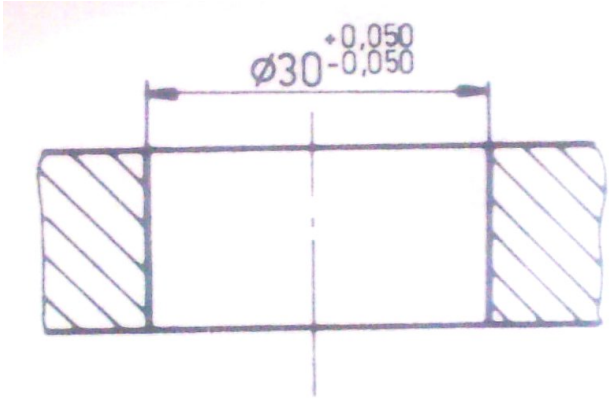
DIN ISO 1302	Roughness values R_a	µm	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50
		µin	1	2	4	8	16	32	63	125	250	500	1000	2000
	Roughness grade number		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Suppl. 1 to DIN 4768/1	Roughness values R_z in µm	from	0.1	0.25	0.4	0.8	1.6	3.15	6.3	12.5	25	40	80	160
		to	0.8	1.6	2.5	4	6.3	12.5	20	31.5	63	100	160	250

تولرانس



هیچ یک از اندازهایی که در نقشه نوشته میشود مطلق نیست بنابراین برای اینکه دقت اندازه مشخص شود باید آن را با تولرانس یا همان مقدار خطای مجاز معرفی کرد. نمایش تولرانس در نقشه از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا دقت قطعه، ماشین ابزاری که با آن قطعه را میسازند و در نتیجه قیمت تمام شده آن را مشخص میکند. برای تمام اندازه های مهم در نقشه تولرانس آن را طبق استاندارد مینویسند.

برای نمایش تولرانس هم میتوان آن را بر حسب میکرومتر کنار عدد اندازه در جای مناسب نوشت و هم میتوان آن را بصورت ترکیبی از یک عدد به همراه حروف IT نمایش داد. به مثال ربرو توجه کنید.

تشخیص کیفیت تولرانس (دقت ساخت) ، محاسبه و مورد استفاده آنها به شرح زیر میباشد.

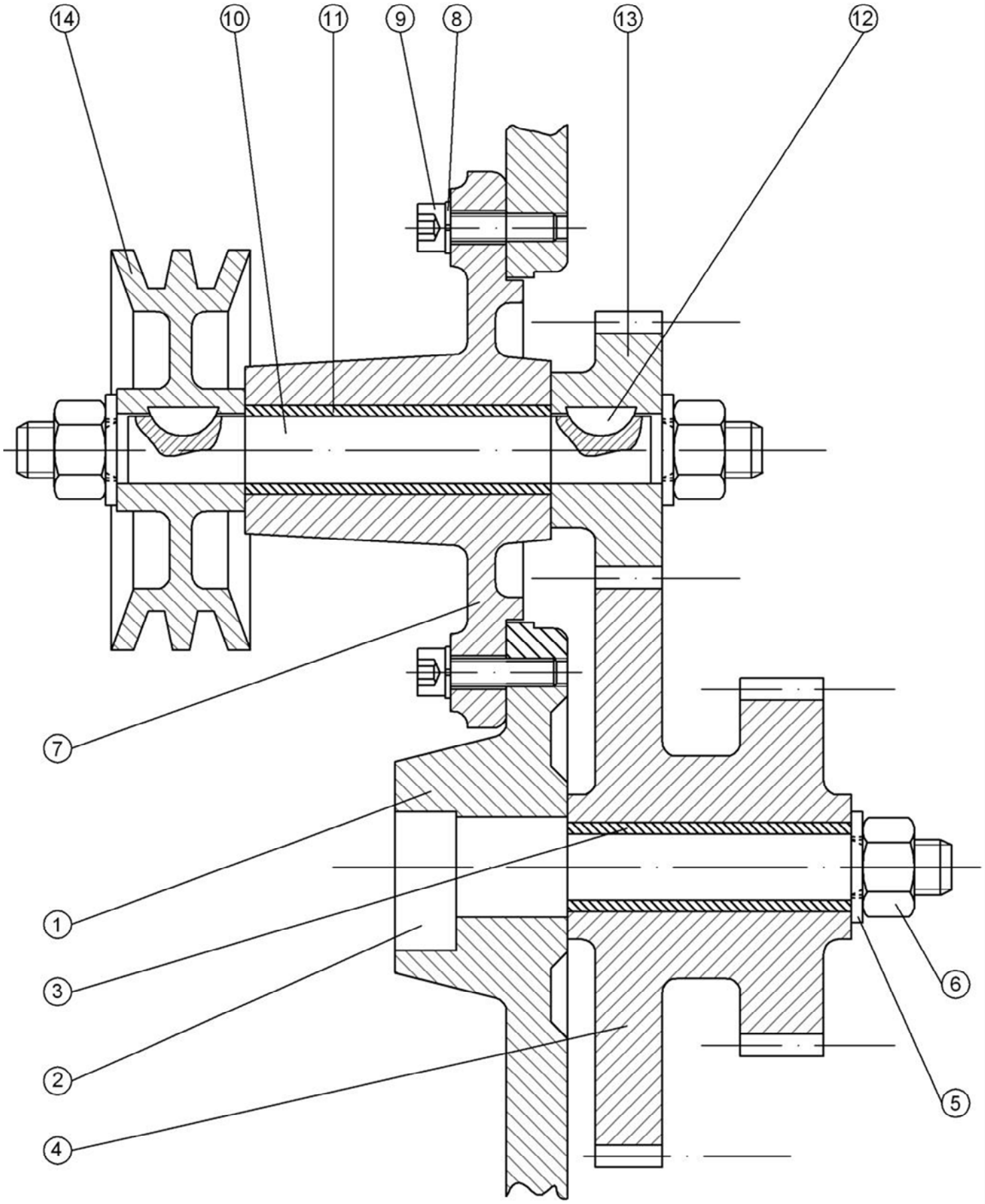
در انطباقات ISO که مخفف International Organization for Standardization میباشد هجده کیفیت برای تولرانس در نظر گرفته شده که از شماره 0.1 شروع و به شماره 16 ختم میگردد. در جدول زیر تولرانس با IT (مخفف ISO - Tolerance) نمایش داده شده است i مربوط به واحد تولرانس میباشد که واحد آن میکرون است.

کفیت	IT1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
تولرانس	1 i	1.5 i	2.5 i	4 i	7 i	10 i	16 i	25 i	40 i	64 i	100 i	160 i	250 i	400 i	640 i	1000 i

انطباقات

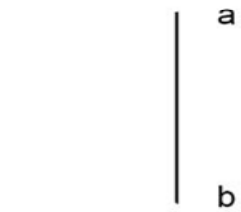
اکثر قطعاتی که در صنعت استفاده میشوند معمولا به نوعی روی هم سوار میشوند. بنابراین باید نوع انطباق دو قطعه نسبت به هم مشخص باشد. برای این منظور علائم استانداردی وجود دارد که در نقشه گذاشته میشود و بیانگر لقی بین قطعات میباشد. دو سیستم انطباقی وجود دارد یکی سوراخ مبنا و دیگری میله مبنا. برای نمایش انطباق از حروف لاتین و اعداد استفاده میشود. هر چه از حرف a به حرف z نزدیک شویم انطباق به سمت سفت و اگر از z به a نزدیک شویم به سمت لقی میرویم. برای سوراخ از حروف بزرگ و برای میله از حروف کوچک استفاده میشود. انطباق H h حالت فی ما بین را نشان میدهد. عددی هم که کنار حروف قرار میگیرد نشانگر دقت انطباق است به این صورت که هرچه عدد کوچکتر باشد دقت بیشتر است. نمایش انطباق در نقشه اهمیت زیادی دارد و حتما باید در قطعاتی که روی هم نصب میشوند بخصوص محورها و توپی ها انطباق مربوطه را نشان داد.

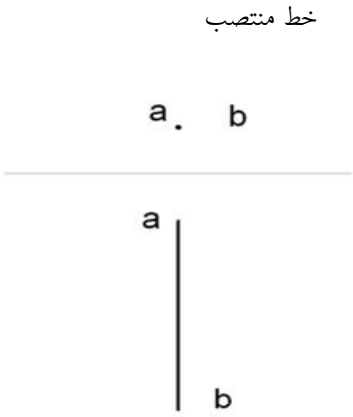
تمرین درس ششم: نقشه اجرای قطعات شماره ۱۰ و ۷ و ۴ را بطور کامل و با رعایت کامل اصول نقشه کشی و تولرانس انطباق و همچنین صافی سطوح رسم نمایید. قطعات شماره ۵ و ۶ و۸ و ۹ و ۱۲ را نیز بطور صحیح با مشخصات کامل و استاندارد مربوط معرفی کنید.



درس هفتم: انواع خط صفحه

۱- خط نوع اول: عمود بر یکی از صفحات تصویر

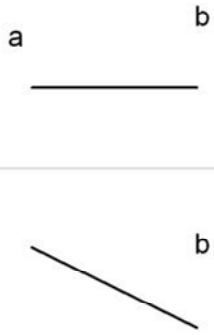




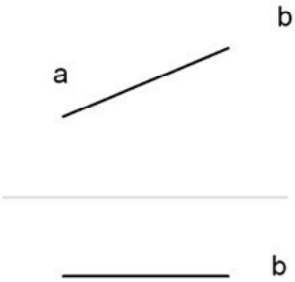
خط قائم

خط مواجهه

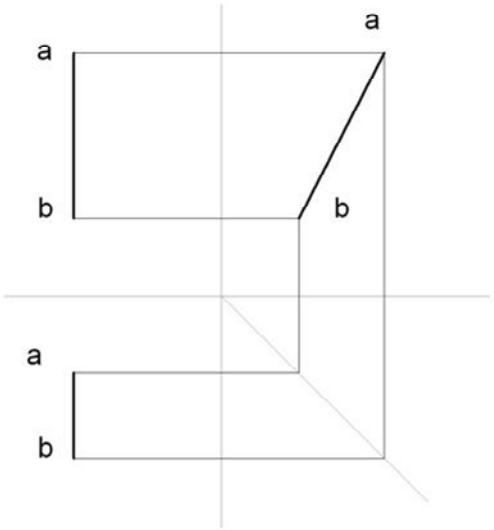
۲- خط نوع دوم: موازی با یکی از صفحات تصویر



