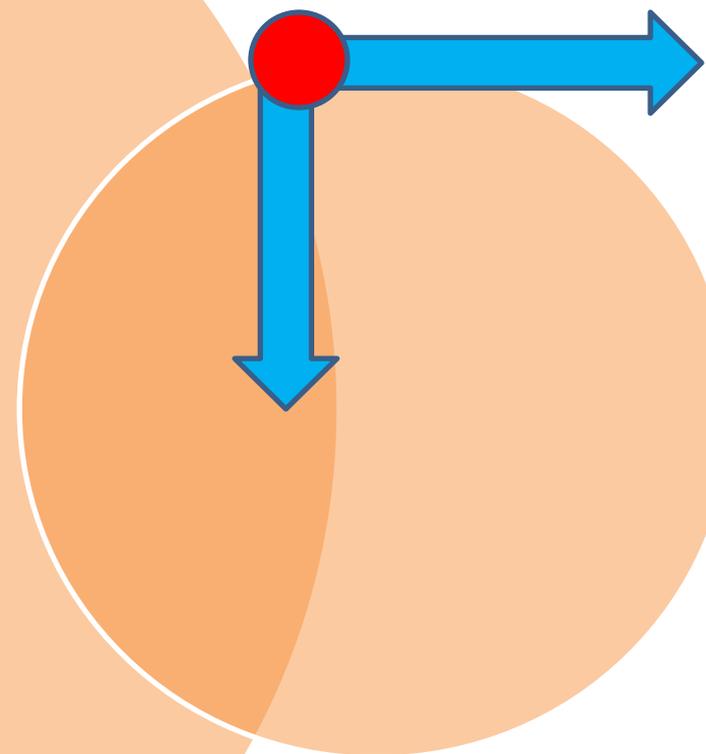
# Равномерное движение точки по окружности.

## План урока:

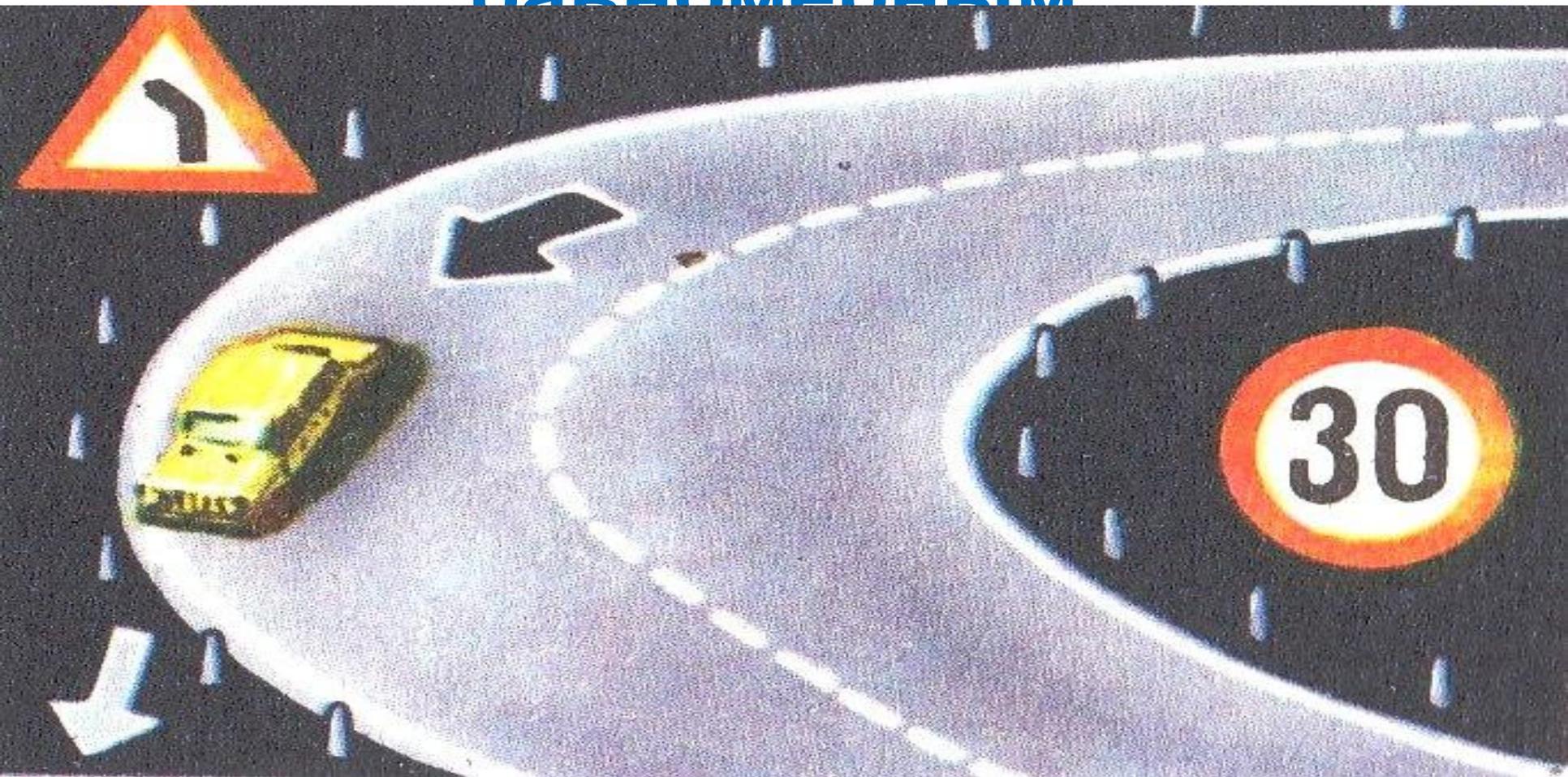
1. Проверка домашнего задания.
2. Изучение нового материала
3. Закрепление материала. Решение задач
4. Домашнее задание.

