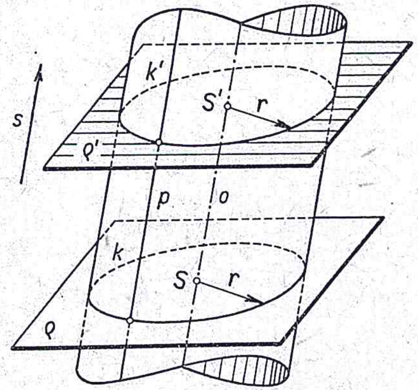
neboli *rotační* (obr. 4.52a), nebo *kosý* (obr. 4.52b). Poloměru podstavy rotačního kužele říkáme *poloměr kužele*. Rotační kužel je *rovnostranný*, je-li jeho osovým řezem rovnostranný trojúhelník ($s = 2r$).

Rotační komolý kužel je zobrazen na obr. 4.52c.

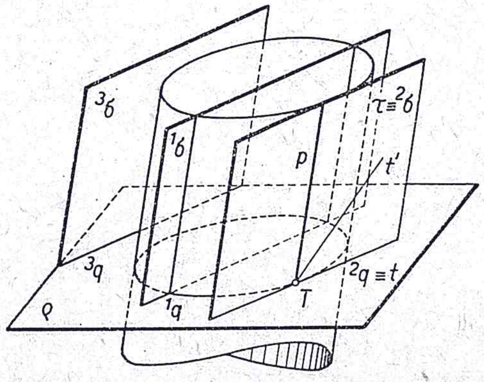
h) **V á l c o v á   p l o c h a,   v á l c o v ý   p r o s t o r,   v á l e c.** Definici válcové plochy (válcového prostoru) dostaneme z definice kuželové plochy (kuželového prostoru), jestliže místo vlastního bodu V zvolíme nevlastní bod, tj. směr. Definici uvedeme jen pro válcovou plochu.

Kruhová válcová plocha (stručně *válcová plocha*) je množina všech přímek daného směru s (*řídicí směr*), které protínají kružnici k (*řídicí kružnici*) ležící v rovině ϱ různoběžné se směrem s (obr. 4.53).

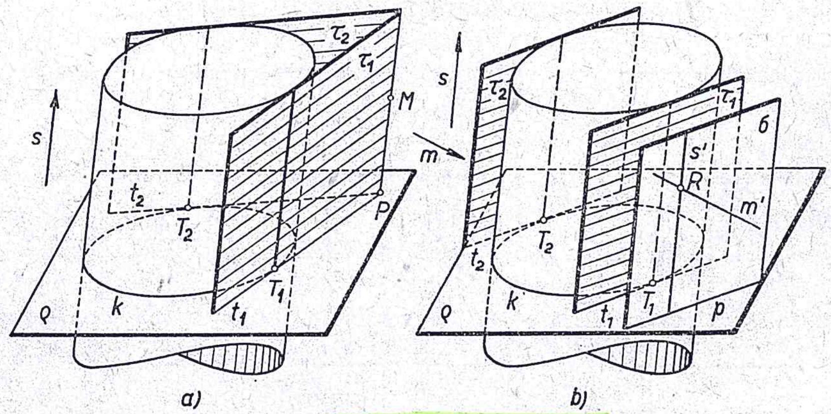
Pojmy *povrchová přímka* (přímka plochy směru s), *vrcholová přímka* a *vrcholová rovina* (přímka a rovina směru s), *povrchová kružnice* (řez rovinou $\varrho' \parallel \varrho$), *vnitřní* a *vnější bod* jsou obdobné jako u kuželové plochy.



Obr. 4.53. Kruhová válcová plocha.



Obr. 4.54. Řez válcové plochy vrcholovou rovinou.



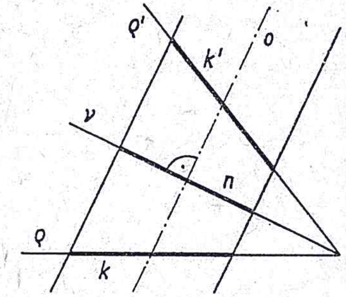
Obr. 4.55. Tečné roviny válcové plochy.

Vrcholová rovina válcové plochy ji protíná buď ve dvou různých povrchových přímkách (obr. 4.54; rovina ${}^1\sigma$), *nebo se jí dotýká podél přímky* (*tečná rovina* $\tau \equiv {}^2\sigma$), *nebo s ní nemá žádný společný bod* (rovina ${}^3\sigma$).

Pojem *dotykové přímky* p, *tečny* t', *dotykového bodu* T a *normály* je týž jako u kuželové plochy. *Normální řez* válcové plochy je její řez rovinou kolmou k povrchovým přímkám plochy.

