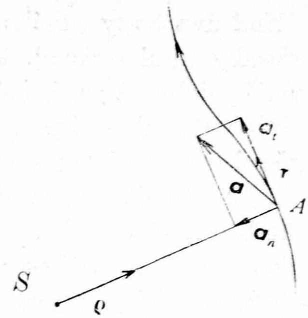
kde $r$ je polomer kružnice krivosti. Pretože normálové zrýchlenie smeruje do okamžitého stredu krivosti čiary pohybu, volá sa aj *zrýchlením dostredivým*.

Vektor zrýchlenia pri pohybu bodu môžeme teda písať aj takto:

$$\mathbf{a} = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{\tau} - \frac{v^2}{r}\boldsymbol{\rho} \tag{4}$$

Veľkosť tangenciálneho zrýchlenia, $a_t = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$, môže byť kladná aj záporná. Absolútna hodnota dostredivého zrýchlenia je $\frac{v^2}{r}$. Na *obr. 1.10* je znázornený rozklad zrýchlenia na zložku tangenciálnu a dostredivú pre prípad, že je $\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} > 0$.



*Obr. 1.10*

**1.6. Určenie polohy a pohybu tuhého telesa.** Keď je tuhé teleso upevnené tak, že jeden jeho bod, napríklad bod $A$, nemôže zmeniť svoju polohu vzhľadom na nejaké iné teleso, ostatné body telesa môžu sa ešte pohybovať po povrchoch gulí s polomermi rovnajúcimi sa ich vzdialenostiam od nehybného bodu $A$. Keď sa dva body tuhého telesa, napríklad body $A$ a $B$, nemôžu pohybovať, teleso sa môže ešte otáčať okolo priamky určenej bodmi $A$ a $B$. Keď sa však tri body tuhého telesa nemôžu pohybovať, napríklad body $A$ a $B$ a okrem nich ani bod $C$, ktorý neleží na priamke určenej bodmi $A$ a $B$, teleso sa už vôbec nemôže pohybovať.

*Poloha tuhého telesa vzhľadom na nejaké iné teleso je* teda *úplne určená polohami troch jeho bodov, ktoré neležia v jednej priamke.*

Nech súradnice troch takýchto bodov, vzťahujúce sa na súradnicový systém viazaný na nejaké iné teleso sú $x_i$, $y_i$, $z_i$ ($i = 1, 2, 3$). Je to spolu 9 číselných údajov. Všetky tieto súradnice nie sú však ľubovoľne voliteľné, lebo v dôsledku tuhosti telesa vzájomné vzdialenosti bodov $A$, $B$ a $C$, $d_{12} = \overline{AB}$, $d_{13} = \overline{AC}$ a $d_{23} = \overline{BC}$ sú konštantné, takže súradnice $x_i$, $y_i$, $z_i$ splňujú vzťahy:

$$\begin{aligned} d_{12}^2 &= (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 \\ d_{13}^2 &= (x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2 + (z_3 - z_1)^2 \\ d_{23}^2 &= (x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2 + (z_3 - z_2)^2 \end{aligned}$$

V istých hraniciach ľubovoľne môžeme preto zvoliť len šesť súradníc, napríklad všetky tri súradnice bodu $A$, dve súradnice bodu $B$ a jednu súradnicu bodu $C$.

Polohu úplne voľného tuhého telesa určuje šesť vhodne vybraných súradníc troch jeho bodov, ktoré neležia v jednej priamke. Hovoríme tiež, že *úplne voľné tuhé teleso má šesť stupňov voľnosti* svojho pohybu.

Pri telese upevnenom v jednom bode, napríklad v bode $A$, súradnice tohto bodu sú už pevne stanovené, takže v istých hraniciach ľubovoľne možno zvoliť už len tri ďalšie súradnice, napríklad dve súradnice bodu $B$ a jednu súradnicu bodu $C$, ktorý neleží na priamke určenej bodmi $A$ a $B$.

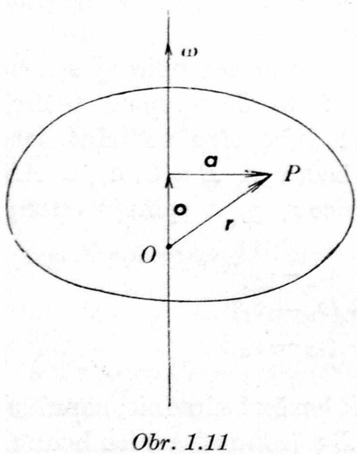
Polohu tuhého telesa v jednom bode upevneného určujú tri vhodne zvolené súradnice dvoch jeho ďalších bodov, ktoré spolu s nehybným bodom telesa neležia na jednej priamke. *V jednom bode upevnené tuhé teleso má tri stupne voľnosti* svojho pohybu.

Keď dva body tuhého telesa sú nehybné, teleso sa môže len otáčať okolo priamky nimi určenej, ktorá sa nazýva osou možného otáčania, a možno zvoliť polohu už len jedného bodu telesa, ktorý neleží na osi. Z troch súradníc tohto bodu ľubovoľne možno však zvoliť len jednu, lebo ostávajúce dve sú už určené jeho vzdialenosťami od dvoch bodov osi.

Polohu tuhého telesa uloženého na osi úplne určuje jedna súradnica jedného jeho bodu, ktorý neleží na osi možného otáčania. *Na osi uložené tuhé teleso má jeden stupeň voľnosti* svojho pohybu.

Pohyb tuhého telesa v jednotlivých práve opísaných prípadoch možno vyjadriť určením závislostí voliteľných súradníc jeho bodov od času. V nasledujúcich článkoch však uvidíme, že polohu a pohyb tuhého telesa možno vyjadriť aj inakšie a výhodnejšie.

**1.7. Otáčanie sa tuhého telesa okolo pevnej priamky.** Pri otáčaní sa tuhého telesa okolo nehybnej priamky jednotlivé body telesa sa pohybujú po kružniciach v rovinách na túto priamku (os otáčania) kolmých. Ich stredy sú na osi otáčania. Kolmice spustené z jednotlivých bodov takto sa pohybujúceho telesa na os otáčania v tomže časovom intervale sa pootočia o rovnaký uhol. Otáčanie sa tuhého telesa okolo pevnej priamky úplne určuje závislosť tohto uhla od času, meraného kladne vo zvolenom zmysle, čo je v zhode s poznatkom získaným v predošlom článku, že teleso uložené na osi má len jeden stupeň voľnosti svojho pohybu.



Obr. 1.11

Spoločný vektor uhlovej rýchlosti stáčania sa kolmíc spustených z jednotlivých bodov tuhého telesa na os jeho otáčania sa volá uhlová