**Равномерное  
движение  
точки по  
окружности**

•

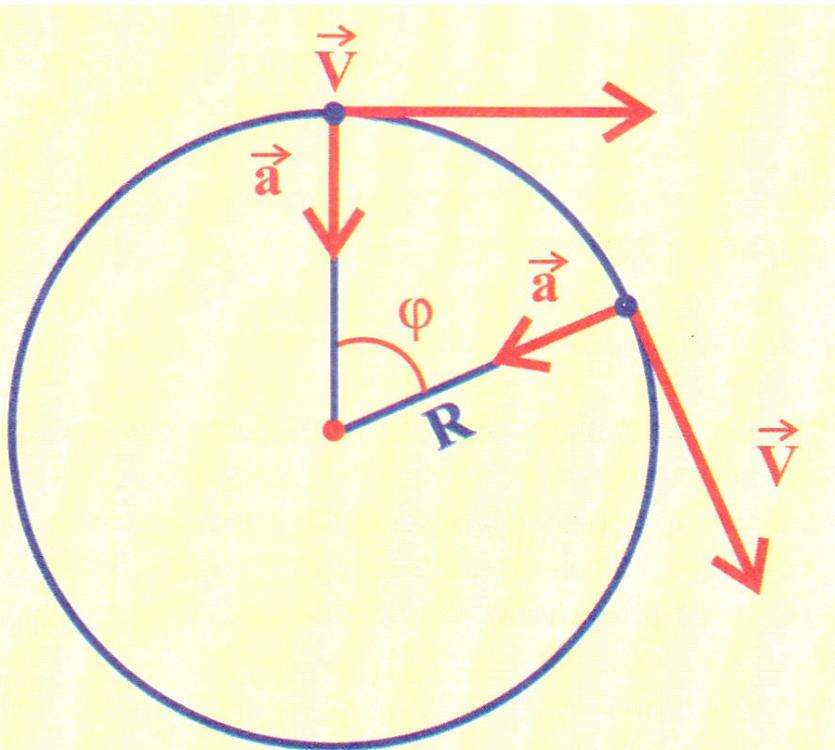
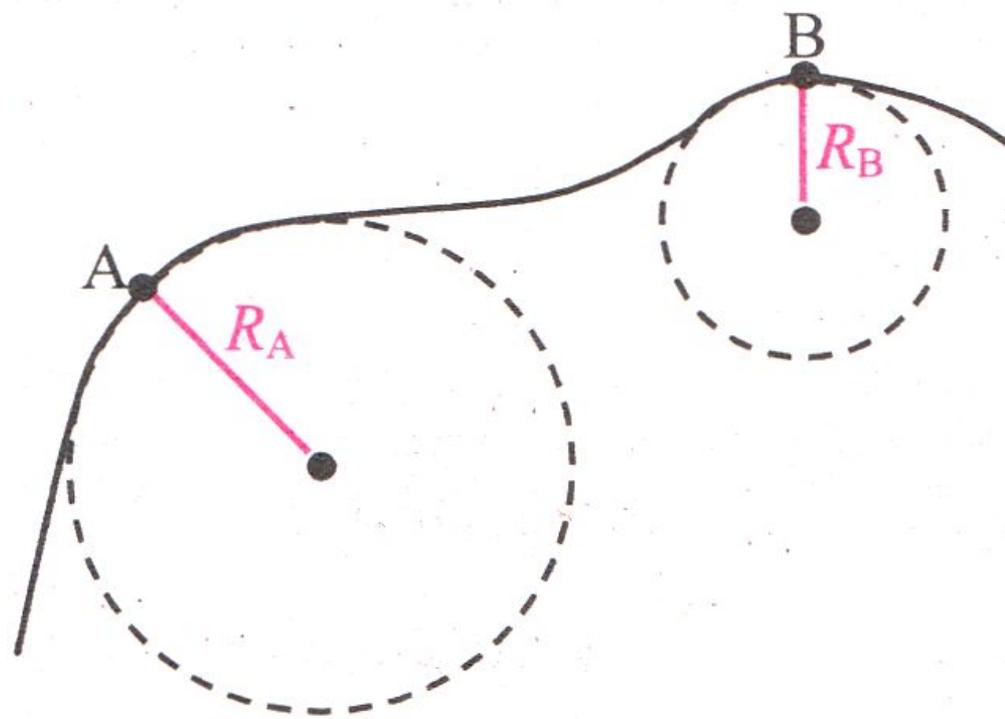


