

В том, что мгновенная скорость тела в любой точке криволинейной траектории направлена по касательной в этой точке, можно убедиться на опыте.

Если к быстро вращающемуся точильному камню электроточила приложить металлический прут, то из-под него будут вырываться

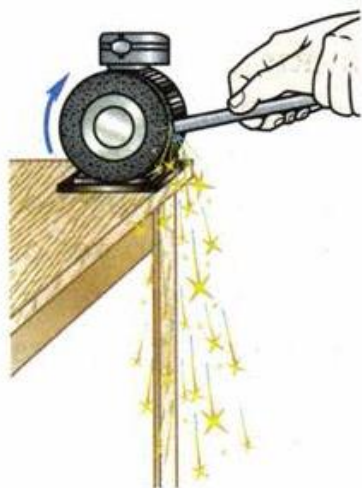


Рис. 39. Частицы вращающегося точильного камня, отрываясь от него при трении о металлический прут, летят по касательной к окружности в точке отрыва

искры (рис. 39). Это раскалённые частицы камня, отрывающиеся при трении о прут. Они летят с той скоростью, которой обладали в момент отрыва.

Из рисунка видно, что направление движения частиц, а значит, и вектор их скорости совпадает с касательной к окружности, по которой они двигались.

Напомним, что векторные величины характеризуются модулем и направлением. При изменении хотя бы одной из этих двух характеристик вектор меняется.

При движении тела по окружности *модуль вектора скорости* может меняться или оставаться постоянным, но *направление вектора скорости* обязательно меняется, т. е. вектор скорости тела, движущегося по окружности, является величиной переменной (независимо от того, меняется скорость по модулю или нет).

Значит, *движение по окружности всегда происходит с ускорением.*

В курсе физики 10 класса приводится строгое доказательство того, что ускорение, с которым тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью, в любой точке направлено по радиусу окружности к её центру. Поэтому оно называется **центростремительным**.

Модуль вектора центростремительного ускорения $a_{ц.с}$ тела, движущегося с постоянной по модулю скоростью v по окружности радиусом r , определяется по формуле:

$$a_{ц.с} = \frac{v^2}{r}.$$

Получить представление о направлении центростремительного ускорения можно по рисунку 40. На нём изображено тело (материальная точка), движущееся по окружности

$$a_{ц.с} = \frac{v^2}{r}$$

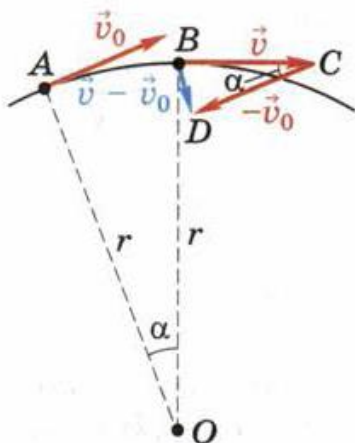


Рис. 40. Вектор центростремительного ускорения тела направлен вдоль радиуса к центру окружности

радиусом r . За очень малый промежуток времени t это тело переходит из точки A в точку B , которая расположена очень близко к точке A . При стремлении к нулю промежутка времени t точка B стремится к точке A , угол α — к нулю, а угол DBC — к 90° , т. е. при $t \rightarrow 0$ вектор ускорения, который совпадает по направлению с вектором $\vec{v} - \vec{v}_0$, направлен вдоль радиуса к центру окружности.

Пусть все участки траектории тела, движущегося с постоянной по модулю скоростью, представляют собой дуги окружностей (см. рис. 35). Тогда ускорение тела в любой точке этой траектории будет направлено к центру соответствующей окружности и может быть определено по формуле для расчёта центростремительного ускорения.

По второму закону Ньютона ускорение всегда сонаправлено с силой, в результате действия которой оно возникает. Это справедливо и для центростремительного ускорения.

Значит, и сила, под действием которой тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью, в каждой точке направлена по радиусу окружности к её центру.

Модуль вектора этой силы можно определить по формуле:

$$F = \frac{mv^2}{r}.$$



Рис. 41. Движение тела по окружности под действием силы упругости

Тела могут двигаться по окружности под действием сил разной природы. Например, шар легкоатлетического молота движется по окружности под действием силы упругости троса (рис. 41); планеты обращаются вокруг Солнца, а спутники — вокруг планет под действием силы всемирного тяготения; автомо-

биль совершает поворот за счёт силы трения колёс о дорогу; движение электронов вокруг ядра в атоме обусловлено действием сил электрического притяжения.

Под действием этих сил возникает ускорение, меняющее направление скорости тела, благодаря чему оно движется по окружности или её дуге.

Вопросы

1. Опишите опыт, с помощью которого можно убедиться в том, что мгновенная скорость тела, равномерно движущегося по окружности, в любой точке этой окружности направлена по касательной к ней.
2. Как направлено ускорение тела при его движении по окружности с постоянной по модулю скоростью? Как называется это ускорение?
3. По какой формуле можно вычислить модуль вектора центростремительного ускорения?
4. Как направлена сила, под действием которой тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью?



УПРАЖНЕНИЕ 18

1. При работе стиральной машины в режиме сушки поверхность её барабана, находящаяся на расстоянии 21 см от оси вращения, движется вокруг этой оси со скоростью 20 м/с. Определите ускорение, с которым движутся точки поверхности барабана.
2. Определите ускорение конца секундной стрелки часов, если он находится на расстоянии $R = 2$ см от центра вращения. (Длина l окружности радиусом R определяется по формуле: $l = 6,28R$.)
3. Докажите, что ускорение движения крайней точки стрелки часов в два раза больше ускорения средней точки этой стрелки (т. е. точки, находящейся посередине между центром вращения стрелки и её концом).
- 4*. Минутная и секундная стрелки часов вращаются вокруг общего центра. Расстояния от центра вращения до концов стрелок одинаковы. Чему равно отношение ускорений, с которыми движутся концы стрелок? Какая стрелка движется с большим ускорением?
- 5*. Масса Земли равна $6 \cdot 10^{24}$ кг, а масса Луны — $7 \cdot 10^{22}$ кг. Считая, что Луна движется вокруг Земли по окружности радиусом 384 000 км, определите: а) силу притяжения между Землёй и Луной; б) центростремительное ускорение, с которым Луна движется вокруг Земли; в) модуль скорости движения Луны относительно Земли.