خط افقی

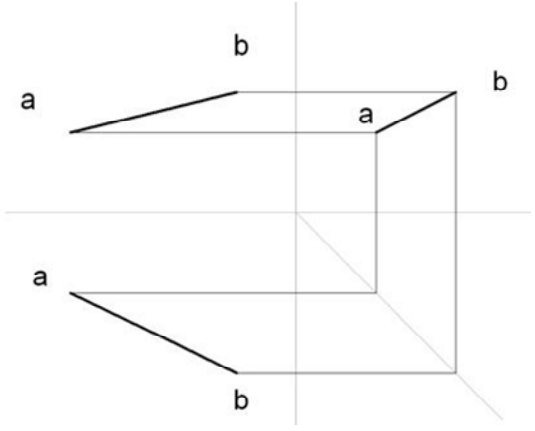


خط جبهی

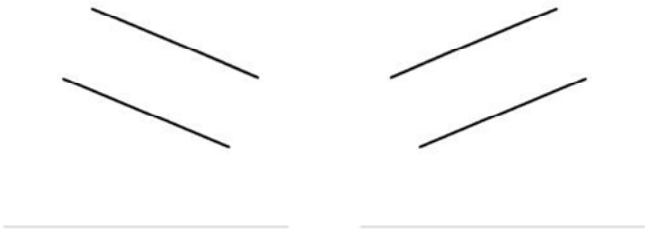


خط نیمرخ

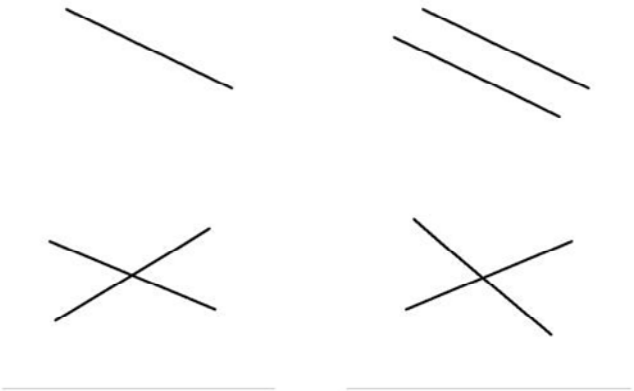
۳- خط نوع سوم: نه موازی و نه عمود بر صفحات تصویر (نا مشخص یا سه بعدی)



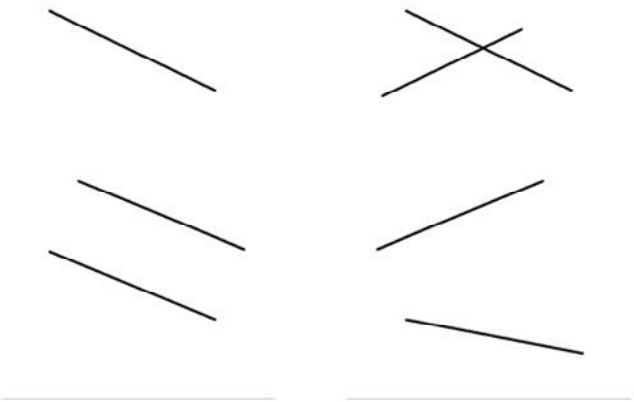
وضعیت دو خط نسبت به هم:



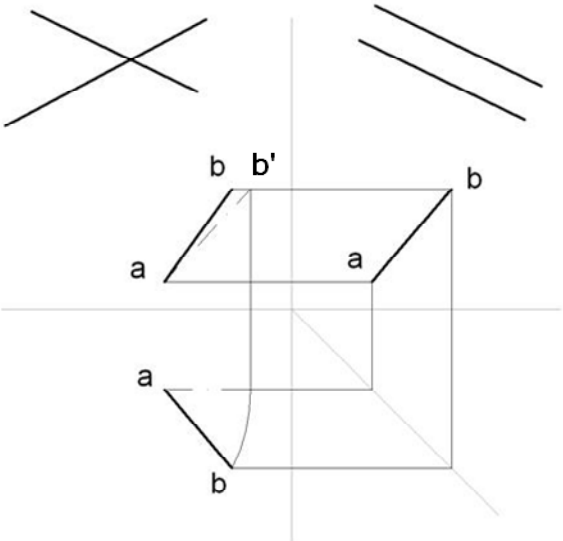
دو خط وقتی با هم موازیند که در تمام نماها با هم موازی باشند.



دو خط وقتی با هم متقاطعند که در تمام نماها در یک نقطه واحد متقاطع باشند.



دو خط که نه با هم موازی باشند نه متقاطع، نسبت به هم متنافرند.

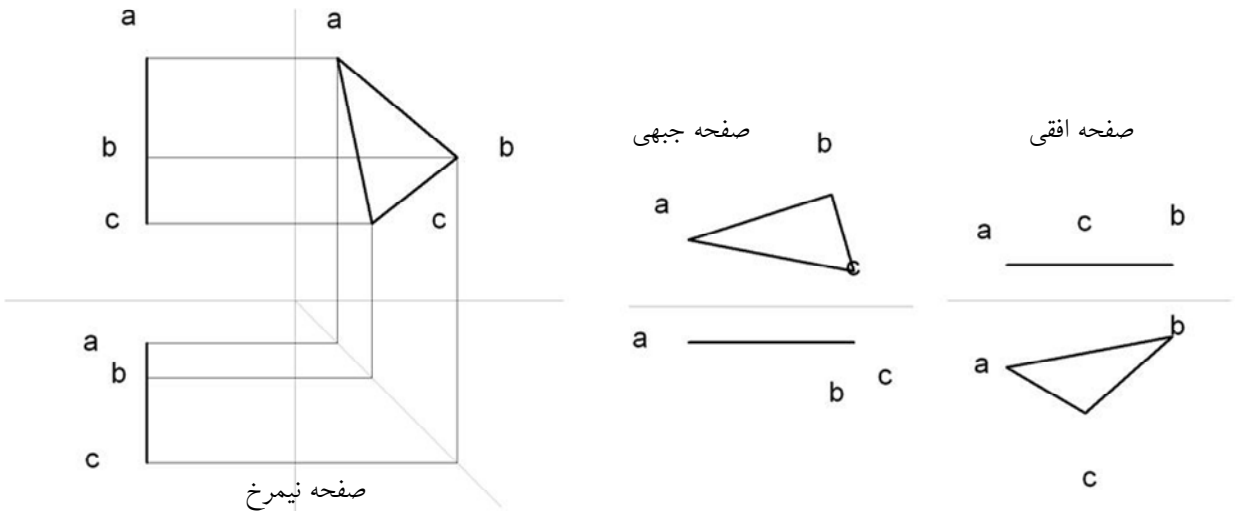


اندازه واقعی خط:

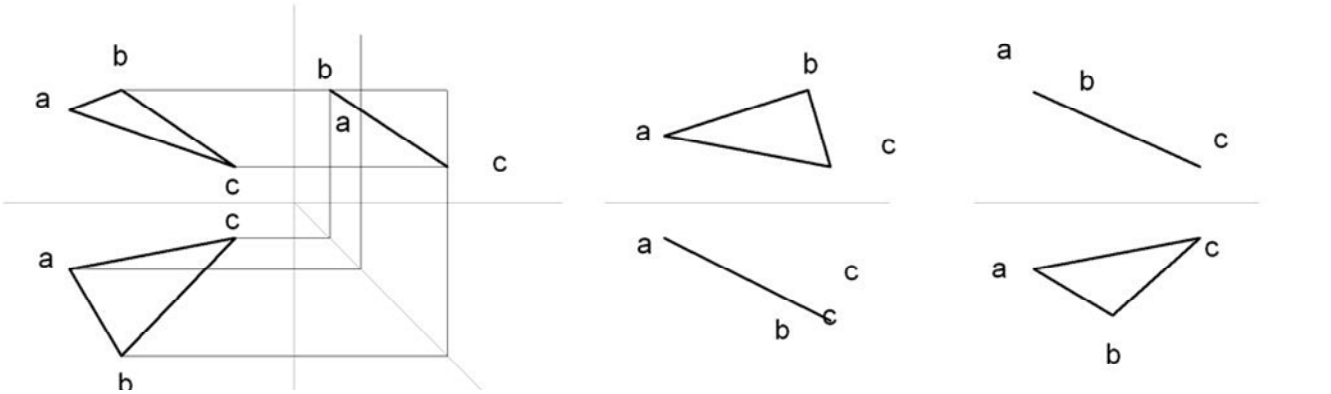
اندازه واقعی خط در نمایی به دست میآید که خط با آن صفحه تصویر موازی باشد. خط نوع سوم با هیچ صفحه ای موازی نیست بنابراین اندازه واقعی آن در هیچ یک از نماها دیده نمیشود. دو روش برای بدست آوردن اندازه واقعی این خط وجود دارد. یکی به روش دوران دیگری به روش تغییر صفحه. در روش دوران یکی از رئوس خط را حول راس دیگر طوری دوران میدهیم که با صفحه تصویر موازی شود، سپس تصویر این نقطه جدید (b′) را در نمای دیگر بدست

میآوریم. ’ab اندازه واقعی خط را نشان میدهد.

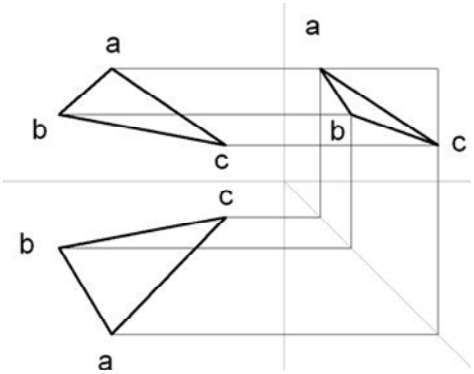
۱- صفحه نوع اول: موازی با یکی از صفحات تصویر