# Движение, кажущееся равномерным



- Автомобилист, движущийся по кольцевой дороге с постоянной скоростью движется с переменным ускорением. Рассмотрим проекцию его движения на координатную прямую.

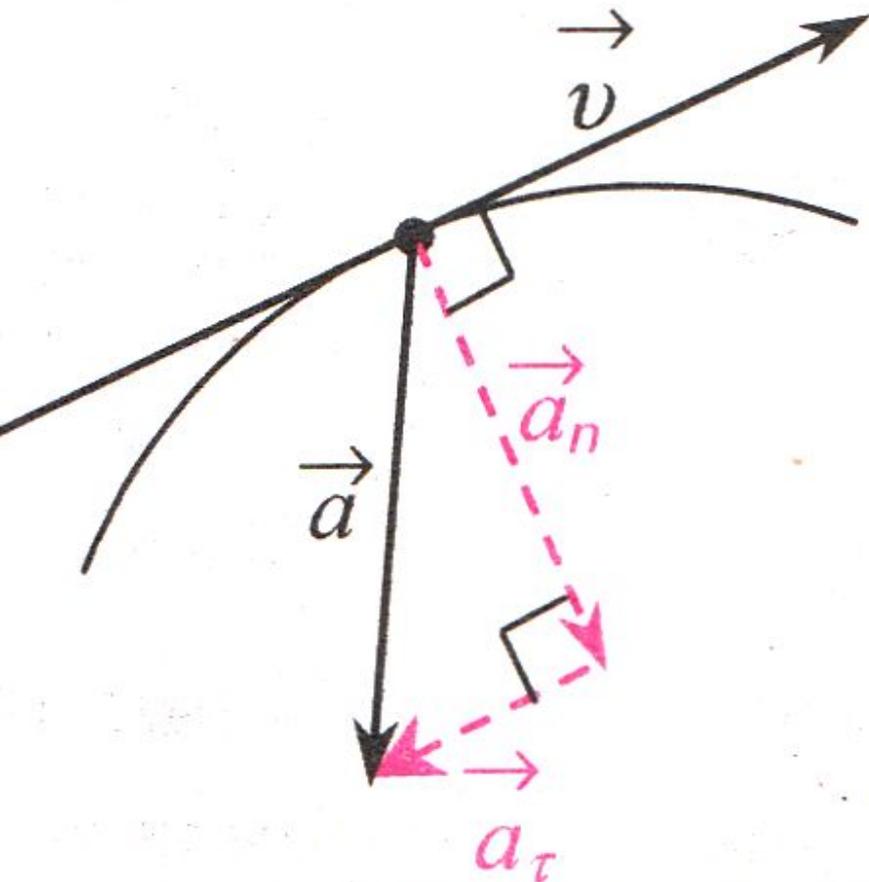
# Скорость и ускорение при движении по окружности.