Podél povrchové přímky p *válcové plochy dotýká se jí jediná tečná rovina* τ. Je např. určena povrchovou přímkou p a libovolnou tečnou t' nebo dvěma různými tečnami t, t' (obr. 4.54).

Vnějším bodem válcové plochy procházejí právě dvě různé tečné roviny τ_1, τ_2. Jejich konstrukce pro vlastní bod M je vyznačena na obr. 4.55a; pro nevlastní bod určený směrem m v obr. 4.55b. V druhém případě libovolným bodem R vedeme přímky $m' \parallel m$, $s' \parallel s$ a najdeme průsečnici p roviny $\sigma \equiv (m's')$ s rovinou ϱ řídicí kružnice k.

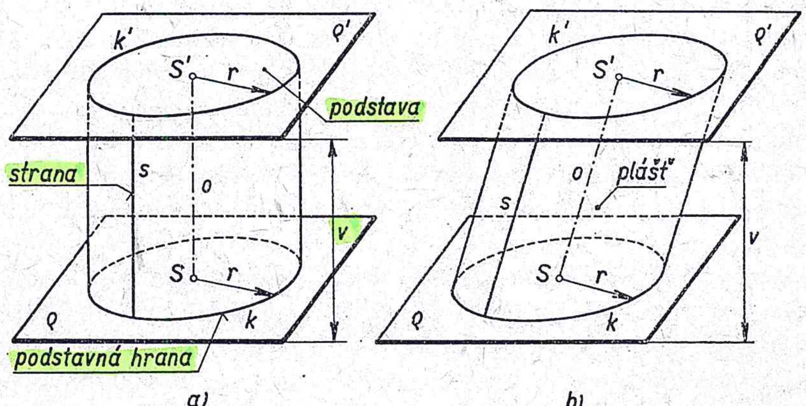


Obr. 4.56. Dvě soustavy kružnic kruhové válcové plochy.

O vzájemné poloze přímky a válcové plochy rozhodneme obdobně jako v případě kuželové plochy.

Přímka o, na níž leží středy povrchových kružnic, se nazývá *středná* (obr. 4.53). Říkáme, že válcová plocha je *kolmá* neboli *rotační* (*kosá*), jestliže středná je kolmá (kosá) k rovině řídicí kružnice; středná rotační válcové plochy se nazývá *osa*.

Na kosé válcové ploše existují právě dvě soustavy kružnic. Jednu tvoří kružnice v rovinách rovnoběžných s rovinou ϱ *řídicí kružnice, druhou kružnice v rovinách rovnoběžných s rovinou* ϱ', *která je souměrně sdružená s rovinou* ϱ *podle roviny*



Obr. 4.57. Kruhový válec.

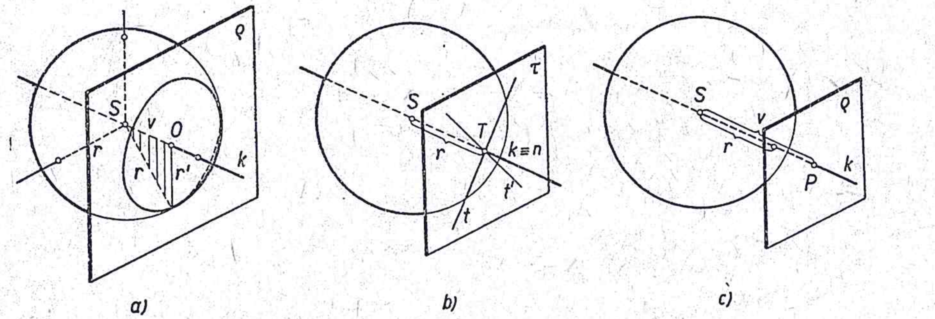
libovolného normálního řezu plochy (obr. 4.56). Normální řez *kosé* válcové plochy tedy není kružnice (je vždy elipsou).

Rotační válcová plocha vzniká rotací přímky rovnoběžné s osou otáčení (a od ní různé). Její tečná rovina je kolmá na rovinu určenou dotykovou přímkou a osou. Normála rotační válcové plochy protíná osu a je k ní kolmá.

Rotační válcová plocha vzniká též rotací roviny rovnoběžné s osou otáčení, která v ní neleží.

Kruhový válec nebo stručně *válec* (*cylindr*) je průnik válcového prostoru s prostorovou vrstvou určenou rovinou ϱ řídicí kružnice a rovinou $\varrho' \parallel \varrho$ (obr. 4.57a, b).

Základní pojmy jsou stejné jako u kruhové válcové plochy. Další pojmy jako *podstava, podstavná hrana, plášť, strana, síť* jsou obdobně definovány jako u kužele. *Výška* válce je vzdálenost rovin podstav. Válec může být *kolmý*



Obr. 4.58. Vzájemná poloha kulové plochy a roviny.