۲- صفحه نوع دوم: عمود بر یکی از صفحات تصویر

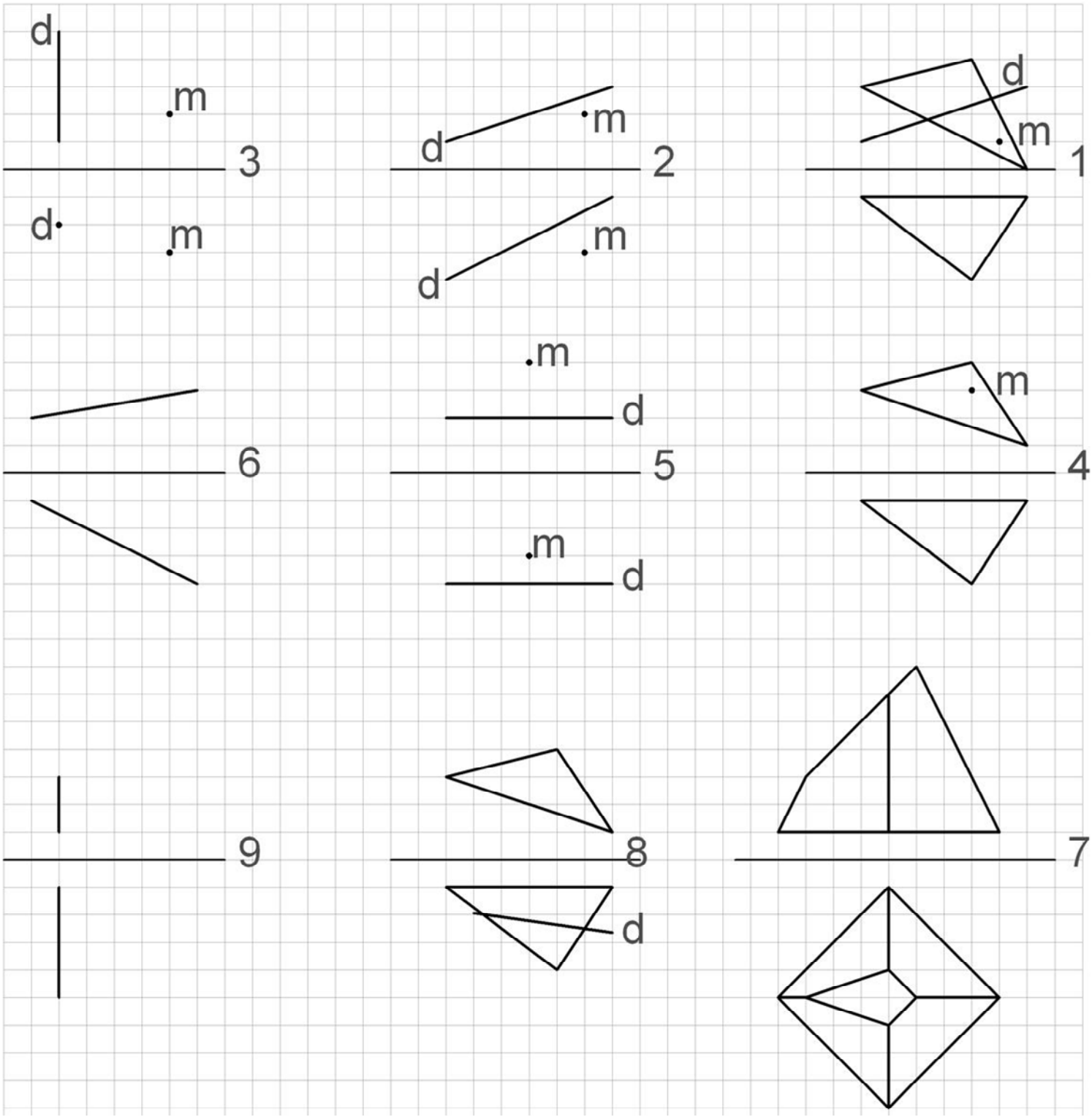


۳- صفحه نوع سوم: نه موازی و نه عمود با صفحات موازی (صفحه نا مشخص)



اندازه واقعی صفحه: اندازه و شکل واقعی صفحه در نمایی بدست میآید که صفحه با آن نما موازی باشد. برای بدست آوردن اندازه و شکل واقعی صفحه نیز دو روش وجود دارد. یکی بدست آوردن اندازه تک تک اضلاع و دیگری تغییر صفحه.

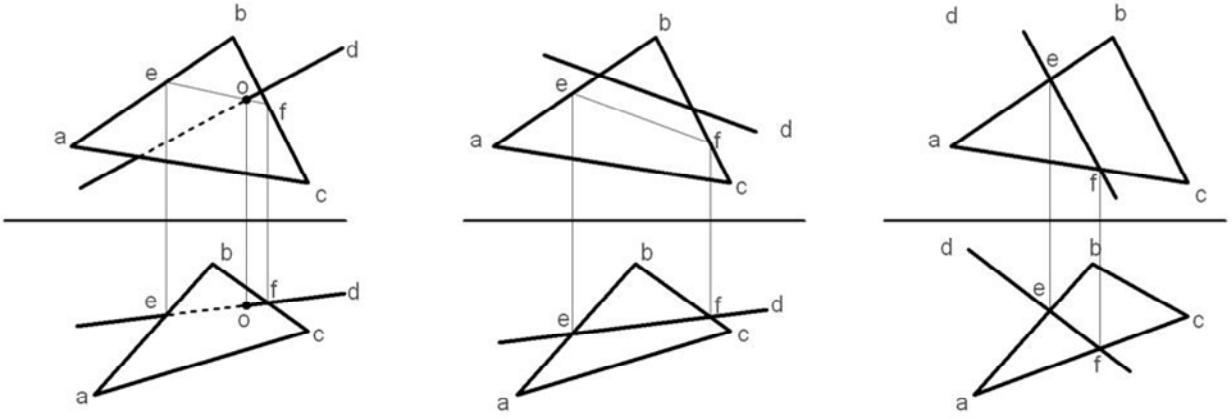
تمرین:۱- تصویرافقی (بالا) نقطه m و خط d را که در صفحه مثلث میباشند بدست آورید. ۲- از نقطه m خطی به موازات خط d رسم کنید. خط جبهی دیگری از m که با d متقاطع باشد نیز رسم کنید. ۳- از نقطه m خطی افقی به d رسم کنید. فاصله m از d چقدر است؟ ۴- از نقطه m واقع در صفحه یک خط افقی در همین صفحه رسم کنید. ۵- طول حقیقی خط نیمرخی را بدست آورید که از نقطه m متقاطع با d رسم شود. ۶- اندازه واقعی خط را بدست آورید. ۷- شکل واقعی درپوش هرم ناقص را بدست آورید. ۸- تصویر قائم خط d واقع در صفحه را بدست آورید. ۹- اندازه واقعی خط را بدست آورید.



درس هشتم: وضعیتهای مختلف خط و صفحه و تغییر صفحه تصویر

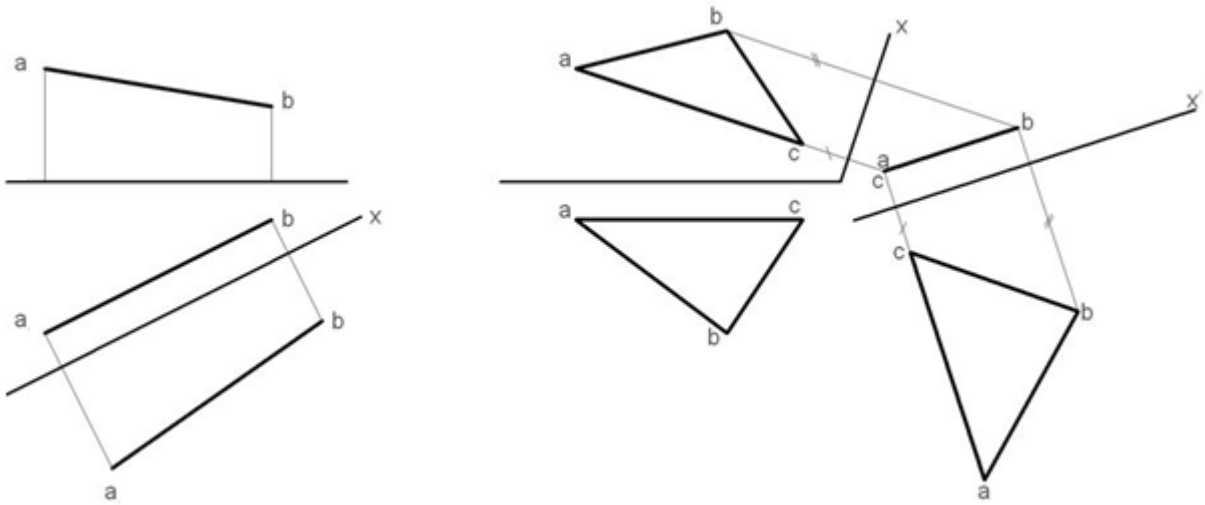
وضعیت خط و صفحه نسبت به هم:

ابتدا محل برخورد خط d را با اظلاع در یکی از نماها e وf مینامیم. این نقاط را روی اظلاع صفحه در نمای دیگر بدست می آوریم. وضعیت خط ef با خط d بیانگر وضعیت خط و صفحه میباشد. به این صورت که اگر این دو خط با هم متقاطع باشند خط و صفحه با هم متقاطعند، اگر موازی باشند با هم موازیند و اگر با هم در صفحه برخورد نداشته باشند خط صفحه با هم برخورد ندارند. اگر خط و صفحه با هم در یک نقطه متقاطعند باشند، این نقطه فصل مشترک خط صفحه است. سپس باید خط را نسبت به صفحه در هر یک از نماها با توجه به نمای دیگر ولی بطور جداگانه مرئی مخفی نمود. بدیهی است مرئی مخفی شدن خط نسبت به صفحه در فصل مشترک o تغییر میکند.

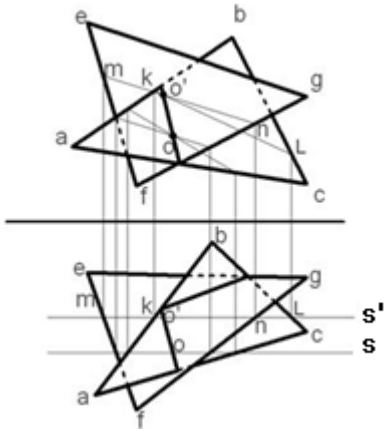


اندازه واقعی خط و صفحه

برای بدست آوردن اندازه واقعی خط به روش تغییر صفحه ابتدا با یک خط العرض مناسب x خط را از نوع سوم به نوع دوم تبدیل می کنیم و اندازه واقعی آن را در صفحه تصویر جدید بدست می آوریم. برای بدست آوردن شکل واقعی صفحه نوع سوم ابتدا با استفاده از یک خط نوع دوم داخل صفحه و خط العرض مناسب که آن را به یک نقطه تبدیل میکند، صفحه را به نوع دوم تبدیل میکنیم تا تصویر صفحه به یک خط تبدیل شود. مجددا با استفاده از خط العرض مناسب دیگری موازی با تصویر صفحه (خط)، صفحه را به نوع اول تبدیل میکنیم و شکل واقعی آن را که در این نمای جدید میباشد، بدست میآوریم.

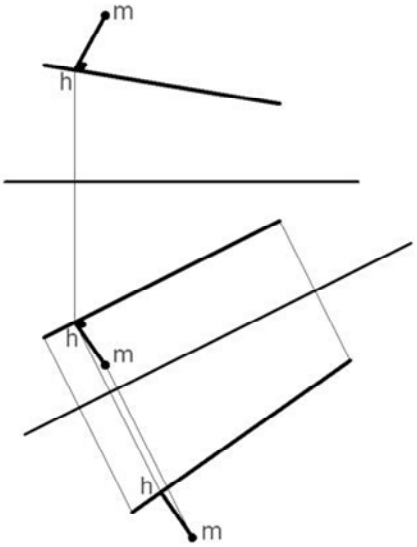


فصل مشتک دو صفحه:



برای بدست آوردن فصل مشترک دو صفحه ابتدا یک صفحه نوع دوم s در یکی از نماها از هر دو صفحه میگذرانیم تا نقاط برخورد k,l روی صفحه abc و m,n روی صفحه efg بدست آید. این نقاط را روی اظلاع مربوط در نمای دیگر انتقال میدهیم تا خطوط mn و kl بدست آید. محل برخورد mn با kl نقطه o را بدست میدهد. با استفاده از صفحه دیگر s' و به همین ترتیب فوق نقطه دیگر o' بدست میآید. راستای oo' امتداد فصل مشترک را نشان میدهد. آن قسمت از این راستا که درون هر دو صفحه باشد فصل مشترک دو صفحه را نشان میدهد. در مواردی هم ممکن است اظلاع هم قسمتی از فصل مشترک باشند. در انتها باید دو صفحه را نسبت به هم در هر نما بطور جداگانه مرئی مخفی نمود.