- При движении по окружности линейная скорость тела направлена по касательной к окружности (к криволинейной траектории);
- Ускорение направлено к центру окружности (к

# Разложение ускорения на составляющие

е.



- Вектор полного ускорения можно разложить на две составляющие: нормальное и тангенциальное ускорения.
- Тангенциальное ускорение направлено по касательной к траектории.
- Нормальное ускорение направлено к центру окружности, аппроксимирующей кривизну траектории в данной точке.
- Полное ускорение

№  
П

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

# Практическое применение формул движения по окружности.

- Нормальное ускорение называют центробежным и вычисляют по формуле:

$$a_{\text{ц}} = \frac{V^2}{R}$$

- Период обращения тела при движении по окружности:

$$T = \frac{2\pi R}{V}$$

- Тангенциальное ускорение вычисляется по формулам линейного движения.



# Задачи 33, 34:

- Две материальные точки движутся по окружностям радиусами  $R_1$  и  $R_2 = 2R_1$  с одинаковыми по модулю скоростями.

Какие связаны  $T_1$  и  $T_2$ ?

$$T_1 = \frac{2\pi R_1}{V} \quad T_2 = \frac{2\pi 2R_1}{V}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi R_1}{V} \cdot \frac{V}{2\pi 2R_1} = \frac{1}{2}$$

$$T_1 = \frac{T_2}{2} \quad a_{ц} = \frac{V^2}{R} = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{2R} = \frac{V^2}{4 \cdot 2R} = \frac{1}{8} \cdot \frac{V^2}{R}$$

- Точка движется по окружности радиуса  $R$  со скоростью  $V$ . Как изменится центростремительное ускорение точки, если скорость уменьшить в 2 раза, а радиус окружности увеличить в 2 раза?

# Задачи 35, 36:

- Точка движется с постоянной по модулю скоростью  $V$  по окружности радиуса  $R$ . Как изменится центростремительное ускорение точки, если ее скорость увеличить вдвое, а радиус окружности вдвое уменьшить?

$$a_{\text{ц}} = \frac{V^2}{R} = \frac{(2V)^2}{R/2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot V^2}{R} = 8 \cdot \frac{V^2}{R} = 8a_{\text{ц}} \text{ рений}$$

- Две материальные точки движутся по окружностям радиусами  $R_1$  и  $R_2 = 2R_1$ . При условии равенства линейных скоростей точек как связаны их центростремительные ускорения?
- Используя формулу центростремительного ускорения найти

# Задачи 37, 38:

- Диск радиусом 20 см равномерно вращается вокруг своей оси.

Скорость точки, находящейся на расстоянии 15 см от центра диска, равна 1,5 м/с. Чему равна скорость крайних точек диска?

- У всех точек одинаковая период обращения  $T = \frac{2\pi R}{v}$

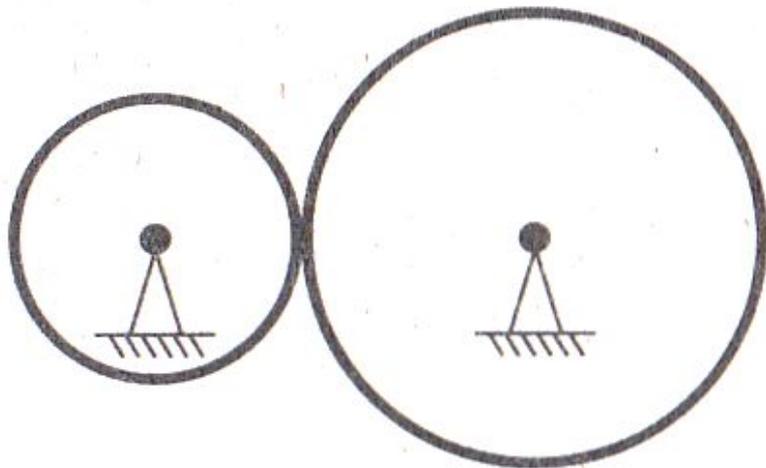
$$V = \sqrt{aR} = \sqrt{5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20\text{м}} = 10 \text{ м/с}$$

- Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с центростремительным ускорением 5 м/с<sup>2</sup>. Чему равна скорость автомобиля?