čili *rotační* (obr. 4.57a) nebo *kosý* (obr. 4.57b). *Poloměr rotačního válce* je poloměr r jeho podstavy. Rotační válec se nazývá *rovnostranný*, je-li jeho osovým řezem čtverec; $s = v = 2r$.

i) K u l o v á p l o c h a, k o u l e. *Kulová plocha* (*koule*) je množina všech bodů prostoru majících od daného bodu S vzdálenost, která se rovná danému kladnému číslu r (je nejvýše rovna r). Bod S je *střed*, r *poloměr* a číslo $d = 2r$ *průměr* kulové plochy nebo koule. *Průměrem* rozumíme i přímku procházející středem. Bod, jehož vzdálenost od středu je menší (větší) než poloměr, se nazývá *vnitřní* (*vnější*) *bod* kulové plochy nebo koule. Stačí uvést jen vlastnosti kulové plochy. Kulová plocha $\varkappa$ je určena středem S a poloměrem r; značíme $\varkappa \equiv (S, r)$.

Rovina buď protíná kulovou plochu v kružnici (obr. 4.58a), *nebo se jí dotýká v jediném bodě* (obr. 4.58b), *nebo s ní nemá žádný společný bod* (obr. 4.58c).

Řez kulové plochy rovinou ϱ sestrojíme tak, že jejím středem S vedeme kolmici k k rovině ϱ a stanovíme průsečík $O \equiv k \, . \, \varrho$. Je-li $0 < v = SO < r$, řezem je *vedlejší kružnice*, jejíž poloměr $0 < r' < r$ je odvěsnou v pravoúhlém

trojúhelníku s druhou odvěsnou v a přeponou r (obr. 4.58a). Jestliže $O \equiv S$, řezem je *hlavní kružnice* ($r' = r$).

Rovina τ na obr. 4.58b se nazývá *tečná rovina*, bod T *dotykový bod* a kolmice v T k rovině τ *normála* kulové plochy.

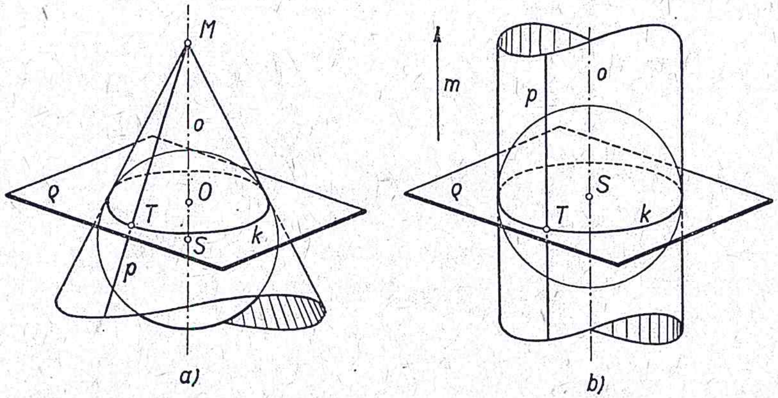
Normála kulové plochy prochází jejím středem; tečná rovina v bodě T kulové plochy je kolmá na jeho spojnici se středem.

Přímka t, která má s kulovou plochou společný právě jeden bod T, se nazývá *tečna*; bod T je její *dotykový bod* (obr. 4.58b).

Každá přímka t v tečné rovině τ, která prochází jejím dotykovým bodem T, je tečnou kulové plochy. Obráceně, *každá tečna t kulové plochy s dotykovým bodem T leží v tečné rovině τ sestrojené v bodě T* (obr. 4.58b). Tečná rovina τ v bodě T je tedy určena dvěma různými tečnami t, t' v bodě T.

Vnějším bodem M kulové plochy prochází nekonečně mnoho tečen. Vytvářejí rotační kuželovou plochu, jejíž vrchol je bod M, osa spojnice bodu M se středem a řídicí kružnicí k je vedlejší kružnice plochy. Každý její bod je dotykovým bodem tečny vedené z M k ploše (obr. 4.59a).

Tečny kulové plochy daného směru m vytvoří rotační válcovou plochu. Řídicí kružnice k je hlavní kružnice plochy v rovině procházející jejím středem a kolmá k danému směru (obr. 4.59b).



Obr. 4.59. Tečny kulové plochy procházející bodem M, resp. ležící ve směru m.

Vzájemnou polohu přímky a kulové plochy určíme užitím pomocné roviny ϱ proložené přímkou a protínající plochu. Každý společný bod přímky a řezu je společným bodem přímky a kulové plochy.

4.10. PŘÍKLADY

P ř í k l a d 4.1. Sestrojte čtverec, jehož jedna strana leží na dané přímce p, druhá strana v dané rovině ϱ, která je různoběžná s p a není k ní kolmá, a jeden vrchol v dané rovině $\sigma \nparallel \varrho$.