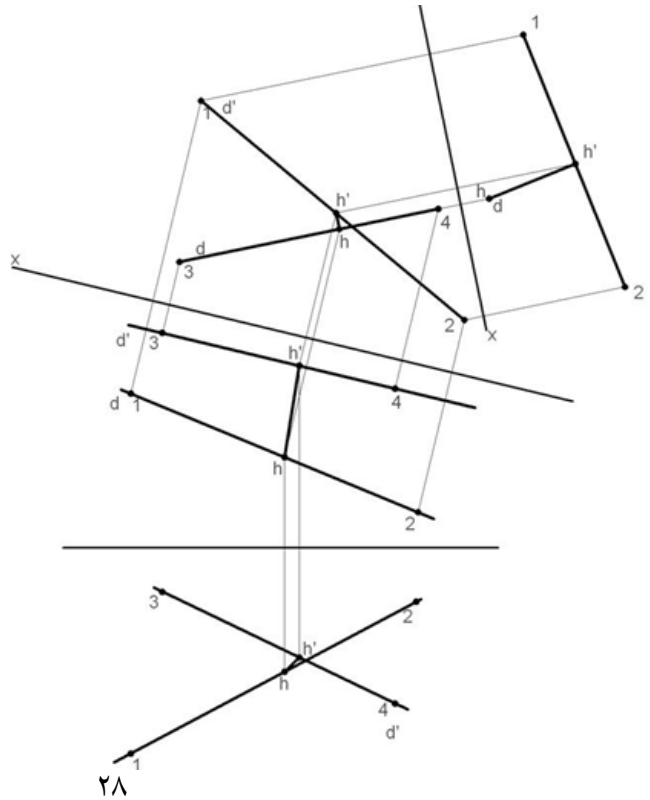
فاصله یک نقطه از یک خط



برای بدست آوردن فاصله یک نقطه از یک خط باید از نقطه مربوط m یک خط به خط اولیه d عمود کرد. برای این منظور ابتدا خط d را به نمایی که در آن اندازه واقعی خود را دارد انتقال میدهیم. در این نما میتوان از نقطه m به خط d، یک عمود رسم کرد. اندازه عمود همان فاصله نقطه از خط میباشد.

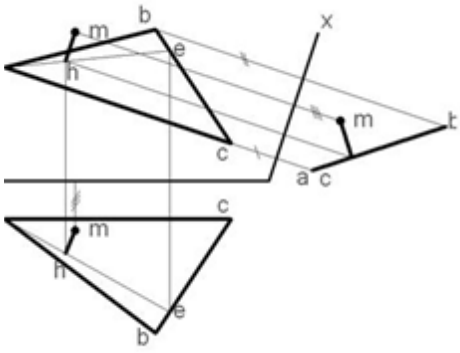
فاصله دو خط یکدیگر

برای بدست آوردن عمود مشترک دو خط یا به عبارت دیگر بدست آوردن فاصله دو خط از یکدیگر در حالت کلی، اول یکی از خطوط را با خط العرض مناسب به نوع دوم تبدیل میکنیم و خط دیگر را نیز به این صفحه کمکی انتقال میدهیم. مجددا با خط العرض مناسب دیگری همان خط اول را به خط نوع اول تبدیل کرده تا نمای جدید آن به یک نقطه تبدیل شود. خط دیگر را نیز به این نما انتقال میدهیم. در این نما از این نقطه یک خط به تصویر خط دوم کشیده و پای عمود را h' مینامیم. این نقطه h' را بترتیب به نماهای اصلی انتقال میدهیم. برای بدست آوردن پای دیگر عمود مشترک، از نمای آخر، نقطه h را به نمای قبلی انتقال داده و از h' به راستای خط h عمود میکنیم تا نقطه h بدست آید این دو نقطه را به نماهای اصلی انتقال میدهیم تا عمود مشترک یا همان فاصله دو خط از هم بدست آید.

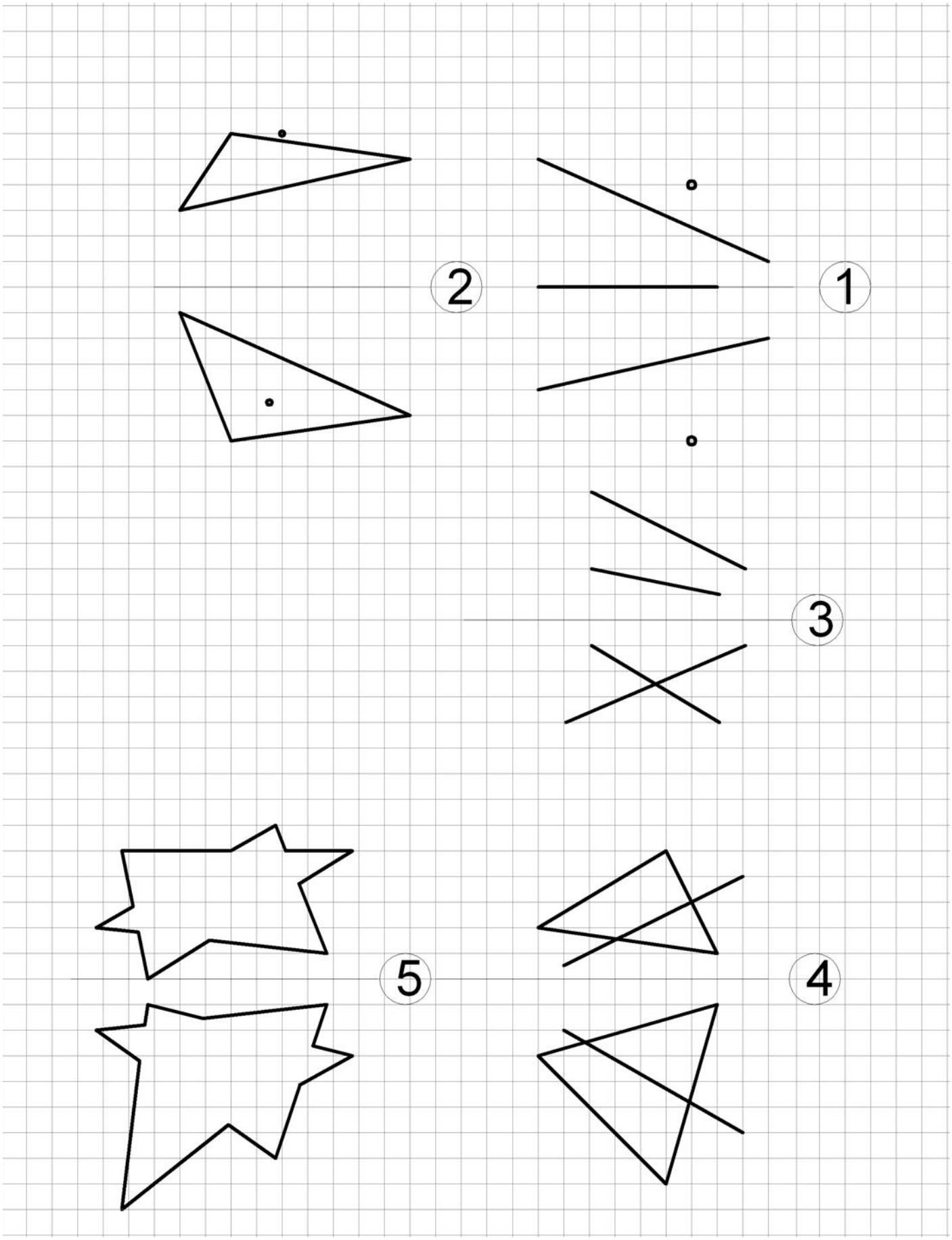


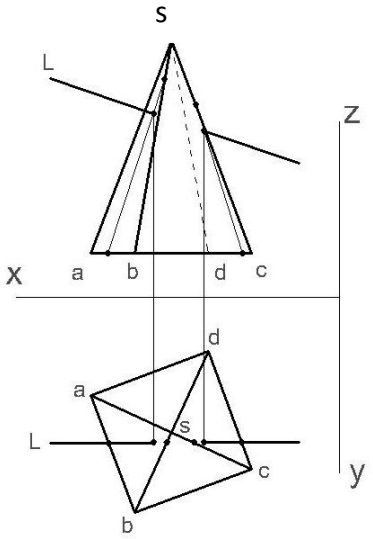
فاصله یک نقطه از یک صفحه

برای این منظور باید صفحه نوع سوم را به روش تغییر صفحه به روشی که قبلا توضیح داده شد، به صفحه نوع دوم تبدیل میکنیم تا نمای صفحه به یک خط تبدیل شود. از نقطه m خطی بر صفحه عمود میکنیم. برای انتقال پای عمود h به نمای قبلی از نقطه m به راستای h عمود میکنیم تا نقطه h بدست آید. این نقطه را به نماهای اصلی انتقال میدهیم.



تمرین: ۱- اندازه واقعی خط و همچنین فاصله نقطه m را از خط بدست آورید. ۲- شکل واقعی صفحه و فاصله نقطه m از صفحه را بدست آورید. ۳- فاصله دو خط را بدست آورید. ۴-فصل مشترک خط و صفحه را بدست آورید. ۵- فصل مشترک دو صفحه را بدست آورید.





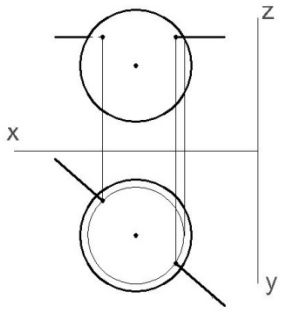
درس نهم: فصل مشترک خط با احجام مختلف

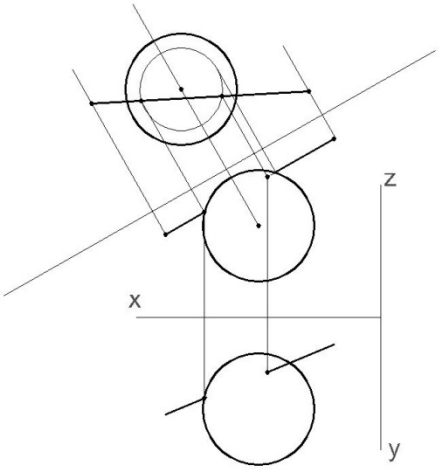
برخورد خط با حجم مستوی:

احجام مستوی احجامی میباشند که از صفحات تخت تشکیل میشوند. مانند مکعب، هرم و منشور. فصل مشترک خط با حجم مستوی مانند برخورد خط با صفحه میباشد یعنی محل برخورد خط را با تک تک وجوهی که احتمال دارد برخورد کند بدست می آوریم. فصل مشترک خط با حجم مستوی یک خط میباشد که این نقاط برخورد دو سر آن را بدست میدهد. در برخورد خط با حجم هر مقدار از خط را که درون حجم قرار میگیرد رسم نمیکنیم و آن قسمت که پشت حجم قرار میگیرد به صورت ندید رسم میکنیم. همیشه بعد از بدست آوردن فصل مشترک، خط را نسبت به حجم مرئی و مخفی میکنیم.