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$$

# Задача 39.

- Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей. Большая шестерня радиусом 20 см совершает 20 оборотов за 10 с. Сколько оборотов в секунду совершает



- У обеих шестерен одинаковая линейная скорость; выразим ее через радиус и период.

$$V_1 = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R v_1 = 2\pi R \frac{n}{t}$$

$$V_2 = 2\pi r v_2$$

$$v_2 = \frac{Rn}{rt} = \frac{20 \text{ см} \cdot 20 \text{ об}}{10 \text{ см} \cdot 10 \text{ с}} = 4 \text{ об/с}$$

# Задача 40:

- Велосипедист едет по велотреку радиусом 35 м. При движении с постоянным по модулю тангенциальным ускорением его скорость за 10 с увеличилась от 10 м/с до 15 м/с. Определите тангенциальное и центростремительное ускорение а) в конце 10 с; б) в конце 4 с.

найдем линейную скорость через 4 с:

$$a_{\tau} = \text{const.} \quad V = V_0 + a_{\tau} t \quad V = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4\text{с} = 12 \text{ м/с}$$

$$a_n = \frac{V^2}{R} = \frac{(12 \text{ м/с})^2}{35 \text{ м}} \approx 4,11 \text{ м/с}^2$$

- Тангенциальное ускорение находится по законам линейного движения; нормальное – по законам равнопеременного движения:

$$a_{\tau} = \frac{V_2 - V_1}{\Delta t_1} = \frac{5 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$a_n = \frac{V_2^2}{R} = \frac{(15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{35 \text{ м}} \approx 6,43 \text{ м/с}^2$$

$$V = V_0 + at$$

# Задача 41:

- С какой скоростью автомобиль должен проходить середину моста радиусом 40 м, чтобы его центростремительное ускорение равнялось ускорению свободного падения?

- Почему по условию  $a_n = g$ ?

- Что случится, если  $a_n > g$ ?

- Автомобиль слетит с

- По формуле для нормального ускорения

$$a_n = \frac{V^2}{R}$$

$$V = \sqrt{a_n \cdot R} = \sqrt{g \cdot R}$$

$$V = \sqrt{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 40 \text{ м}} = 20 \text{ м/с}$$

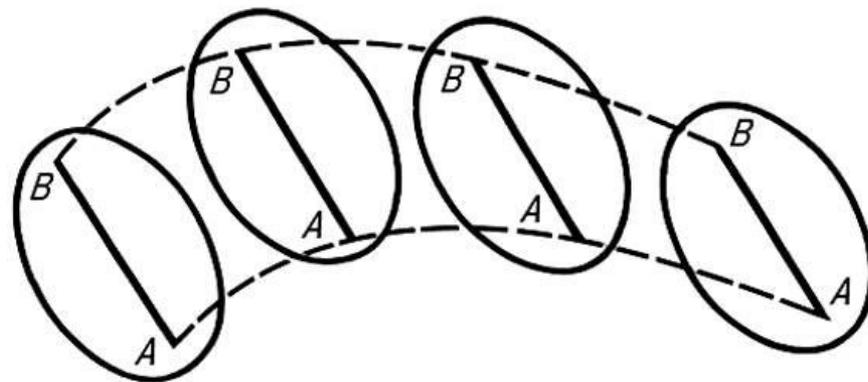
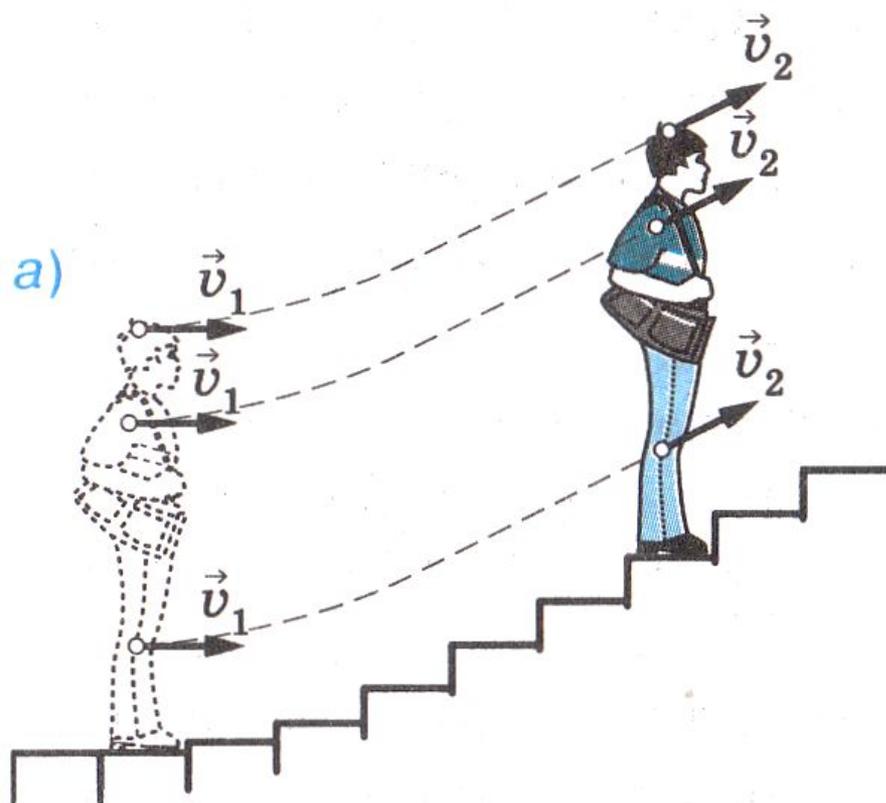
Ответ:  $V = 20 \text{ м/с}$

# Домашнее задание.

- Конспект урока.
- § 1 стр. 9-12.