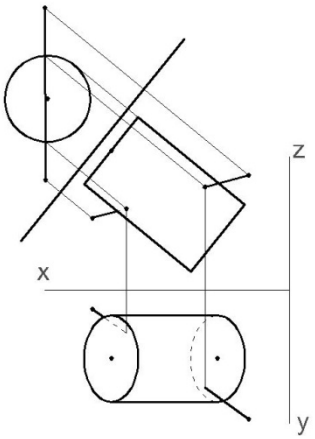
برخورد خط با احجام دوار:

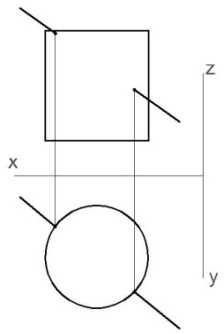
احجام مستوی شامل استوانه، کره و مخروط میباشد. برای بدست آوردن فصل مشترک خط با هر یک از این احجام از روشهای متفاوتی استفاده میشود. در برخورد خط با کره ابتدا اگر خط نوع سوم باشد، با تغییر صفحه مناسب آن را به خط نوع دوم تبدیل میکنیم. در این حالت از محل برخورد خط با کره، میتوان یک دایره در نمایی که خط اندازه اصلی را دارد، بدست آورد. این دایره محل برخورد خط با کره را بدست میدهد که این محلهای برخورد را میتوان به نماهای دیگر هم انتقال داد و قسمتهای اضافی خط را پاک کرده و آن را نسبت به کره مرئی مخفی نمود.



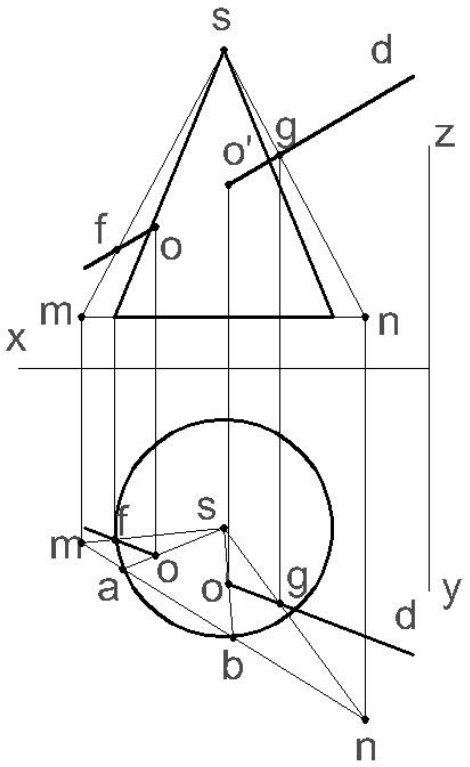


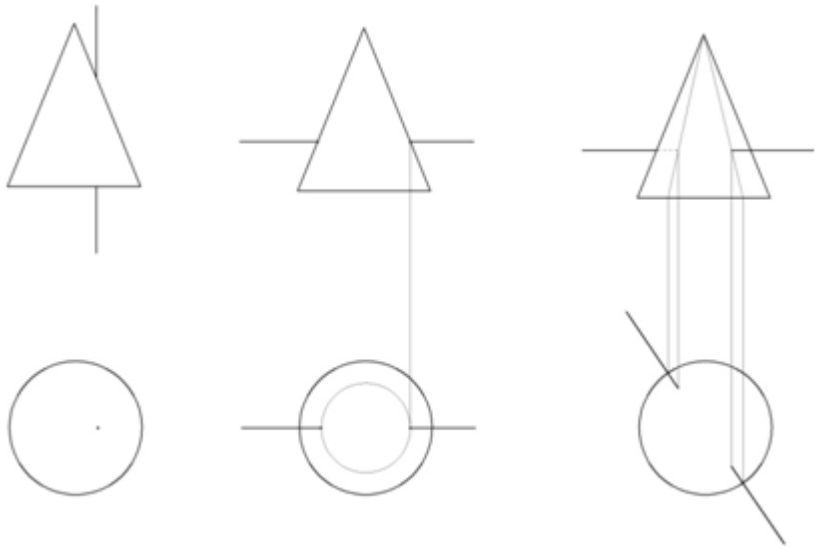
در بدست آوردن برخورد خط با استوانه میدانیم که دو سر فصل مشترک حتما روی سطوح جانبی یا دو قاعده استوانه قرار میگیرد. با توجه به این موضوع و صفحات تصویری که در آنها این سطوح به یک خط تبدیل میشوند، نقاط برخورد را بدست آورده و فصل مشترک را بدست می آوریم.





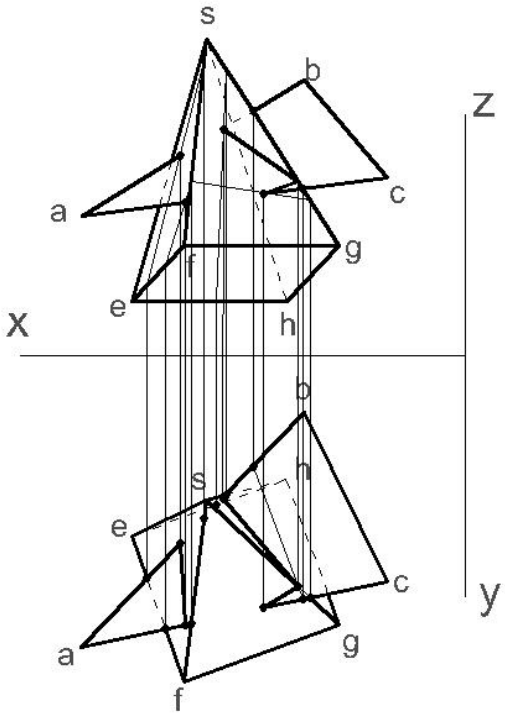
برای بدست آوردن فصل مشترک خط با یک مخروط در حالت کلی ابتدا از رأس s دو خط به طرف خط d رسم میکنیم و محل برخورد ها را g و f مینامیم. اگر صفحه sfg را تا صفحه شامل قاعده مخروط ادامه دهیم نقاط m و n بدست میآید. میتوان تصویر صفحه smn را با توجه به خطوط sf و sg بدست آورد. محل برخورد mn با قاعده مخروط یالهای sa و sb را بدست میدهد. اگر خط d با مخروط برخوردی داشته باشد، حتما این برخورد روی این دو یال میباشد. نقاط o و o' را به نمای دیگر هم انتقال داده و خط را نسبت به مخروط مرئی مخفی میکنیم. بین o و o' هم که داخل مخروط قرار میگیرد پاک میکنیم.



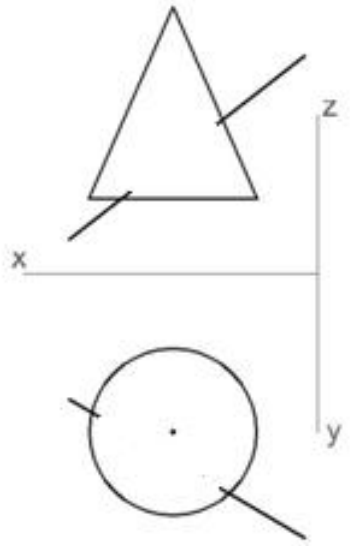


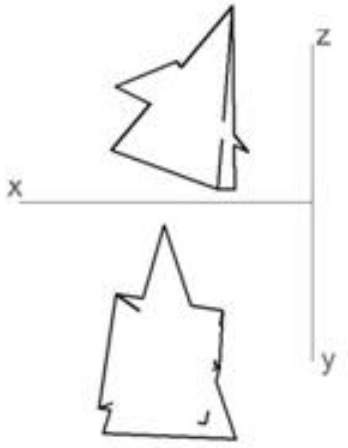
فصل مشترک صفحه با حجم مستوی

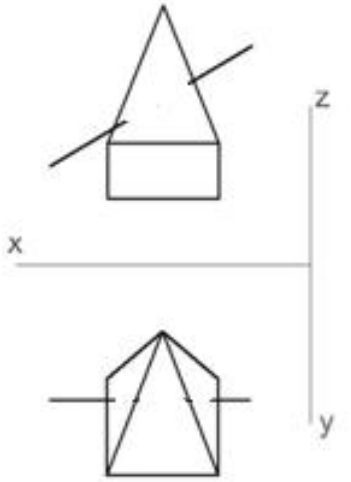
برای بدست آوردن محل برخورد صفحه با یک حجم مستوی اول صفحه را به صورت خط در نظر میگیریم و آن را با صفحات جانبی حجم برخورد میدهیم. (برخورد خط با صفحه) با توجه به تصور و شواهد نیز اگر نیاز باشد (مانند شکل زیر) هر کدام از خطوط حجم که نیاز است برخورد آن با صفحه بدست آید، با صفحه برخورد میدهیم. در این مثال خطوط ab و ac از صفحه را با صفحات sfg و sgh و sef از حجم برخورد میدهیم. همچنین بنا به نیاز این مثال خط sg را نیز با صفحه abc برخورد میدهیم. بعد خطوط را نسبت به حجم و صفحه مرئی مخفی میکنیم و قسمتهای اضافی را پاک میکنیم.

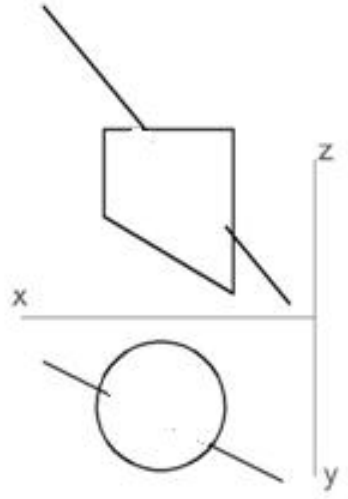


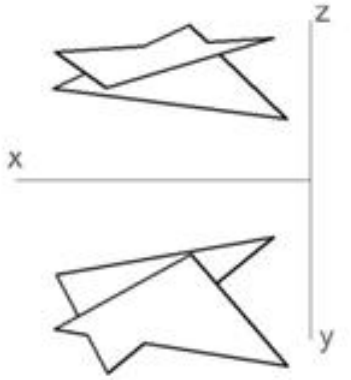
تمرین: در هر یک از حالتهای زیر فصل مشترک را بدست آورده و دو نما را کامل کنید.

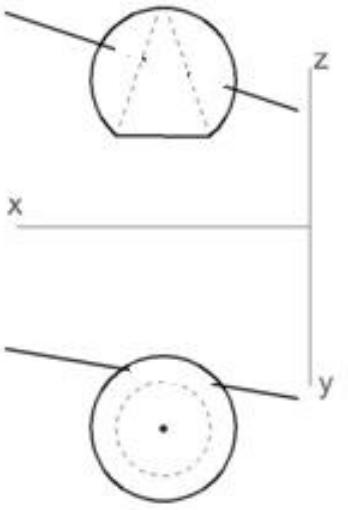




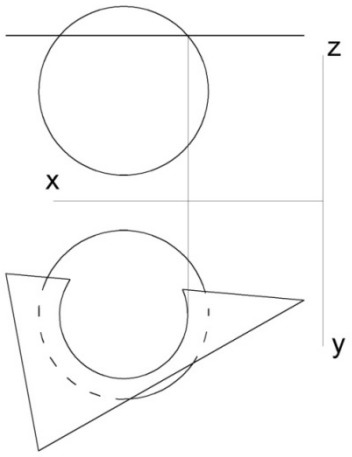








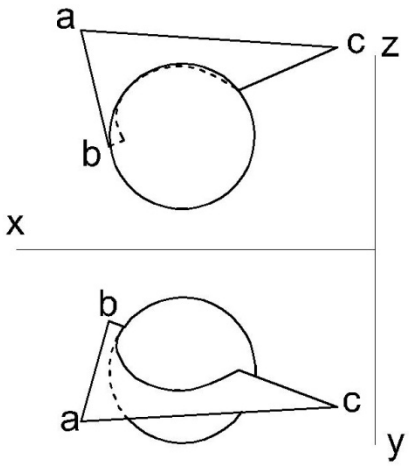
درس دهم: فصل مشترک صفحه با احجام مختلف و گسترش سطح جانبی احجام

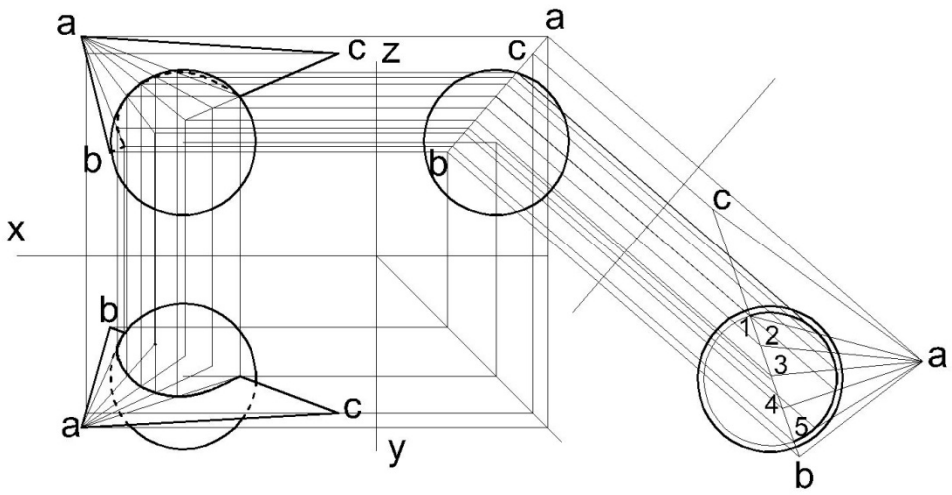


برخورد صفحه با احجام دوار:

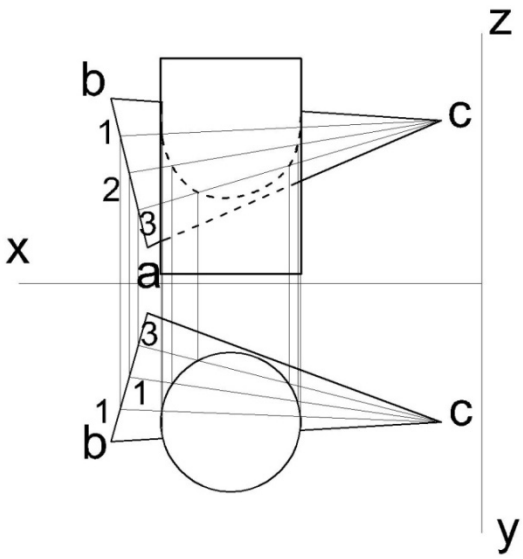
اگر یک صفحه نوع دوم به یک کره برخورد کند در آن نمایی که تصویر صفحه، خط میشود دایره محل برخورد و در نتیجه فصل مشترک بدست میآید.

در برخورد یک صفحه نوع سوم با کره، میتوان با یک صفحه تصویر کمکی به روشی که در درسهای گذشته گفته شد، ابتدا صفحه و کره را به نمایی برد که در آن تصویر صفحه یک خط میشود سپس مانند مثال قبل یعنی برخورد صفحه نوع دوم با کره، فصل مشترک را بدست آورد.



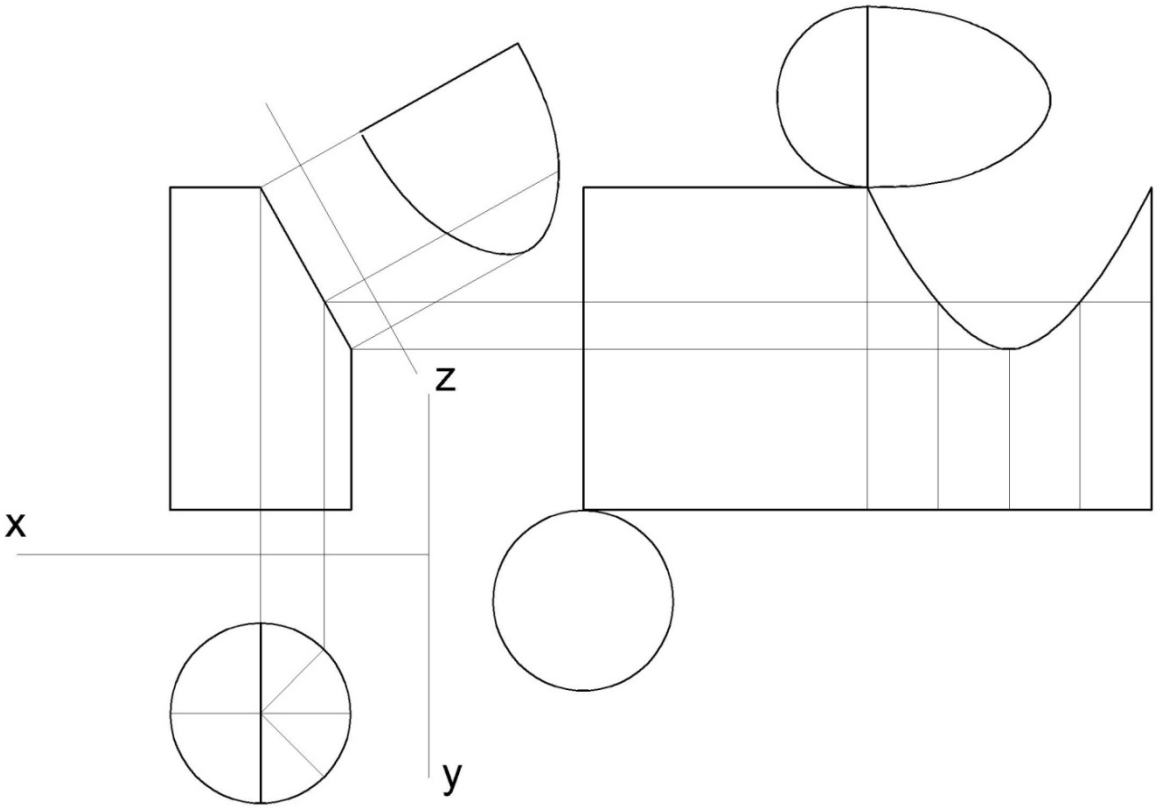


در برخورد صفحه با استوانه همانطور که در برخورد خط با استوانه نیز گفته شد، برخورد یا در سطح جانبیست یا در قاعده ها. بنابراین محل برخورد در نمایی که این صفحات به خط تبدیل میشوند، بدست میآید وبه دیگر نماها انتقال میابد



گسترش سطح جانبی استوانه:

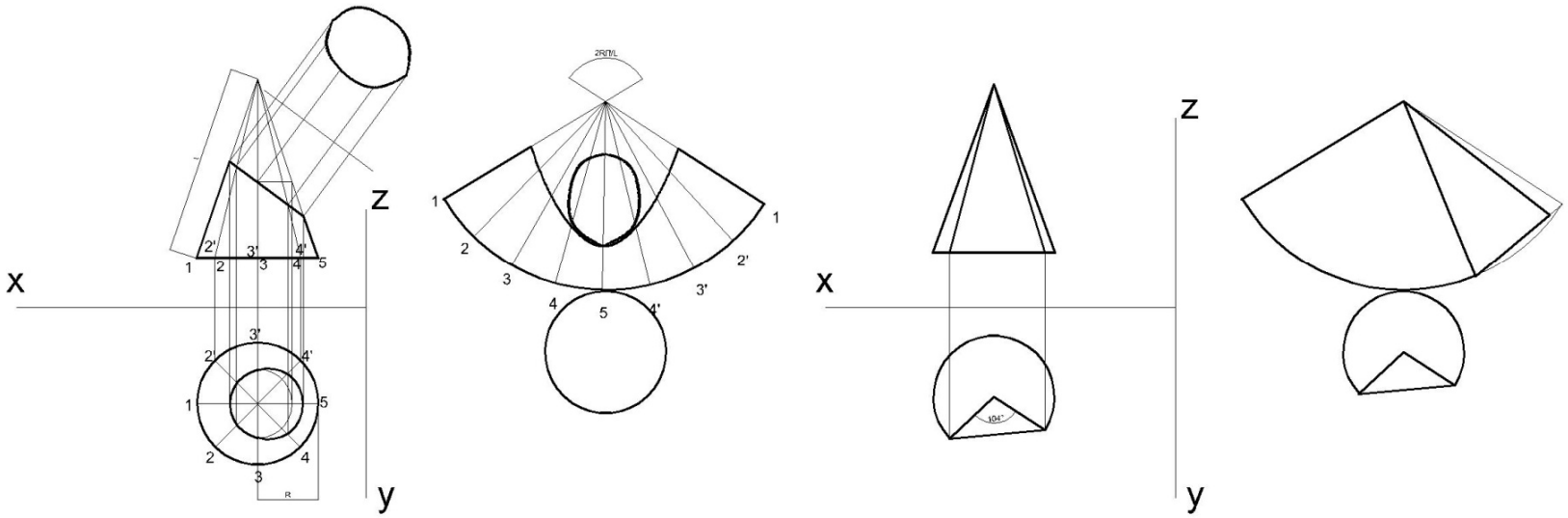
میدانیم که گسترش سطح جانبی یک استوانه ساده، یک مستطیل به طول محیط قاعده و عرض ارتفاع استوانه میباشد. حال اگر این استوانه با صفحات مختلف برخورد داشته باشد نیز میتوان گسترش آن را بدست آورد. در گسترش کامل باید صفحات قاعده را نیز به سطح جانبی افزود. برای مثال گسترش کامل استوانه زیر رسم شده است.