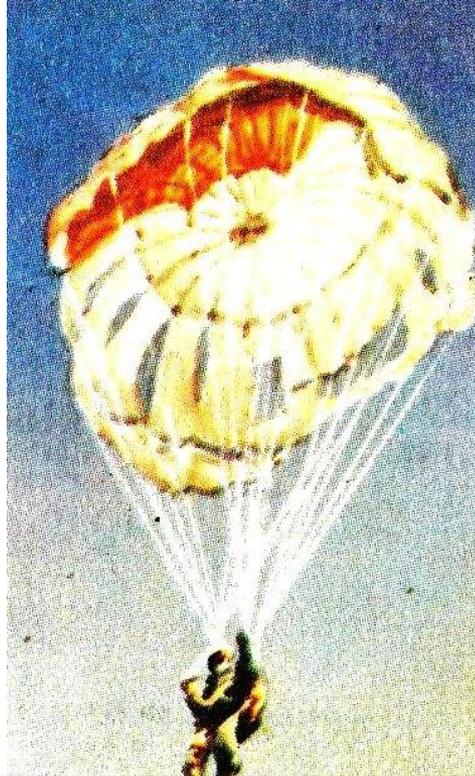


# Поступательное движение.

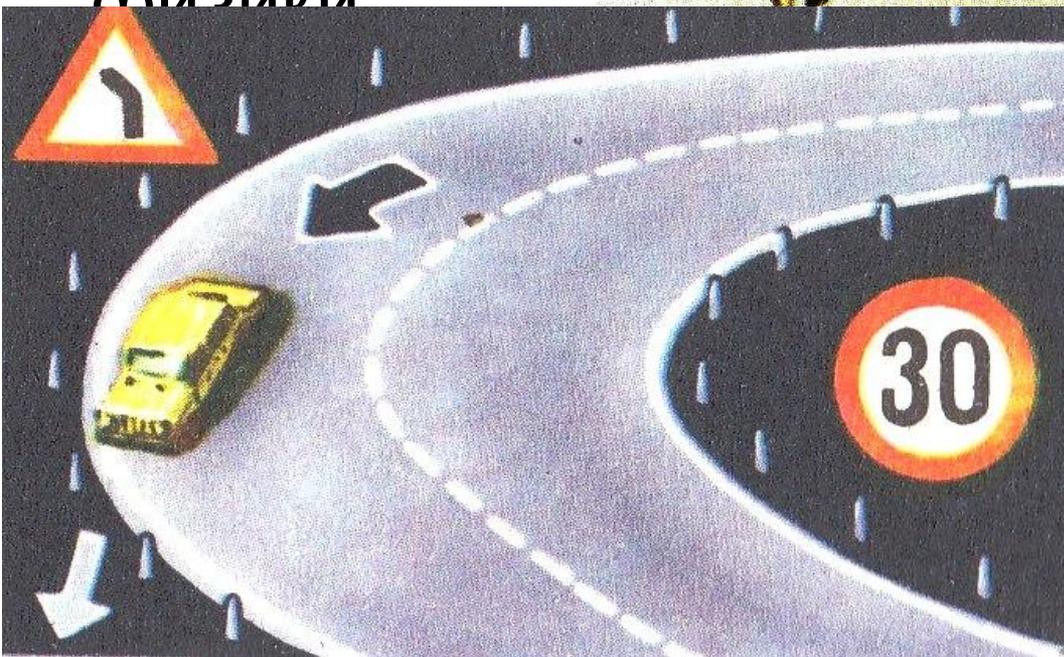


Поступательное движение – такое движение твердого тела, при котором любая прямая, проведенная в этом теле, перемещается параллельно самой себе

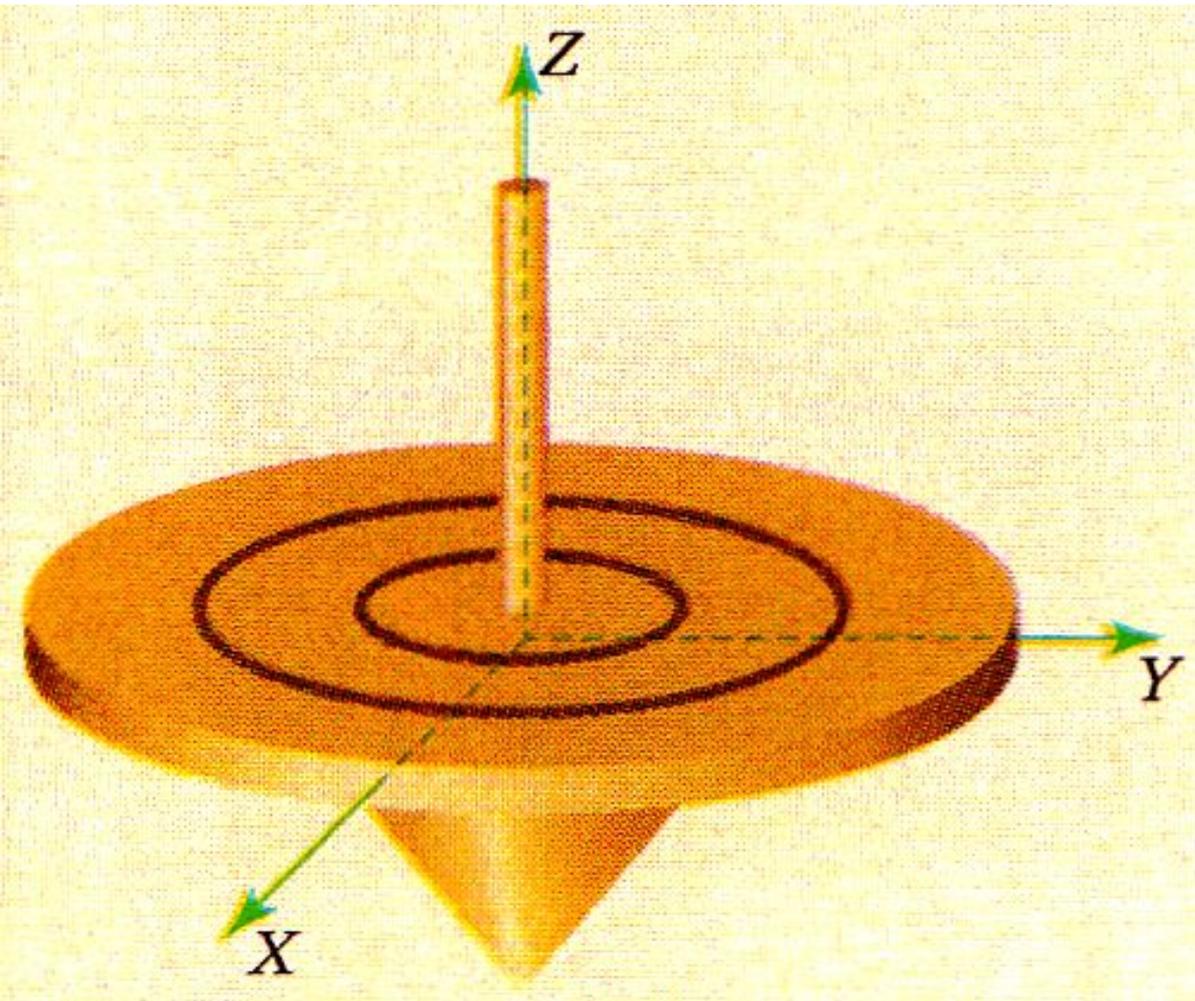
- Сложное поступательное движение описывается с помощью формул нелинейной физики