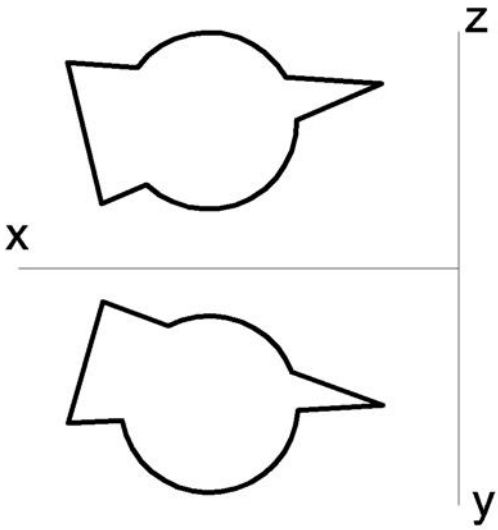
فصل مشترک صفحه با مخروط و گسترش آن

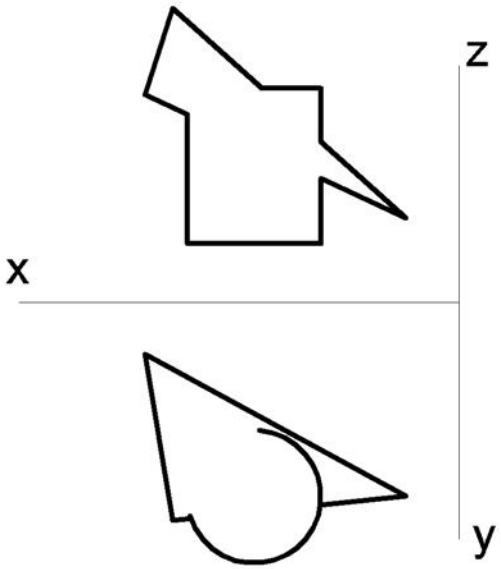
در شکل زیر برخورد دو صفحه بینهایت با مخروط بدست آمده است. همچنین گسترش کامل سطح آن نیز رسم شده است.

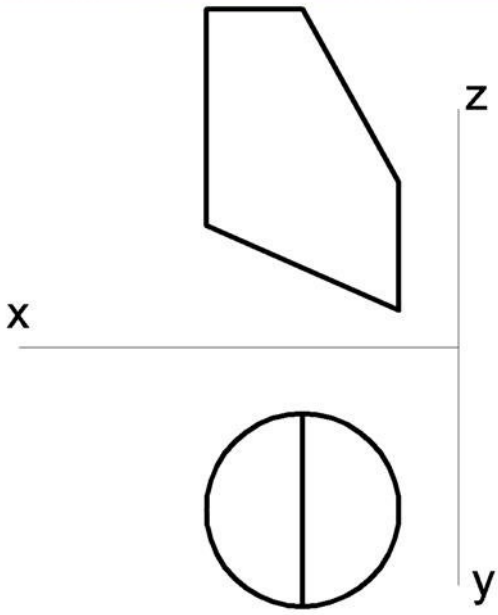
زاویه راس در گسترش برابر با $\pi\ (2R/L)$ میباشد که R شعاع قاعده و L طول یال مخروط میباشد.

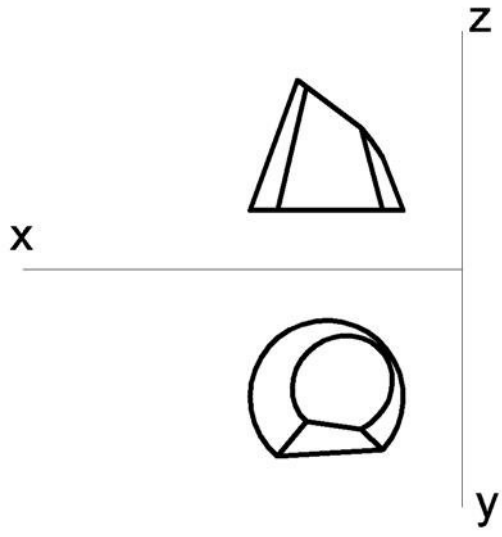


تمرین: در هر یک از حالتهای زیر فصل مشترک را بدست آورده و دو نما را کامل کنید. در دو تمرین آخرگسترش احجام را نیز بدست آورید.



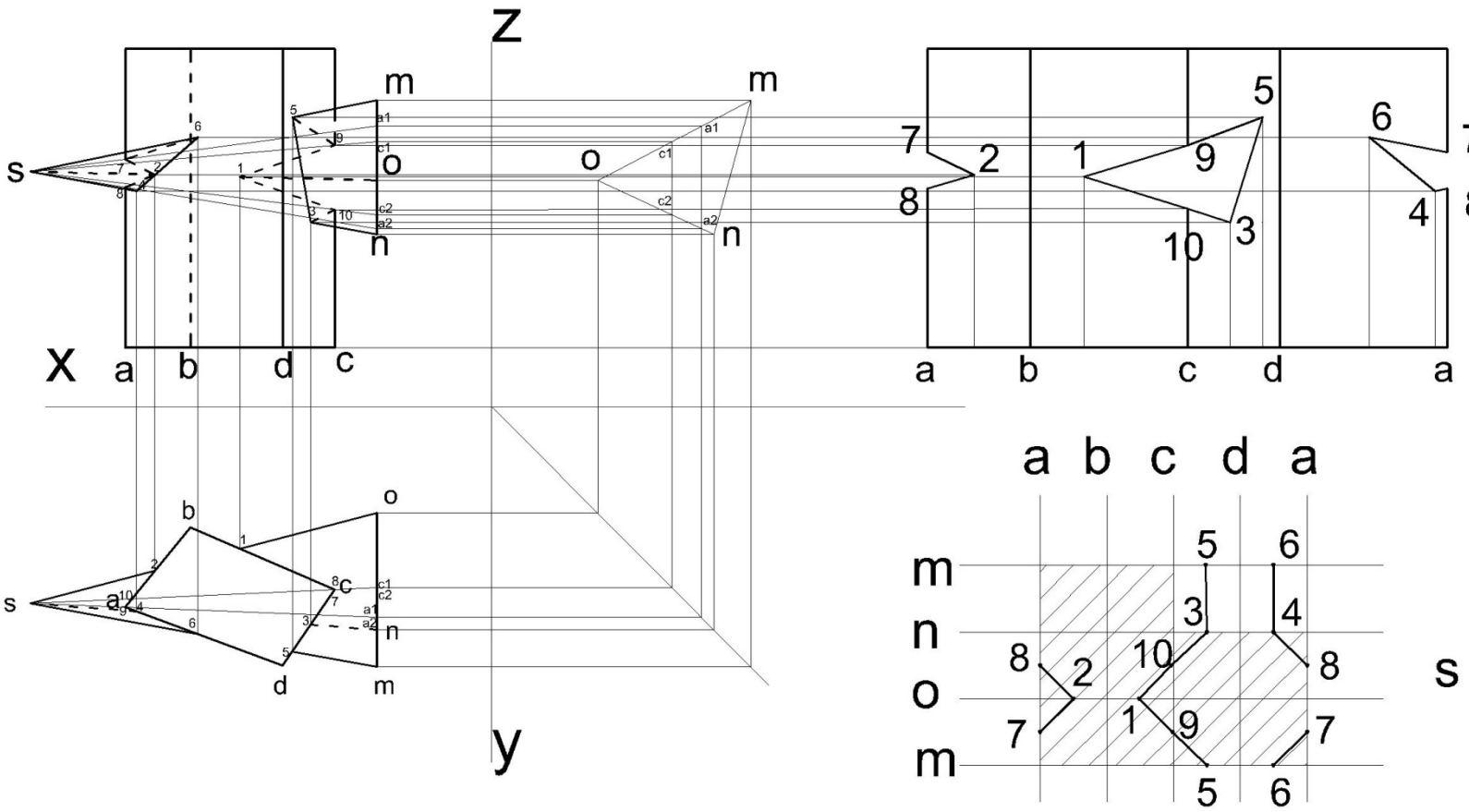


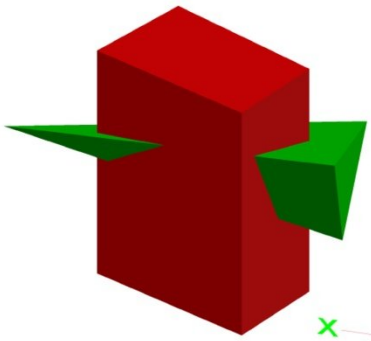




درس یازدهم: فصل مشترک احجام مختلف با یکدیگر

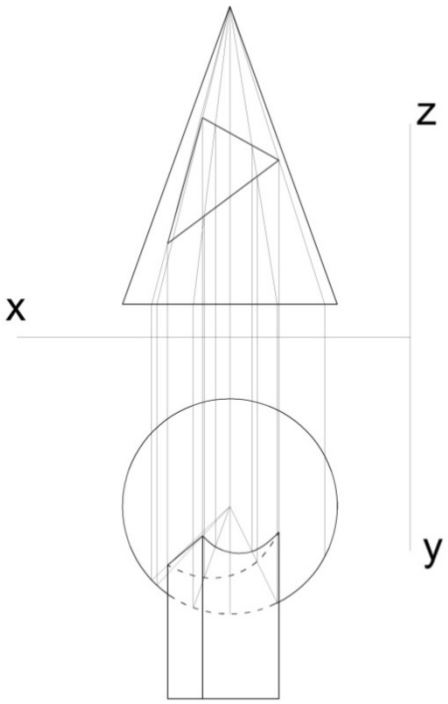
برخورد دو حجم مستوی:





با استفاده از روش برخورد خط با صفحه و حجم مستوی، هر یک از احجام را بصورت چند خط در نظر میگیریم و برخورد آنها را با حجم دیگر بدست می آوریم. وقتی تمام نقاط برخورد بدست آمدند به همان روشهای قبلی تمام نقاط را به نماهای دیگر انتقال میدهیم. سپس برای هر یک از نماها یک جدول مانند آنچه در بالا مشاهده میشود رسم میکنیم. این جدول مانند گسترش هر یک از احجام میباشد که بدون در نظر گرفتن اندازه واقعی بدست آید. سپس نقاط را در مکانشان در جدول علامت گذاری میکنیم. سعی مکنیم که تمام نقاط را بهم وصل کنیم به شرط اینکه از هیچ یک از خطوط عمودی و افقی جدول برای اتصال عبور نکنیم. با استفاده از روشهای قبل و تجسم آن صفحاتی را که ندید هستند هاشور میزنیم. در آخر با توجه به جدول هر نقطه ای که به نقطه دیگر وصل شده است را در نمای مربوط نیز به هم وصل میکنیم با توجه به این نکته که اگر در جدول در ناحیه هاشور خورده متصل شده باشد باید به صورت ندید به هم متصل شوند. در پایان اضلاع احجام را نسبت به یکدیگر مرئی مخفی میکنیم.

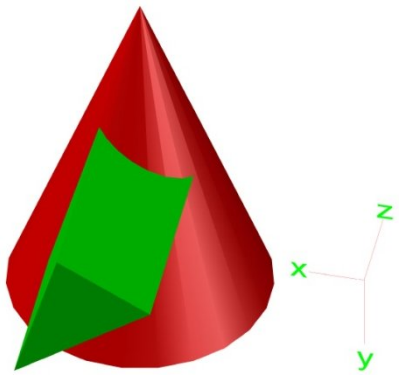
برخورد احجام دوار با احجام مستوی و احجام دوار:



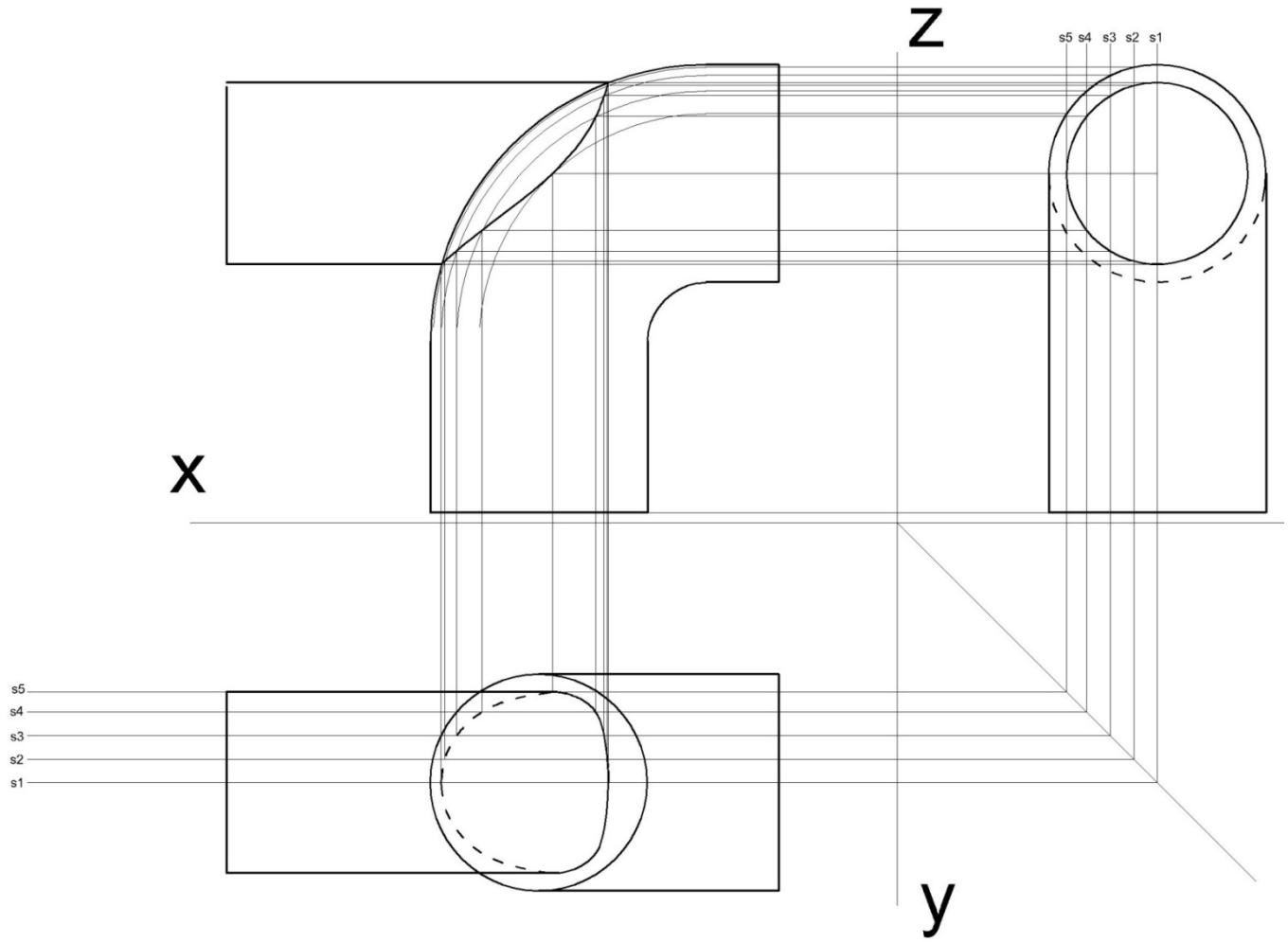
در برخورد احجام دوار با مستوی یا احجام دوار سه روش وجود دارد. ۱- با استفاده از خطوط کمکی (یالهای کمکی) ۲- با استفاده از صفحات کمکی ۳- با استفاده از کرات کمکی.

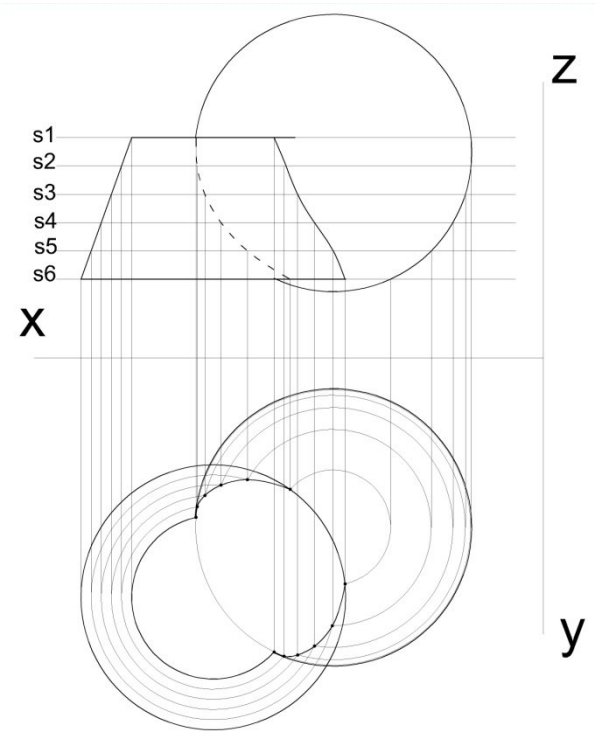
بدست آوردن برخورد دو حجم به روش یالهای کمکی

در برخورد منشور با مخروط روبرو، فصل مشترک در نمای روبرو موجود است پس بنابراین اگر یالهایی را که از این نقاط برخورد میگذرند به نمای بالا انتقال دهیم میتوانیم نقاط برخورد را که روی یالهای متناظر میباشد در نمای بالا نیز بدست آورده و شکل را مرئی مخفی و کامل کنیم.

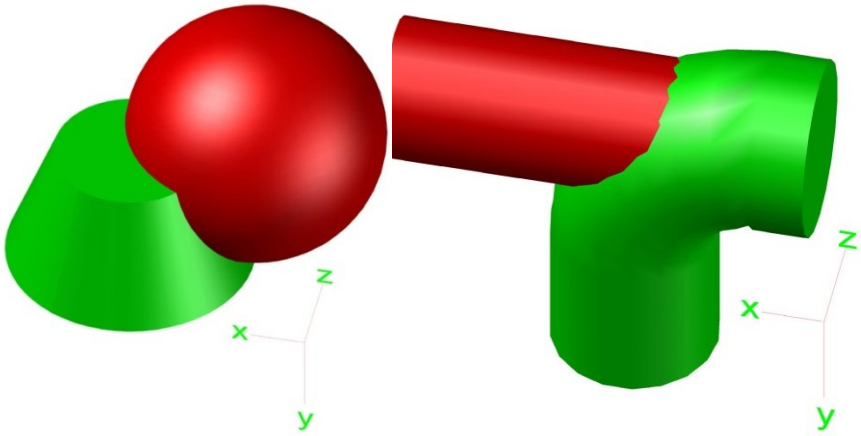


بدست آوردن برخورد دو حجم به روش صفحات کمکی



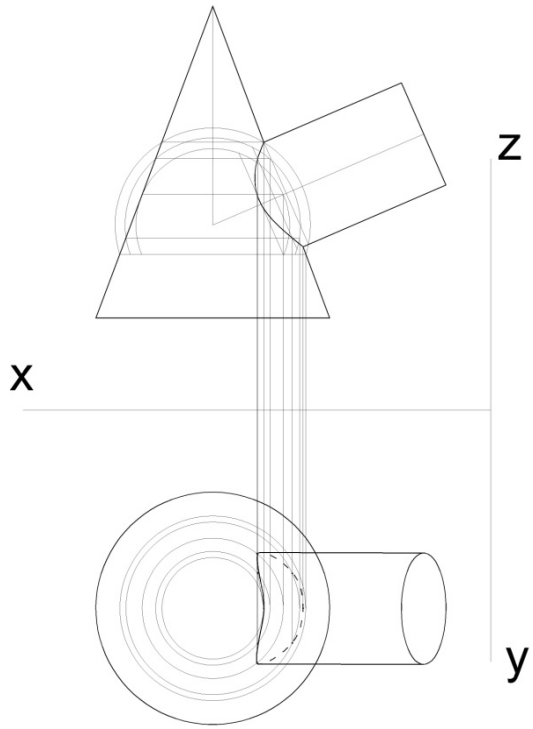


در این روش از تعدادی صفحه کمکی که از نوع اول باشند استفاده میشود. صفحات را

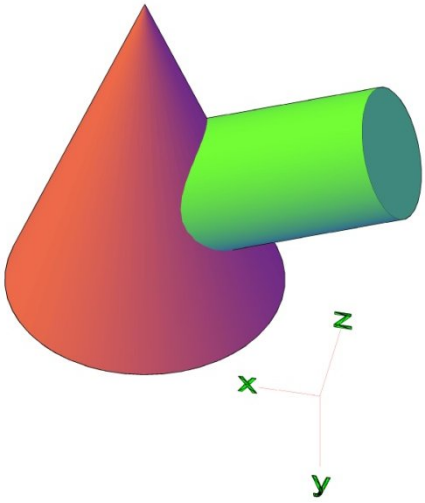


طوری رسم میکنیم که با هر دو حجم برخورد داشته باشند. حال تصویر هر یک از این صفحات را در هر دو حجم بدست میآرویم. برخورد تصویر هر یک از صفحات روی دو حجم نقاطی را پدیدار میکند که از اتصال آنها به یکدیگر، فصل مشترک احجام حاصل میشود. احجام و همچنین فصل مشترک را نسبت به هم مرئی مخفی میکنیم تا برخورد کامل دو حجم با یکدگر بدست آید.

بدست آوردن برخورد دو حجم به روش کرات کمکی



معمولا برای بدست آوردن برخورد دو حجم دوار که محور دورانشان همدیگر را در یک نقطه قطع میکنند میتوان از روش کرات کمکی استفاده کرد. در این روش محل برخورد دو محور مرکز کره کمکی میشود. کرات کمکی طوری رسم میشود که هر دو حجم را قطع کند. تصویر کره روی هر یک از احجام را بدست میآوریم. هر نقطه که از برخورد تصویر یک کره کمکی رو دو حجم بدست آید، یکی از نقاط فصل مشترک را بدست میدهد. با استفاده از کرات متعدد نقاط بیشتری از فصل مشترک معلوم



میشود که با اتصال آنها به هم و مرئی مخفی کردن آن، برخورد دو حجم بدست میآید

تمرین: در هر یک از حالتهای زیر فصل مشترک را بدست آورده و دو نما را کامل کنید. گسترش احجام را نیز بدست آورید.