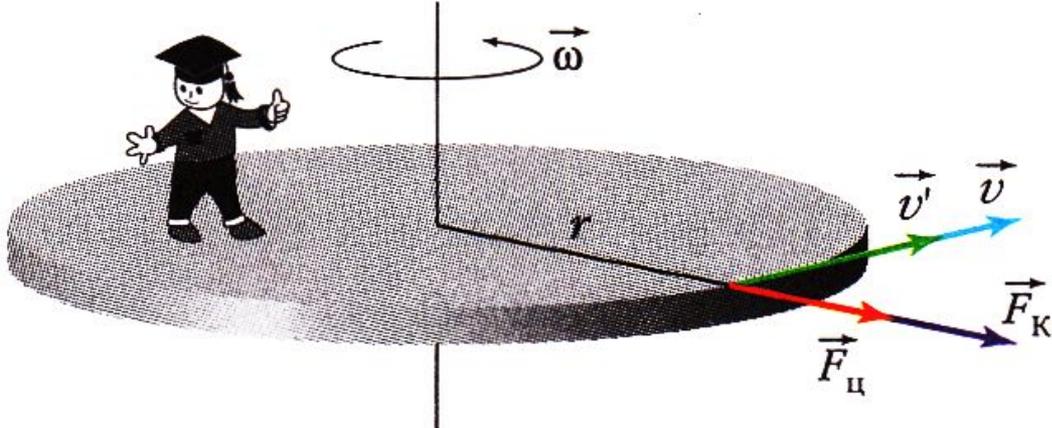
# Примеры поступательного движения



# Вращательное движение.



- Вращением твердого тела вокруг неподвижной оси называется такое движение, при котором все точки тела описывают окружности, центры которых находятся на одной прямой, перпендикулярной плоскостям окружностей.



# Характеристики вращательного движения

- Угловая скорость – величина, равна отношению угла  $\varphi$  поворота тела к промежутку времени  $\Delta t$ , за который поворот произошел.

$$\omega = \frac{\varphi}{\Delta t}$$

$$T = \frac{1}{\nu} \quad \longrightarrow \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

$$\varphi = \omega t$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

# Связь между линейной и угловой скоростями.

- Скорость точки, движущейся по окружности называют линейной скоростью.
- Линейная и угловая скорости не равны

...матрицей...

$$V = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

$$V = \omega R$$

$$a = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R$$

$$a = \omega^2 R$$

# Домашнее задание

## § 15

1. Выполните лабораторную работу «Изучение движения тела по окружности». Воспользуйтесь одним из предлагаемых видеороликов.
2. Оформление лабораторной работы: скачать файл, выполнить работу, прислать файл в формате Документ Microsoft Office Word (.docx) на проверку в ВК или в электронном дневнике.

# Примеры комбинированного движения:

