ZASADY

PERSPEKTYWY LINIJNEJ

PRZEZ

PIOTRA CUNY.

Nakładem Autora.

Cena egzemplarza Rubli sr. 5.

WARSZAWA.
Skład główny w Księgarni Gebethnera i Wolffa. Krakowskie-Przedmieście.

w Drukarni Józefa Sikorskiego. ulica Niecała Nr 11.

1873.

ДОЗВОЛЕНО ЦЕНЗУРОЮ.

Варшава 26 Апрѣля 1873 г.

PRZEDMOWA.

Jako uczeń szkoły budowniczej w Berlinie w r. 1826 i 27, słuchałem z obowiązku perspektywy, którą w ówczas wykładał Hummel, artysta malarz, professor przy akademii sztuk pięknych. Zamieszkując od roku 1842 w Warszawie, słyszałem o nauczycielu tego przedmiotu ś. p. Piwarskim. Gdy w r. 1845 wziąłem do ręki wydaną przez niego broszurkę o perspektywie, przekonałem się, iż pismem tem złożył tylko świadectwo, że o pierwszych nawet początkach tej nauki żadnego nie miał wyobrażenia. Komu bowiem początki geometryi tak dalece są obce, iż nie wie jak się kąt oznaczony literami czyta, ten perspektywy znać nie może. Przedsięwziąłem więc wypracowanie tej nauki, pozostawiając jej wydanie do dogodniejszej chwili. W przekonaniu, że celem zawiązanego w Warszawie Towarzystwa zachęty sztuk pięknych, jest także zachęcanie do nauk, do których należy także perspektywa, prosiłem przy dołączeniu pierwszej Części, o udzielenie jakiejkolwiek pomocy do ogłoszenia jej drukiem. Odebrałem jednakże odmowną odpowiedź, kładącą za powód, iż w naszych czasach nauka ta na innym stoi stopniu. Gdyby szanowny referent był obeznany z literaturą perspektywy, byłby się łatwo przekonał, iż wypracowanie moje obejmuje treść dzieł najnowszych, mianowicie niemieckich. Obecnie, przy udzielonej mi zkąd inąd pomocy, takową do użytku malarzy i budowniczych podaję. Znając potrzebę tej nauki i wiedząc, że nie każdy artysta lub budowniczy z obcemi językami dostatecznie jest obeznany, a w języku polskim żadnej nie posiadamy gruntownej nauki perspektywy, sądzę, iż się do jej upowszechnienia przyczynię. Że nauka ta jest nieodbicie potrzebną, i że sam genijusz artysty nie wystarcza, aby uniknąć rażących niekiedy błędów, liczne mamy tego przykłady. Thénot wymienia znakomitych malarzy, którzy przeciw perspektywie grzeszyli; z polskich wymieniam tylko dosyć upowszechnione, znane ryciny, jak np. przedstawiające Posłów proszących króla Sobieskiego o pomoc przeciw Turkom; oblężenie Trębowli i Leszka Białego; Skarbka dorzucającego pierścień do skarbów Cesarza niemieckiego, i t. d.

Jeżeli w wykładzie tej nauki, lub w wyborze przykładów, czerpię także z dzieł rzeczonego Hummel'a, nie czynię tego z uprzedzenia, jako uczeń jego, lecz z przekonania, że w tym lub owym szczególe podług jego nauki najlepiej będę zrozumiany, lub że wzięte z niego przykłady najlepiej do praktyki są zastosowane. Niektórzy też autorowie niemieccy, np. Hertel, jego przykłady w swoich dziełach zamieszczają; a jak im z tego względu nikt nie robi zarzutu „jurare in verba magistri", tak mniemam, iż i mnie czyniony z tego powodu zarzut niebyłby właściwy, jeżeli tylko praca moja celowi swojemu odpowie. Mamy dzieła, zwłaszcza francuzkie, które całą prawie naukę na przykładach zasadzają, jak np. Thibault, Thénot, Adhémar, mało się o gruntowną troszczące naukę. Staraniem mojém było, przy najmniejszej ile być może liczbie rycin, nietylko objąć wszystkie główne szczegóły do nauki perspektywy należące, ale je także, gruntownie, przy pomocy tylko geometryi elementarnej, wyłożyć.

Jak sam tytuł wyraża, zamierzyłem podać tylko ogólne zasady, przy pomocy których, z łatwością, jak mniemam, każde inne zadanie będzie można rozwiązać; a jeżeli okoliczności dozwolą, będę chciał w dalszym ciągu trudniejsze wydać zadania. Przyjąć należy, iż każdy artysta, ukończywszy z należytym pożytkiem gimnazyjum lub szkołę realną, z geometryją elementarną dostatecznie jest obeznany; w tych więc granicach trzymam się w wykładzie obecnej nauki. Jeżeli niekiedy pomijam dowodzenia zrobionych wykreśleń, czynię to jedynie, aby malarzy, mających zwykle wstręt do geometryi, formułami lub dowodzeniami geometrycznemi nie nudzić; budowniczy zaś każdy, albo z szczegółem tym dostatecznie jest obeznany, albo też sam brakujące dowodzenie uzupełnić potrafi.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

PERSPEKTYWA LINIJNA.

ROZDZIAŁ Iszy

Wiadomości wstępne.

§. 1. Wszelkie rysunki, na jakichkolwiek będą wykonane powierzchniach, są dwojakie: albo geometryczne, albo perspektywiczne. Pierwsze przedstawiają nam przedmiot w pewnym, oznaczonym stosunku do jego rzeczywistych wymiarów, tak, iż za pomocą podziałki, czyli skali do tego rysunku użytej, każdy jego szczegół zmierzyć potrafimy. Podziałką nazywamy miarę, dobrowolnie przyjętą, przedstawiającą nam miarę rzeczywistą. Podług wielkości miary za podziałkę wziętej, będziemy mieli mniejszy lub większy rysunek, czyli obraz przedmiotu. Tak plany pomiarowe gruntów, rysunki budowniczych, inżynierów, mechaników i t. d., wykonane w oznaczonym stosunku do rzeczywistej wielkości, są rysunkami geometrycznemi. Jeżeli zaś rysujemy przedmioty nie wchodząc w dokładne oznaczenie wszystkich wymiarów, lecz tak jak się oczom naszym przedstawiają, jak je widzimy, lub jak je sobie w myśli wystawiamy— rysunki takie nazywamy: perspektywiczne. Jeżeli patrząc przez okno, prowadzić będziemy jakim rylcem lub ołówkiem zostawiającym po sobie ślady na szybie, linie po obwodzie przedmiotów, jak je przez tę szybę widzimy, otrzymamy dokładny rysunek przedmiotów widzianych, tak, jak się oku naszemu przedstawiają. Będzie to rysunek perspektywiczny, gdyż o rzeczywistej wielkości narysowanego przedmiotu; żadnego prawie nie nabędziemy wyobrażenia. To rysowanie na tafli przezroczystej, dało początek i nazwę tej nauce; gdyż łaciński wyraz „perspicere" znaczy patrzeć przez co, przejrzeć— nie zaś jak Poudra mniema „dobrze widzieć." Jeżeli mamy wykonać rysunek geometryczny jakiej płaszczyzny, np. pola, jeziora i t. p., możemy to dokładnie na jednej płaszczyźnie, na jednym rysunku wykonać. Wszelkie bowiem powierzchnie mają tylko dwa wymiary: szerokość i długość — a wymiary te na jednej płaszczyźnie wyrazić, narysować możemy. Lecz jeżeli mamy zrobić rysunek geometryczny jakiej bryły w ogóle, jakiego przedmiotu, który ma trzy wymiary, to jest: szerokość, długość i wysokość lub głębokość—już wszystkich tych trzech wymiarów jednym rysunkiem wyrazić niepotrafimy. Do oznaczenia więc tych trzech wymiarów, potrzeba koniecznie przynajmniej dwóch rysunków, dwóch płaszczyzn — tak, iż na jednej rysujemy szerokość i długość, na drugiej wysokość lub głębokość. Do wykonania więc rysunku geometrycznego brył, biorą się zwykle dwie, niekiedy trzy płaszczyzny do siebie nawzajem prostopadłe, które się nazywają płaszczyznami rzutów. Bierzemy do takiego rysunku płaszczyzny do siebie prostopadłe i na takowych rysujemy rzuty za pomocą linij do nich prostopadłych; sposób ten jest najłatwiejszy, i nazywa się prostopadłowy. Lecz mamy i rysunki wykonane na płaszczyznach, które nie są do siebie prostopadłe; tak np. jeżeli płaszczyzny rzutów są do siebie pod kątem 120° nachylone, rysunek taki nazywa się izometryczny; ztąd nauka oddzielna rysunków perspektywicznych izometrycznych. Główną więc cechą rysunków geometrycznych są płaszczyzny (przynajmniej dwie), do siebie prostopadłe i linije rzucające, to jest: od przedmiotu na te płaszczyzny spuszczone są do nich prostopadłe. Rysunki perspektywiczne w tém się od poprzedzających różnią, iż tylko się na jednej płaszczyźnie wykonywają, a linije rzucające schodzą się w jednym punkcie. Niech A±B (fig. 1) przedstawia nam taflę przezroczystą; oko patrzącego jest w O, i widzi przedmiot a e, znajdujący się za taflą. Jeżeli sposobem wyżéj wzmiankowanym narysujemy na tej tafli przedmiot widziany, nie mogliśmy tego inaczej wykonać, jak na tafli naznaczając punkta, przez które przechodzą linije proste od oka do przedmiotu poprowadzone. Tafla więc przezroczysta jest płaszczyzną rzutów, a linije proste od oka prowadzone, linijami rzucającemi. A że wszystkie te linije schodzą się w oku, przeto mamy w rysunkach perspektywicznych jednę tylko płaszczyznę rzutów, a linije rzucające schodzą się w jednym punkcie, jakby wierzchołku ostrosłupa; i dla tego rysunki te nazywają się rzutami wierzchołkowemi, dla odróżnienia ich od innych, jak np. od wspomnianych prostopadłowych i izometrycznych. A że w nowszych czasach zastosowano geometryę wykreślną do wszelkich gatunków rzutów, przeto niektóre dzieła perspektywiczne, mianowicie niemieckie, uważają perspektywę jako dział części geometryi, trudniący się rzutami wierzchołkowemi na *jednę* płaszczyznę rzutów. Na tafli przezroczystej, możemy bez wszelkiej nauki zrobić dokładny rysunek perspektywiczny widzianego przez nią przedmiotu; lecz jak rysunek taki bez pomocy tej tafli, dokładnie wykonać — uczy perspektywa.

Ponieważ rysunki perspektywiczne przedstawiają przedmiot jak go widzimy, przeto też prawidła widzenia poznać należy. Wykazaliśmy wyżej, iż do zrobienia rysunku geometrycznego, na którymby wszystkie wymiary przedmiotu oznaczyć można, potrzeba przynajmniej dwóch rysunków, na dwóch płaszczyznach, wykonanych, A że rysunki perspektywiczne są rzutem na jednę tylko płaszczyznę, przeto łatwo dostrzegamy, iż taki rysunek nie może dać dokładnego wyobrażenia o wszystkich trzech wymiarach przedmiotu. Nikt też nie wymaga aby podstawą każdego rysunku perspektywicznego, np. krajobrazu, były rysy geometryczne; gdyż w takim razie do narysowania krajobrazu potrzebaby mieć mapy topograficzne i rzuty poziome i pionowe wszelkich budowli. Tylko w rysunkach architektonicznych większa ścisłość w zachowaniu wymiarów jest wymaganą, jest ,konieczną. Wszelkie, w naukach perspektywicznych podane przykłady, ze ścisłością geometryczną wykonane, jak służą za wzór postąpowania w podobnych przypadkach, tak głównie tę z nich odnosimy korzyść, iż się przekonywamy, jak rysunek powinien być wykonany. Przez rysowanie tych przykładów przy zmienionych rozmaicie okolicznościach, oko nasze nabiera wprawy w ocenieniu popełnionych błędów, których trudno ustrzedz się, nie znając prawideł jakie podaje nauka.

Wzrokiem naszym umiemy ocenić wysokość i szerokość przedmiotów, ale ich oddalenia odróżnić nie potrafimy. Dlatego np. wszystkie gwiazdy, jakkolwiek ich odległość bardzo jest różna, zdają się jakby na jedném leżały sklepieniu; drzewa lasu, domy miasta zdają się leżeć na jednej płaszczyźnie. Tylko przez nabyte doświadczenie i wprawę, rozróżniamy odległości, jużto porównywając wzajemne położenie przedmiotów, już też wnosimy o ich odległości z większej lub mniejszej ich wyrazistości oraz ze zmiany kolorów i cieniów. Jeżeli więc krajobraz ma nam dokładnie przedstawiać narysowane przedmioty, potrzeba nietylko aby rysunek był dobry, lecz także aby przedmioty stosownie do ich odległości i położenia, właściwy miały koloryt i moc cieniów. Ztąd dwie odrębne mamy nauki. Ta która się trudni tylko rysunkiem, czyli oznaczeniem obwodów i granic przedmiotów i cieniów, nazywa się perspektywą linijną, i ta jest przedmiotem niniejszych zasad. Ta zaś, która się trudni zmianą kolorów pochodzącą jużto z większego oddalenia, już też z odbicia kolorów przedmiotów blisko położonych, oraz mocą czyli stopniem światła i cieniów — nazywa się perspektywą powietrzną. Oddzielną naukę perspektywy, stanowią dekoracye teatralne.

Bez znajomości, przynajmniej elementarnej geometryi, perspektywy gruntownie poznać nie można. Znam wstręt jaki zwykle artyści mają do geometryi, a przecież nauka perspektywy tak jest nieodbicie potrzebna! Potrzebę tej nauki znali już starożytni, a znaczna liczba dzieł jakie w naszych czasach wychodzą, najlepiej o tej potrzebie przekonywa. Są nawet tacy którzy mniemają, iż po stopniu dokładności dzieł perspektywicznych można poznać stopień rozwoju sztuk pięknych. Obecnie w Niemczech wymagają od budowniczych gruntownej znajomości matematyki, geometryi wykreślnej i analitycznej; dlatego też niektóre dzieła perspektywiczne, opracowane są jako dział geometryi wykreślnej, i nietylko mówią o elipsach, parabolach i hyperbolach, ale używają także w swych dowodzeniach równań drugiego stopnia. Jak dzieła te tylko dla budowniczych mogą być użyteczne, tak dla malarzy dostateczną jest nauka na geometryi elementarnej oparta. Słusznie też nowsze dzieła niemieckie na dwa dzielą gatunki, czyli obozy; jedne nie wychodząc z granic geometryi elementarnej, mają na celu wyłożyć perspektywę dla malarzy zrozumiałą i użyteczną — drugie dla matematyków, budowniczych pewną wartość mające, są czystą geometryą wykreślną, czyli nauką rzutów wierzchołkowych.

Do nauki perspektywy należy także znajomość jej rozwoju i jej literatury; lecz przedmiot ten zbyt jest obszerny, aby go w zupełności tu dołączyć można. Rzadko też dzieła perspektywiczne obejmują bardzo krótką historyę tej nauki; Lambert Schübler, Guido Schreiber, dołączyli krótką wiadomość historyczną. Chcących powziąść obszerniejszą wiadomość o rozwoju tej nauki, odsyłam do dzieła: M. Poudra, „Histoire de la perspective ancienne et moderne. Paris 1864", w którém nietylko treść dzieł, ale także obszerne wyjątki i treść pojedyńczych rozdziałów są zamieszczone. Wyłącznie jednak zajmuje się autorami łacińskimi i francuzkimi; z włoskich i angielskich kilku tylko wymienia autorów; nie znając języka niemieckiego, wspomina tylko Schüblera, którego z dołączonych rycin ocenia, oraz Lamberta, którego nauka na język francuzki przełożoną została — a jakkolwiek dzieło Lamberta szczegółowo przechodzi, mniemam jednakże, iż zrobione nad nim uwagi bardzo są niedostateczne.

§ 2. Niechcąc historyi perspektywy całkiem pominąć, krótką przynajmniej zrobię o niej wzmiankę.

W narodach mało nawet oświeconych, spostrzegamy dążność przedstawiania przedmiotów bądź przez rysunek bądź przez rzeźby. Rysowanie więc przedmiotów, tak jak się oczom naszym przedstawiają, w najdawniejszej starożytności znane już było. Lecz o ile z postępem cywilizacyi i nauk, zwłaszcza geometryi, rysowanie to na prawdach geometrycznych i prawidłach widzenia uzasadnione było, osądzić nie możemy; gdyż żadne obrazy ani też pisma o rysunku lub malarstwie z owej starożytności do naszych nie zachowały się czasów. Najdawniejsze dzieło jakie mamy, jest optyka Euklidesa (na 300 lat przed Chr.), z którćj widzimy, iż prawidła widzenia dobrze były znane. Tak np. mówi Euklides o kącie optycznym, o pozornej wielkości przedmiotów, że linije do siebie równoległe zdają się z sobą schodzić, że płaszczyzna pozioma zdaje się w górę podnosić, i t. d. Dzieło Euklidesa obejmuje także naukę łamania się promieni światła, i o obrazach odbitych w zwierciadłach płaskich, wklęsłych i wypukłych. Skoro więc znane były prawidła widzenia, wnosić należy, iż takowe do rysunów zastosowano. Z malowideł jakie znajdujemy na ścianach dawnych budowli odkopanych w Rzymie i Pompei, o sztuce malarstwa, a tém mniej o nauce perspektywy wnioskować nie można—tak jak nikt z naszych teraźniejszych malowideł ściennych a nawet z obrazów znakomitych artystów, o stanie naukowym, a w szczególności o perspektywie sądzić nie będzie—gdyż dzieła znakomitych nawet mistrzów od błędów perspektywicznych nie są wolne. Jeżeli pod wyrazem „perspektywa" rozumiemy tylko rysowanie przedmiotów, jak się oczom naszym przedstawiają, nie możemy starożytnym, z powodów wyżej przytoczonych, odmawiać znajomości tej nauki. Karty ciał niebieskich (Planisphaery) Ptolomeusza astronoma (na 125 lat przed Chr.) przekonywają, iż nauka rzutów starożytnym nie była obcą. Lecz jeżeli pod nauką perspektywy rozumiemy rysowanie podług prawideł widzenia na geometryi opartych, nauka ta dopiero w nowszych czasach rozwiniętą została. Po Euklidesie, Vitruwiusz budowniczy (100 lat przed Chr.), który się w dziele swojem o budownictwie, mówiąc o rysunku teatralnym na Demokryta i Anaksagoresa powołuje, tak jest niezrozumiały. iż z niego o jakiejkolwiek metodzie w rysunkach perspektywicznych wnioskować nie można. To co nazywa „ichnographia", jest wyraźnie naszym rzutem poziomym; jego „orthographia", zdaje się być naszym rzutem pionowym; lecz nie wiemy co nazywa „scenographią." Czy nie są to dekoracye teatralne? Wspomina także, iż pewne linije zdają się z sobą w jednym punkcie schodzić, i t. p. Po upadku państwa rzymskiego i po napadach barbarzyńskich narodów, nauki przez czas długi zaniedbane zostały. Dopiero od połowy 15-go wieku, z wzrostem nauk w ogólności, perspektywa także znaczny zrobiła postęp. Zaczęto geometryę stosować do tej nauki i różne wynajdywano metody do rysunków perspektywicznych, z których kilka w ostatnim rozdziale przytoczymy. Jako ojca perspektywy wymieniają Włocha Pietro della Francesca (1458), gdyż on pierwszy miał połączyć geometryę z prawidłami widzenia, biorąc za podstawę swej nauki tablicę przezroczystą do rysowania.—Leonardo da Vinci (1500) w nauce o malarstwie podaje rady dla malarzy, dotyczące perspektywy linijnéj i powietrznej. Były one przez długi czas jedyném źródłem, z którego czerpali malarze. Viator (1505) pisał wyłącznie o perspektywie i pierwszy wykazuje ważność horyzontu, oddalenia i płaszczyzny stanowiska, zwykle płaszczyzną gruntu nazywanej.— Albrecht Dürer (1525) wydał pierwsze dzieło w języku niemieckim, które na język łaciński przełożone zostało. Rysuje on za pomocą rzutów geometrycznych; a metodę jego w ostatnim rozdziale, mówiąc o metodach poznamy. Opisał dwa narzędzia, z których jedno służące do rysowania z natury, jest przy fig. 158 tab. 10 opisane;drugie składające się z tafli przezroczystej, służy do wyjaśnienia prawideł perspektywy.— Serlio, budowniczy włoski, w dziele o budownictwie mówi także o perspektywie, którą dzieli na teoretyczną i praktyczną. W pierwszej podaje całą naukę Euklidesa, w drugiej są zamieszczone dwa sposoby rysowania—lecz jako na niczém nie uzasadnione, są błędne.—J. Cousin(1500)malarz francuzki, wydał dzieło, które jest najdawniejsze w języku francuzkim. Używa sposobów rysowania podanych prez Viator'a i Alberta Dürera, za pomocą rysów geometrycznych, i mówi o punktach wypadkowych.— Vignola (1507—1573) budowniczy włoski, napisał naukę perspektywy, która wyszła w r. 1530; drugie wydanie z uwagami Dante'go wyszło w r. 1583.—Lenker (1571) wynalazł różne narzędzia do rysowania.—Guido Ubaldi (1600) wydał dzieło o perspektywie bardzo ważne; biegły matematyk, wyjaśnia naukę o punktach wypadkowych, podaje naukę o cieniach i o perspektywie teatralnej.

Jak wiek ten wydał najznakomitszych malarzy: Rafaela, Michała Anioła i innych—tak też odznacza się dążnością do postępu w nauce perspektywy. Lecz dopiero przy większém rozwinięciu geometryi, a mianowicie nauki rzutów, perspektywa znaczny zrobiła postęp. Pierwszy był Desargues (urodzony w Lyonie 1593, umarł 1662), który używa trzech płaszczyzn rzutów, do siebie nawzajem prostopadłych. Do wykonania rysunku perspektywicznego dzieli płaszczyznę stanowiska na kwadraty perspektywiczne, aby mieć podziałkę zagłębień. Sposób ten jest bardzo dobry, zwłaszcza gdy chcemy rysować krajobraz własnej kompozycyi.—Alleaume i Migon (1643) byli pierwsi, którzy na pionowej osi widzenia naznaczywszy punkt oddalenia, oznaczyli na horyzoncie styczne kątów, jakie tworzą linije na obrazie z tą osią.

Wszelkie jednakże nauki perspektywy nie obejmowały dotąd ogólnych prawideł; ograniczano się raczej na szczegółowych przykładach. Pierwszy był Brook Taylor (1715—1755), Anglik, który podał pewne ogólne prawidła, uzasadniając swą naukę na rzutach poziomych i pionowych.— Jedném z najważniejszych dzieł jest perspektywa Lamberta (Freie Perspektive 1759); autor rozwinął naukę o podziałkach perspektywicznych, płaszczyznach pochyłych i o punkcie dzielącym. Lecz ponieważ swą naukę opiera na geometryi, a ta malarzom do smaku nie przypada, przeto dzieło to nie doznało takiego upowszechnienia na jakie zasługiwało.— Od czasu jak Monge ogłosił swą geometryę wykreślną, usiłowano tę część geometryi do perspektywy, szczególniej zaś do wykreślenia cieniów zastosować. — Podobnie jak Lambert, opracowali na zasadzie geometryi, perspektywę. Eytelwein, Heine, Gottgetreu i inni.—Hummel wydał w roku 1833 perspektywę linijną oraz oddzielną naukę o cieniach geometrycznych.— A. W. Hertel (1857) budowniczy, w ogólnej nauce o rzutach, zamieścił także bardzo krótką naukę perspektywy prostopadłej i izometrycznej, bez nauki o cieniach. Nauka o odbiciach w zwierciadłach i o przecięciu się płaszczyzn wyjęta jest z Hummel'a.— Schreckfuss'a, Lehrbuch der Perspektive 1858" jest raczej małą broszurką, która wszystkich szczegółów do tej nauki należących nie obejmuje Nie zna autor nauki o płaszczyznach pochyłych, ani o odbiciach; dlatego też gdziekolwiek z niej robi zastosowania, popełnia błędy.—Guido Schreiber profesor matematyki w Karlsruhe, wydał perspektywę linijną w r. 1867; lecz jak sam tytuł wyraża, przeznaczona jest ona głównie dla budowniczych i mechaników, do użytku szkół rzemieślniczych i realnych. Malarz w niej nic zgoła dla siebie pożytecznego nie znajdzie.

Ponieważ opiera się więcej na geometryi wykreślnej, niżeli na elementarnej, potrzeba być z geometryą dobrze obeznanym, chcąc ciemny jego wykład, bez systemu, zrozumieć. Nie mówi ani o płaszczyznach pochyłych, ani o odbiciach, ani wykłada nauki o kątach ani o cieniach. Pomimo szczupłego bardzo zakresu, dzieło to zyskało pochwały niektórych autorów. Na str. 177 wykłada autor rysowanie koła na płaszczyznie pionowej, w sposób tak zawiły i przy użyciu wielu linij tak niezrozumiały, iż dziwić się trzeba, jak rzecz sama przez się tak prosta, może być utrudnioną.—W tym samym roku 1867 wydał Franciszek Tilszer, profesor geometryi wykreślnej w Pradze czeskiej, dość obszerne dzieło, pod tytułem: „System der technisch-malerischen Perspektive", zawierające krótką naukę o cieniach. Jestto niezrozumiale wyłożona geometrya wykreślna. Niedawszy bowiem żadnego wyobrażenia o płaszczyznach, a w szczególności o płaszczyznach pochyłych, o ich granicy, punkcie głównym, zmienionej osi widzenia i t. d., od rysowania takowych naukę swoją zaczyna. Z powodu stylu napuszonego, użycia wyrazów i wyrażeń, przez nikogo w perspektywie nieużywanych, wykład jest niezrozumiały, i z przyjemnością go czytać nie można.

Gustaw Peschka i Em. Koutny, wydali w r. 1868 „Freie Perspektive in ihrer Begründung und Anwendung", dzieło obejmujące także krótką naukę o cieniach. Jestto także matematyka, nie perspektywa do użytku budowniczych i matematyków przeznaczona. Nauka bowiem obejmująca zastosowanie elipsy, paraboli i hyperboli, do których wykreślenia używa równań drugiego stopnia, mniemam, iż nie jest dla malarza. W końcu dopiero dzieła jako dodatek jest mowa o tém, z czegoby malarz mógł korzystać; uczy bowiem co jest horyzont, punkt celny, oddalenie, i jak rysować przedmioty architektoniczne. Lecz i w tym dodatku na str. 407, zamiast podać praktyczny, do wykonania łatwy sposób narysowania kuli, każe wystawić sobie w myśli dwa ostrokręgi promieni ocznych, jeden na największém kole kuli postawiony, drugi do obrazu prostopadły, których wierzchołki są w oku, i t. d. Takie metody jak przechodzą granice geometryi elementarnej, tak do praktyki zastosować się nie dadzą. Na str. 155, mniema autor, iż oddalenie, to jest odległość oka od obrazu, byłoby najlepszą miarą do mierzenia wysokości i szerokości—gdy przecież wiemy, że tylko wysokość horyzontu jest miarą rysunków perspektywicznych.—Literatura francuzka od czasu Desargues (1636) bogata jest wprawdzie w dzieła perspektywiczne, lecz w ogóle dla malarzy małą mające wartość. Poudra w swej historyi obok wielu innych mniej ważnych, wymienia jako znakomitszych autorów: Dubreuil'a, jezuitę (1642), którego dzieło z owych czasów jest najgruntowniejsze; Alleaume i Migon (1643) o których już wyżej wspomnieliśmy, byli pierwsi, którzy na horyzoncie oznaczali styczne kątów. Vavlezard, Nicolas Battas (1644), podał metodę rysowania, którą niżej mówiąc o metodach, przytoczymy. A. Bosse uczeń Desargues'a (1648), Graves-ande (1711), Jeaurat (1750) znakomity artysta, wydał perspektywę, mając głównie na celu praktyczne wykonanie rysunku. Nauka ta podzieloną jest na dwie części, z których pierwsza napisana jest dla tych, którzy znają geometryę, druga dla tych, którzy jej nie znają. Z podanych przez niego sposobów, przytoczymy w końcu tej nauki, jeden. Obejmuje także naukę o cieniach i o odbiciach.— Zanotte 1766, Lespinasse (1811), Palaizeau 1818.— Najwięcej rozgłosu i wziętości doznało pośmiertne dzieła Thibault'a wydane w r. 1827 przez Chapuis. Poudra o tém dziele tak się wyraża: „Jestto dzieło przepychu tak pod względem druku, jakoteż licznych rycin Pierwszy napisał krótki rys historyi perspektywy. Całe dzieło podzielone jest na 12 rozdziałów. Pierwszy obejmuje początki geometryi; drugi opisanie punktu ocznego, celnego, oddalenia, horyzontu, punktów wypadkowych i rzecz o podziałkach perspektywicznych; trzeci o podziałce Desargues'a; czwarty o budowlach prostokątnych; piąty o płaszczyznach pochyłych; 6-ty o kole na płaszczyznie poziomej; 7-my o kole pionowém; 8-my o cieniach, 9-ty o odbiciach, 10-ty perspektywę teatralną, 11-ty o narzędziach, 12-ty o perspektywie powietrznej. Dzieło to jest ważne ze względu na liczne przykłady, lecz jest czysto praktyczne; a jakkolwiek nie podaje dowodów i wyjaśnień, jednakże podane przez niego sposoby są dobre i bardzo dobrze zastosowane. Dzieło to powinno być w ręku każdego artysty. Dzieło to znam z przekładu na język niemiecki, gdyż wydane bez wszelkiej okazałości, daleko jest tańsze od oryginału francuzkiego. Liczne przykłady mogą być użyteczne, ale nie przyczynią się do gruntowności nauki, która w tém dziele ani jest gruntowną ani obejmującą wszystkie ważne szczegóły tej nauki. Tak np. niema żadnej prawie nauki o kątach, żadnej wzmianki o punkcie dzielącym, a liczne sposoby rysowania koła, nie są praktyczne. Cloquet (1823). Nauka jego jest raczej matematyką. Dufour (1827) nie był artystą, lecz matematykiem. Paillet de Montabert (1827), mąż uczony, artysta, lecz nauka jego nic nowego nie obejmuje i żadnego nie ma systemu w wykładzie. Poudra historyą swoją bardzo się nauce perspektywy przysłużył, lecz gruntownej, na znajomości praktycznej opartej krytyki w niej nie znajduję. Nie wspomniał o perspektywie jaką Leroy w dziele swojem „Stereotomia 1847" zamieścił, o której w dziele tak obszernem wspomnieć należało. Krótka nauka perspektywy tego matematyka bardzo jest niedostateczną, do wszystkich wykreśleń przyjmuje całkowite oddalenie. Do metody o której niżej wspomniemy, używa punktu dzielącego. Nauka o cieniach jakkolwiek gruntowna, bo na geometryi wykreślnej oparta, jest raczej geometryczną aniżeli perspektywiczną, gdyż przyjmuje światło równolegle do obrazu wpadające pod kątem 45°. Nie wspomina także Poudra o dziele professora Tenot, który w r. 1834 wydał naukę pod tytułem: „Traité de perspective pratique pour dessiner d'après nature", której czwarte już wydanie wyszło w r. 1872. W przedmowie szczyci się autor znaczną liczbą uczniów, którzy się jego metody we Francyi i zagranicą trzymają, i że przeszło 1800 znakomitych artystów rozmaitej narodowości wykładu jego słuchało. Takie własne pochwały trącą szarlataneryą, która w Paryżu do dobrego powodzenia zdaje się być potrzebną. Po professorze perspektywy w Paryżu, po pierwszym kandydacie na professora Szkoły sztuk pięknych, spodziewaćby się należało gruntownej i dokładnej znajomości przedmiotu. Jednakże całą zaletą tego dzieła są liczne przykłady, piękny druk i papier, przyozdobienie każdego zadania w widok perspektywiczny i dobrze wykonane staloryty. Lecz systemu niema żadnego, zadania rozmaitej treści z sobą pomięszane; gruntowności mało, a szczegóły, nawet bardzo ważne, albo zupełnie pominięte, albo bez znajomości przedmiotu dotknięte. Zapewne duma narodowa nie pozwalała czytać tłómaczonego na język francuzki Lamberta, z któregoby powziął np. naukę o kątach, o punkcie dzielącym i t. d. Na str. 117 i 119 uczy wprawdzie odmierzyć pewną długość na linii, ale tylko na linii idącej do punktu oddalenia, za pomocą narysowanej już poprzednio na obrazie figury ludzkiej. Lecz jak odmierzyć daną długość na jakiejkolwiek linii ukośnej, gdy niema na obrazie narysowanej figury ludzkiej, tego professor w Paryżu nie wie. Niema żadnej nauki o kątach ani o płaszczyznach pochyłych, ani o odbiciach w zwierciadłach sztucznych. Ztąd też pochodzi, że na str. 150, fig. 144, podane wykreślenie cieniu żerdzi pionowej na dachu stojącej, jest mylne, gdyż dla płaszczyzny pochyłej, w daném położeniu słońca, punkt celny nie jest punktem cieniów.

Drugie, wielkiej wziętości we Francyi doznające dzieło, bo już w r. 1870 trzecie wyszło wydanie, jest perspektywa J. Adhémar, z 81 tablicami rycin w wielkim formacie (arkuszowym). Pierwsze wydanie wyszło w r. 1836. Poudra zamieściwszy wyciąg z podanej ogólnej metody, nie wchodząc w ścislejszy rozbiór takowej, pochwalając ryciny figur ludzkich w skróceniach, oraz figury do nauki o równowadze ciała ludzkiego, zdanie swoje w następujących kończy wyrazach, które dosłownie zamieszczam: Ce traité de perspective d'Adhémar mérite une attention spéciale pour les méthodes nouvelles qu'il propose, et surtout pour son bel atlas de planches." Ponieważ Adhemar jest autorem licznych dzieł geometryi wykreślnej czystej i zastósowanej, perspektywy izometrycznej, oddzielnej nauki o cieniach i punktach świecących, przeto nie można wątpić, iż jest biegłym matematykiem, i rzeczą jest bardzo naturalną, iż do zrozumienia wielu wykreśleń, potrzeba znać geometryę wykreślną. Lecz treść nauki perspektywy, która jest bardzo krótka, żadnej zgoła nie ma wartości naukowej, i dziwić się należy lekceważeniu, z jakiem najważniejsze nawet szczegóły ledwie dotyka. Tak np. pierwsze zasady o linijach równoległych, do obrazu prostopadłych, do niego równoległych lub nachylonych, nic nie okazawszy, nic nie dowiodłszy, zająwszy całą tablicę trzema figurami, na których są poprowadzone 3 lub 4 linije, każe w te zasady wierzyć. Okazawszy na str. 7 fig. 9, iż do oznaczenia na obrazie punktu danego, potrzeba poprowadzić jednę liniję do punktu celnego, drugą do punktu oddalenia, wyprowadza wniosek do mylnych wyobrażeń powadzić mogący; mówi bowiem: „W ogólności mające się zrobić operacye, aby otrzymać obraz danego punktu, zasadzają się na tém, aby narysować obraz dwóch linij prostych przecinających się w tym punkcie, i cała zręczność praktycznego perspektywisty na tém zależy, aby umiał zrobić w każdym przypadku wybór tych dwóch linij, których obraz najłatwiej narysować można." Dziwna rzecz! aby narysować liniję prostą, potrzeba umieć narysować dwa jej punkta, a do narysowania punktu, potrzeba wyrysować dwie linije! Lecz i to jest mylném, że potrzeba umieć zrobić wybór tych linij; bo od punktu danego tak do punktu celnego jako też do punktu oddalenia, jednę tylko liniję prostą poprowadzić można; niema tu żadnego wyboru. Tę samą naukę powtarza na str. 21 mówiąc: „A zatem, dwa punkta dają kierunek linii prostej; punkt oznacza się przez przecięcie się dwóch linij i wszystko na tém zależy, aby umieć w każdym szczegółowym przypadku obrać linije najdogodniejsze do oznaczenia położenia punktu, i punkta najdogodniej położone, aby narysować liniję prostą." Czy się to zgadza z nauką geometryi elementarnej i ze zdrową logiką, mniemam, iż każdy znający początki geometryi i perspektywy, osądzić potrafi. Cała nauka o kątach ogranicza się na dwóch przykładach fig. 55 i 56 Tabl. 13, i na podaném na str. 27 wykreśleniu, które zależy na narysowaniu kąta geometrycznego równego danemu, podobnie jak to wyłożyliśmy na fig. 31, 32, 36.— Cała nauka o horyzoncie ogranicza się na tém, że jego wysokość równa jest wysokości osoby średniego wzrostu. Na str. 172 mówi: „Wysokość horyzontu ma wielki wpływ na skutek (sur le résultat), i należy ją badać z największą starannością. Wysokość, w jakiéj mamy umieścić horyzont, zależy od przedmiotu, który rysować chcemy. Tak np. jeżeli na obrazie przedstawiającym salę, są figury ludzkie stojące, położymy horyzont w wysokości stojącéj osoby; jeżeli zaś jest tylko kilka osób siedzących, najlepiéj będzie narysować horyzont w wysokości osoby siedzącéj. Po krótkiéj bowiem rozwadze, patrzący będzie mógł sądzić, że sam siedzi obok siedzących osób na które patrzy, i że bierze udział w ich rozmowie." Dodawszy w końcu, że można zrobić dla figur ludzkich podziałkę wysokości, kończy całą prawie naukę o horyzoncie. Lecz jak téj wysokości użyć za miarę do rysunku, tego nigdzie nie uczy; owszem we wszystkich podanych przykładach, wysokość horyzontu jest rzeczą obojętną.— Ta dowolność okazuje się także w podanym wyżéj przepisie, aby jeżeli na obrazie są figury siedzące, zrobić horyzont w ich tylko wysokości— kiedy horyzont nie zależy od osób na obrazie, lecz od rysującego. Tylko, jeżeli *rysujący* siedzi, będzie wysokość horyzontu równa osobie siedzącéj.— Wylicza autor na str. 15 i 24, niedogodności wynikające z użycia odległych punktów oddaleń, które leżą za obrazem, i twierdzi, że metoda ogólna przez niego podana, wszystkim tym niedogodnościom zapobiega. Jednakże cała ta tak zachwalana metoda, niczém inném nie jest, tylko użyciem pewnéj części oddalenia. Że zaś sam autor używa tych odległych, za obrazem leżących punktów oddaleń, przeciw którym tak powstaje, przekonywają fig. 35 i 36 na tabl. 9, fig. 55 i 56 na tabl. 13 i inne, na których oznaczony na horyzoncie punkt F jest $1/_3$ całkowitego oddalenia, na tabl. 14 punkt ten jest $1/_4$ i $1/_3$ oddalenia.—W użyciu więc pewnéj części oddalenia niema nic nowego, jest to rzecz bardzo dawno znana. Na czém zaś głównie ta ogólna metoda zależy, poznamy mówiąc o metodach.

Uczy wprawdzie Adhémar, jak daną liniję ukośną podzielić na pewną liczbę części, bądź równych bądź do siebie proporcyonalnych; lecz jak na takiéj linii odmierzyć pewną długość, tego znakomity matematyk nie uczy.— Przedmowę do tego dzieła zaczyna zdaniem, że praktyczna nauka perspektywy jest w pewnym względzie tylko zbiorem przykładów przeznaczonych do wyjaśnienia szczególnych metod, w każdym przypadku najdogodniejszych. Szczyci się, że wynalazł metodę ogólną, która wszelkie inne zastępuje; na cóż obok ogólnéj mają być szczególne?— Mojem zdaniem, jak te 81 tablic rycin nikogo niczego nie nauczą, tak nawet 181 tablic na nic się nie przydadzą, jeżeli nie służą do wyjaśnienia gruntownéj nauki, któréj napróżno w dziele Adhémar'a szukamy.

§ 3. Prawidła widzenia. W ciemności nic nie widzimy; jasną przeto jest rzeczą, iż tylko światło sprawia ten skutek, że widzimy przedmioty nas otaczające. W starożytności mniemano wprawdzie, iż od oka wychodzą promienie do przedmiotu widzianego; takiego też zdania był Plato. Lecz dzisiaj, przyjęto jako prawdę nie ulegającą żadnéj wątpliwości, że ciało bądź świecące, bądź oświecone, przesyła promienie światła do oka naszego, i one tylko sprawiają, iż przedmioty te widzimy. Wystawiamy sobie, iż od każdego przedmiotu rozchodzą się promienie odbitego światła na wszystkie strony, idąc w kierunku prostym. Że w takim tylko idą kierunku przekonywamy się, gdy na téj linii położymy jaką przeszkodę, jakie ciało nieprzezroczyste; gdyż wtenczas téj części przedmiotu widzieć nie będziemy, na którą trafia linija prosta od oka przez położoną przeszkodę poprowadzona. Badania, jakim sposobem w oku naszém, jakby w zwierciedle, odbija się przedmiot widziany; jaki jest skład oka, i jakim sposobem dochodzimy do wiedzy o odbitym w oku przedmiocie— pomijam, gdyż takowe dla obecnéj nauki za mniéj potrzebne uważam, oraz że szczegóły te jak są dotąd w części niezbadane, tak podobno pozostaną dla nas na zawsze tajemnicą. Nie wyjaśniły też nic wielkie, bo 15 cali długie figury, dotyczące składu oka w dziele Tilscher'a; doszedł tylko z nich, że się przedmiot w oku przewraca.— Dla nas dosyć jest wiedzieć, że punkta np. a, b, c, d, e przedmiotu ae, fig. 1. dopóty będą widzialne, dopóki od tych punktów promienie światła bez przeszkody, w prostym kierunku do oka naszego dochodzą. Jeżeli w punkcie *0* jest oko patrzącego, linije w myśli od oka do przedmiotu poprowadzone, jak *a 0*, *b 0* i t. d.. nazywają się linijami lub promieniami widzenia, lub linijami optycznemi, lub też promieniami ocznemi; kąt między każdą parą takich promieni ocznych zawarty, jak np. *a 0 b*, *a 0 d* i t. d., nazywa się kątem widzenia, albo kątem optycznym. Wystawiając sobie w myśli linije oczne, od wszystkich punktów zewnętrznego obwodu przedmiotu poprowadzone, utworzy się ostrosłup widzenia, którego wierzchołkiem jest oko patrzącego. Jeżeli przedmiot ten przetniemy płaszczyzną pionową, lub gdy do tablicy na któréj przedmiot ten jest narysowany, poprowadzimy taki promień oczny *0 r*, któryby do płaszczyzny przez przedmiot położonéj, lub do tablicy był prostopadły, promień ten nazywa się *osią* widzenia. Każdy przedmiot ma tylko jedną rzeczywistą wielkość, którą wyrażamy przez pewną miarę, np. przez arszyny, cale i t. d.; lecz w oku naszem wielkość ta się zmienia. Tak np. przedmiot rzeczywisty *a e* fig. 1, ma na tablicy przezroczystéj tylko wielkość *m n*; to jest, że w oddaleniu w jakiém jest tablica od oka, wysokość *a e* będzie się wydawała równą *m n*. Kąt optyczny *a O e*, w którym przedmiot ten widzimy, równie jak kąt *m O n*, nazywa się pozorną wielkością przedmiotu. Jeżeli w punkcie *O*, fig. 2 jest oko patrzącego na przedmiot *a b*, kąt *a O b* jest pozorną wielkością tego przedmiotu. Odsunąwszy ten przedmiot od oka np. do *c d*, kąt optyczny *c O d* będzie mniejszy, a tém samém pozorna wielkość się zmniejszy; a odsuwając stopniowo ten przedmiot coraz daléj, do *e f*, *g h*, pozorna wielkość coraz bardziéj zmniejszać się będzie— tak, iż nakoniec przedmiot w oczach niknie, staje się dla nas niewidzialnym. Na osobie blisko nas stojącéj, nietylko widzimy pojedyncze części twarzy, ale nawet pojedyncze włosy; lecz w pewnéj odległości będziemy tylko mogli odróżniać większe części twarzy; w większéj jeszcze odległości, potrafimy tylko rozpoznać główne części całego ciała, jako to: głowę, ręce i t. d.; aż nakoniec w znacznej bardzo odległości, cała osoba z oczu nam zniknie. Wzrok nasz ma swoje granice widzenia; jest bowiem najmniejszy kąt optyczny, pod którym przedmiot jeszcze jest widzialny; lecz jest także i największy kąt, pod którym wyraźnie lub niewyraźnie widzieć możemy. Dla wzroku normalnego przyjąć można, iż przedmiot jeszcze jest widzialny, gdy odległość jego od oka równa się wielkości 3,500 do 4,000 razy wziętéj, co czyni kąt, prawie 1-ą minutę mający. Zależy to jednakże od różnych okoliczności, np. od koloru; tak np. czarne litery na białym papierze drukowane, widzimy lepiéj aniżeli gdyby papier lub druk był kolorowy. Drobne przedmioty, jak np. litery bądź pisma, bądź druku powinny być dobrze widziane, trzymając je w odległości 6 do 10, średnio 8, cali od oka; a kąt optyczny pod którym je widzimy, może tylko 30 sekund i mniéj jeszcze wynosić. Największy kąt pod którym przedmiot dobrze i wyraźnie jest widzialny, wynosi około 70°, jeżeli przedmiot ten jednym rzutem oka ma być widzianym. Trzymając oko niewzruszone na jaki punkt zwrócone, będziemy wprawdzie widzieli jeszcze przedmioty pod kątem około 150° mającym, ale będziemy je widzieli niewyraźnie. W perspektywie jednakże dla łatwiejszych wykreśleń, przyjmujemy największy kąt optyczny na 90°.— Że pod tak wielkim kątem optycznym przedmiotu całego, nie ruszając oka, dobrze nie widzimy, łatwo się przekonywamy trzymając kwadratową płaszczyznę, np. ćwiartkę papieru w takiéj odległości od oka, aby ta była równa połowie jéj szerokości. W takiém bowiem oddaleniu, kąt optyczny ma 90°; lecz brzegów tego kwadratu już wyraźnie widzieć nie będziemy— zdawać się będą rozciągnięte.

Jasną jest rzeczą, iż odsuwając przedmiot, żerdź i t. d. (fig. 2) coraz daléj, nakoniec w znaczném bardzo oddaleniu, kąt optyczny zrobi się mniejszym aniżeli 30 sekund, i przedmiot nie będzie już widzialnym. Wystawmy sobie te same żerdzie położone na ziemi do siebie równolegle, tak długie jaka jest np. szerokość drogi drzewami wysadzonéj *M N*, *P R*. Z poprzedzającego wynika, iż postępując wzrokiem po téj szerokości drogi, czyli po końcach położonych na ziemię tyczek, w coraz większe oddalenie, jak długość tyczek tak i szerokość drogi nakoniec stanie się tak małą, iż widzialną nie będzie, i obadwa rzędy drzew będą się zdawały z sobą schodzić. Na tém prawie zmniejszaniu się kąta optycznego, czyli pozornéj wielkości przedmiotu w stosunku do oddalenia, polega zchodzenie się w jednym punkcie linij do siebie równoległych, w znacznéj od oka odległości.

O téj pozornéj wielkości przedmiotów, oraz iż tylko w linii prostéj widzimy, przekonamy się także gdy sobie wystawimy, iż w punkcie *O*, fig. 3, jest oko patrzącego na przedmiot *a b*, który go widzi pod kątem optycznym *a O b*. Poza tym przedmiotem, możemy ustawić daleko wyższe przedmioty, jak *c d*, *e f*, *g h*, a takowe nie będą widzialne dopóty, dopóki końcami swemi nie przejdą za przedłużone ramiona kąta *a O b*. Przedmiot *a b*, zakryje wszystkie inne za nim stojące, jak *c d*, *e f*, *g h*, pomimo iż wysokość ich daleko jest większa. Ta pozorna wielkość przedmiotów tłómaczy nam, dla czego przez małą taflę przezroczystą, możemy tak wielkie przedmioty w oddaleniu położone, widzieć. Kąt bowiem optyczny téj tafli jest większy, aniżeli kąty tych przedmiotów.

§ 4. Płaszczyzna pozioma, horyzont, punkt celny.

Wiemy, iż powierzchnia ziemi naszéj jest kulistą, dla tego też powierzchnia obszernych wód, np. morza, jest kulistą. W małéj jednakże przestrzeni nie przechodzącéj 3 lub 4 mil, powierzchnię tę kulistą za płaszczyznę uważać możemy, i takowa nazywa się *poziomą*. Tak powierzchnia obszernego stawu lub jeziora, jest poziomą. Linije na téj płaszczyznie, lub na innéj, lecz do niéj równoległéj poprowadzone, nazywają się linijami *poziomemi*.— Kierunek, w jakim spadają ciała wolno puszczone, nazywa się pionowym; dla tego sznurek wolno trzymany, u którego końca przyczepiony jest ciężar jaki, nazywa się pionem, a linija, którą sznurek ten tworzy, nazywa się pionową. Ponieważ linija pionowa w myśli przedłużona idzie do środka ziemi, przeto jest do jéj powierzchni, a zatém i do płaszczyzny pozioméj, prostopadłą— to jest tworzy z nią na wszystkie strony kąty proste. Stanąwszy nad brzegiem morza, widzimy powierzchnię jego na 3 do 4 mil rozległą. Linija, gdzie się brzeg morza w oddaleniu zdaje stykać z widnokręgiem, z powietrzem, nazywa się horyzontem naturalnym. A że tę płaszczyznę morza uważamy jako poziomą, przeto horyzont także jest liniją poziomą. Jeżeli stojąc nad brzegiem morza, trzymamy przed sobą linijał (jakiego do linijowania używamy) w położeniu poziomém, tak abyśmy tylko jego grubość widzieli, linija ta padnie, czyli przykryje horyzont morza. Dlatego jeżeli chcemy znaleźć horyzont jakiéj okolicy, która nie jest płaszczyzną, możemy użyć linijału, trzymając go w sposób wyżéj podany. Jasną jest rzeczą, iż im wyższe obierzemy stanowisko, np. na pierwszém lub drugiém piętrze domu, lub na miejscu wzniesionem— tém wyżéj wzniesie się także horyzont, i tém większą rozległość widzieć będziemy. Powierzchnia trzymanego przed oczami linijału przekonywa nas, iż widzimy horyzont na płaszczyznie pozioméj, przez oko nasze przechodzącéj. Narysowany na obrazie horyzont, to jest linija pozioma przedstawiająca horyzont naturalny, nazywa się horyzontem obrazu, który jest pierwszą zasadniczą liniją każdego rysunku perspektywicznego.

Jeżeli (fig. 4) w *O* jest oko patrzącéj osoby, stojącéj w *S* na płaszczyznie poziomej *A B*, kilka mil rozległej, któréj horyzont naturalny jest widzialny, natenczas patrząc na punkt *a* blisko położony, będzie takowy widzieć pod kątem *S O a*. Posuwając ten punkt po płaszczyznie poziomej coraz dalej do *b*, *c*, *d*, będziemy go widzieli pod kątem coraz większym, *S O c*, *S O d*, *S O m*, *S O n*. Łatwo ztąd wniesiemy, iż jeżeli punkt ten (przedmiot jaki) aż do horyzontu naturalnego posuniemy, kąt optyczny *S O R* będzie prosty. A że linija *S O* jest pionową, przeto prostopadła do niéj *O R* jest poziomą, co zupełnie zgadza się z tém, cośmy wyżéj o horyzoncie naturalnym powiedzieli; to jest, że leży na płaszczyznie poziomej przez oko patrzącego położonéj. Jeżeli *C D* jest tablicą tak ustawioną, iż promień oczny *O P* jest do niej prostopadły, natenczas

1) punkt ten *P* nazywa się punktem celnym;
2) linija pozioma *M N* przez punkt celny położona, jest horyzontem obrazu;
3) promień oczny *O P* nazywa się (jak wyżéj nadmieniliśmy) osią widzenia;
4) długość linii *O P*, to jest oddalenie oka od tablicy *C D* nazywa się oddaleniem obrazu, czyli w skróceniu, oddaleniem;
5) tablica *C D*, na któréj narysowaliśmy horyzont *M N* i punkt celny *P*, na któréj mamy wykonać rysunek perspektywiczny, nazywa się płaszczyzną obrazową, albo krócéj, obrazem:
6) punkt *S* w którym stoi osoba patrząca, nazywa się stanowiskiem;
7) płaszczyzna pozioma przez stanowisko *S* położona, na któréj podstawą swoją stoi obraz *C D*, nazywa się płaszczyzną stanowiska, któréj przecięcie wystawia nam linija *S*, *B*;
8) punkt *O* w którym jest oko patrzącego, nazywa się punktem ocznym lub też punktem oddalenia.

W téj części nauki, zawsze będziemy uważali tablicę *C D*, na któréj mamy rysować, jako stojącą podstawą swoją *E D*, na płaszczyznie stanowiska, to jest na płaszczyznie poziomej przez stanowisko położonéj; jeżeli zaś podstawa obrazu inne będzie miała położenie; wyraźnie o tém będzie wzmianka. Dla krótkości nazywać będziemy podstawę obrazu, jednym wyrazem „podstawą."

Jeżeli ze stanowiska *S* poprowadzimy prostopadłą do podstawy *E D*, to jest linię *S T*, linija ta do *O P* jest równoległą i jej równą.

Jeżeli z punktu celnego *P* spuścimy pionową, czyli do podstawy prostopadłą, takowa trafia punkt *T*, a linija *P T*, równa *O S*, to jest wysokości dojrzałéj osoby, nazywa się wysokością horyzontu.— W tym więc przypadku, iż podstawa obrazu leży na płaszczyznie stanowiska, wysokość horyzontu zawsze jest równa wysokości dojrzałéj, osoby, którą w okrągłéj liczbie na 5 stóp przyjmujemy.

Ponieważ horyzont naturalny leży na płaszczyznie poziomej *S B*, przechodzącej przez podstawę obrazu, a horyzont ten widzimy na płaszczyznie poziomej *O R* przechodzącéj przez oko patrzącego, przeto skutek ten jest złudzeniem optycznem, które wynika ze zmniejszającego się w oddaleniu kąta optycznego odległości od siebie dwóch płaszczyzn, do siebie równoległych. Widzimy oraz, iż całą przestrzeń od podstawy obrazu aż do horyzontu naturalnego, przedstawia czyli wyraża na obrazie część jego między podstawą a horyzontem obrazowym zawarta.— Wszystkie więc przedmioty znajdujące się na przestrzeni od obrazu do horyzontu naturalnego, muszą być pomieszczone na odpowiedniéj części, na obrazie, to jest na przestrzeni od podstawy do horyzontu obrazowego.

Punkta oddalenia.— Wiemy z poprzedzającego, iż jedynie dla dogodności w wykreśleniu, przyjmujemy największy kąt optyczny na 90°.— Jeżeli (fig. 5) w punkcie *O* jest oko patrzącego, a linija *M N* wystawia nam odległy horyzont naturalny, i przyjmiemy, że oko jednym rzutem bez poruszania, może objąć na horyzoncie przestrzeń *M N*, objętą kątem prostym *M O N*, natenczas ustawiając obraz czyli tablicę *a b* na któréj mamy rysować, w takiéj odległości od oka, iż połowa szerokości obrazu, 1 *a* jest równa oddaleniu oka 1 *O*, wtenczas punkta *M N* horyzontu naturalnego będą widziane na przedłużonych promieniach ocznych *O a*, *O b*, gdyż w tém oddaleniu obrazu kąt *a O b* jest także prosty. W takiem więc położeniu tablicy, brzegi horyzontu obrazowego wyrażają całkowite oddalenie oka od tablicy, i nazywają się punktami całkowitego oddalenia. Jeżeli zaś obraz odsuniemy od oka tak, iż weźmie położenie *c d* i połowa obrazu 2 *o*, będzie tylko połową oddalenia *O* 2, natenczas horyzont obrazu nie obejmuje całego horyzontu naturalnego, objętego kątem prostym *M O N*, lecz tylko jego część *m n*. Że zaś 2 *e* jest połową 2 *O*, przeto też jest tylko połową 2 *c*, to jest, że na obrazie licząc od jego środka, mamy na horyzoncie tylko połowę oddalenia obrazu od oka. Posuwając tablicę kolejno do punktów 3, 4 i t. d., tak, iż połowa horyzontu na obrazie będzie tylko trzecią, czwarte i t. d. częścią oddalenia oka od tablicy, punkta *e*, *g* i t. d. będą oznaczały $^1/_3$, $^1/_4$ i t. d. części oddalenia, zawsze oka rysującego od tablicy na któréj mamy rysować. Całkowite oddalenie, jak np. punkt a, oznaczać zawsze będziemy przez literę *O*, połowę tego oddalenia, lub trzecią, czwartą i t. d. jego część, wyrazimy przez odpowiedni ułamek $O/_2$, $O/_3$, $O/_4$ i t. d.

Ponieważ kąt optyczny *M O N* jest prosty i równoramienny, przeto kąty przy *M* i *N* mają po 45°, czyli każdy jest połową kąta prostego. A że *O P* jest do *M N* prostopadłą, przeto połowi kąt prosty *M O N*, ztąd kąty

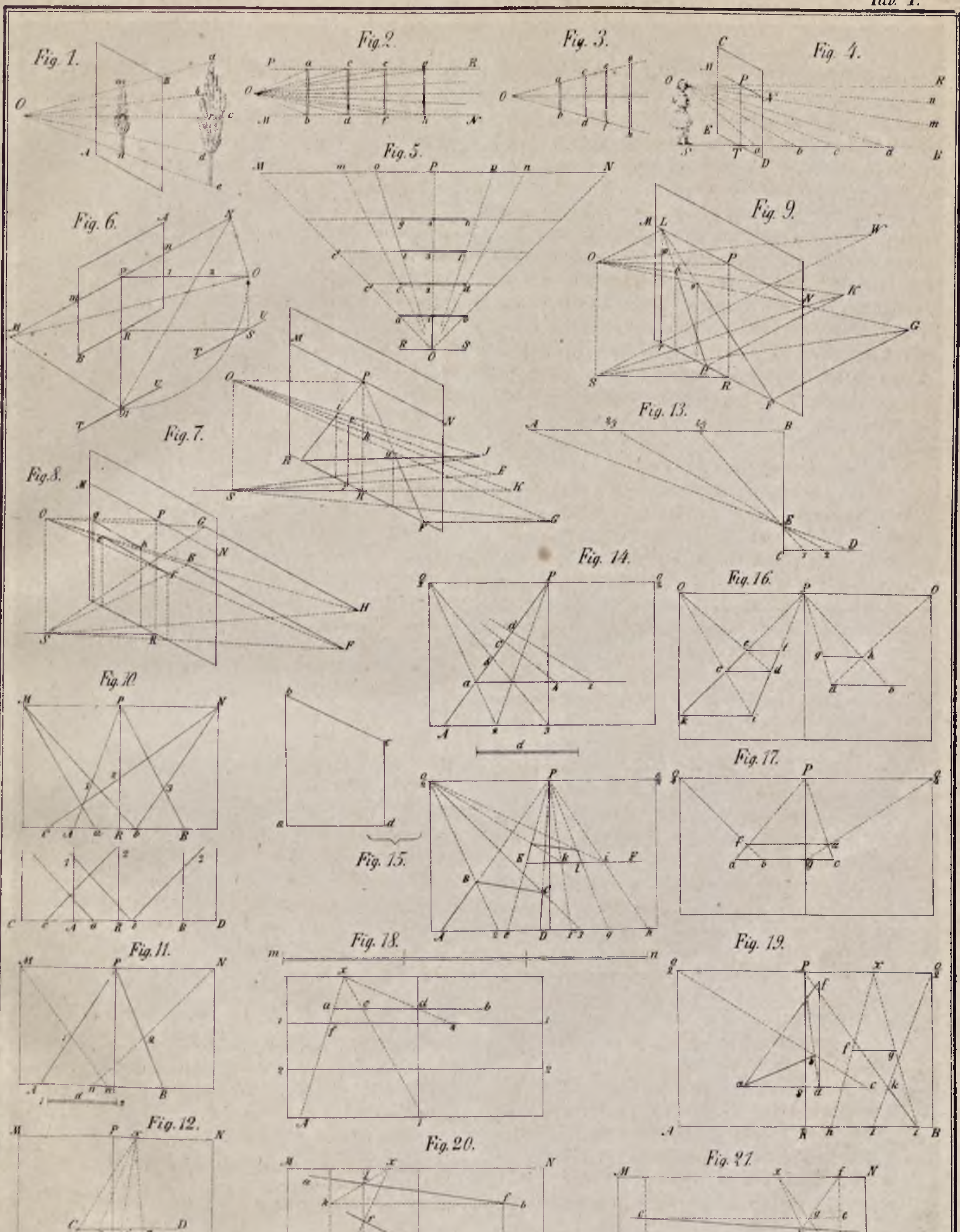


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.

M O P, *N O P* mają także po 45°. Dla lepszego zrozumienia tego cośmy dotąd o punktach oddalenia powiedzieli, niech nam na fig. 6 *A B* wystawia obraz stojący podstawą na płaszczyznie stanowiska, to jest na téj saméj, na któréj stoi osoba patrząca. Jeżeli oko będzie w punkcie *I*, tak iż odległość 1 *P* = *P m*, to jest połowie szerokości obrazu, natenczas punkt *m* oznaczać będzie całkowite oddalenie. Jeżeli patrzący odsunie się do 2, tak iż połowa obrazu *P m* równa będzie połowie oddalenia, punkt *m* oznaczać będzie połowę oddalenia i oznaczymy go przez $O/_2$. Jeżeli się oddali od obrazu do *O*, tak iż *P m* będzie tylko $^1/_3$ oddalenia *P O*, natenczas punkt *m* oznaczać też będzie $^1/_3$ całkowitego oddalenia—i wyrazimy to przez $O/_3$. Dla dogodności w rysunku wystawiamy sobie oś widzenia *O P*, na dół tak spuszczoną, aby wzięła położenie pionowe, i punkt *O* wziął położenie punktu *O* 1, który nazywać będziemy punktem *pomocniczym* i oznaczać przez *O* 1, a który zawsze jest punktem całkowitego oddalenia.— Można także oś *O P* podnieść w górę aż do położenia pionowego, i na niéj oznaczyć punkt oddalenia.— Poprowadziwszy przez stanowisko *S* równoległą do podstawy obrazu, a tém samém także do horyzontu linije *T U*, ta także nazywa się podstawą; a dla odróżnienia jej od podstawy obrazu, nazywamy ją podstawą stanowiska, lub też przez skrócenie, podstawą. Ponieważ podstawa *T U* jest do horyzontu równoległą, a kąt *M O* 1 *N* jest prosty, przeto kąty przy téj podstawie: *M O* 1 *T*, *N O* 1 *U* mają po 45°. Również jak już wyżéj powiedzieliśmy, kąty *M O* 1 *P*, *N O* 1 *P* mają po 45°, czyli każdy równy jest połowie kąta prostego.

Miara czyli podziałka obrazu. Wspomnieliśmy w § 1, iż każdy rysunek geometryczny wykonany jest podług przyjętéj do tego rysunku skali, czyli podziałki. To samo jest także z każdym rysunkiem perspektywicznym, gdyż jeden i ten sam przedmiot możemy narysować perspektywicznie w rozmaitéj wielkości. Należy więc poznać co jest miarą takiego rysunku, tém bardziéj, że jedni, jak Gustaw Peschka, chce oddalenie wziąść za miarę, drudzy jak Adhémar, Guido Schreiber, na najważniejszy ten szczegół wcale uwagi nie zwracają. Jeżeli chcemy rysować np. na tablicy przezroczystéj, i przedmiot ten, np. osobę jaką bezpośrednio przy téj tablicy postawimy, jasną jest rzeczą, iż go narysujemy w naturalnéj jego wysokości; tak np. osobę około 5 stóp rzeczywistéj miary mającą, narysujemy w téj saméj wielkości. Że zaś przyjęliśmy, iż horyzont przechodzi przez oko osoby rysującéj, stojącéj na płaszczyznie stanowiska, i na téj saméj płaszczyznie stoi osoba téj saméj wysokości, którą chcemy rysować, przeto horyzont obrazu będzie także przechodził przez oczy osoby którą mamy rysować, a wysokość od podstawy do horyzontu będzie miała 5 stóp rzeczywistéj miary. Jeżeli z tego obrazu naturalnéj wielkości chcemy zrobić mały obraz, tak aby od podstawy obrazu do oczu narysowanéj osoby, czyli do horyzontu, wysokość miała tylko 1 stopę, wysokość ta jest miarą czyli podziałką tego obrazu; to jest, że na nim 1 stopa wyraża 5 stóp rzeczywistéj miary.— W obrazach więc, których podstawa stoi na płaszczyznie stanowiska, wysokość horyzontu zawsze jest 5 stóp. A że horyzont narysowany jest na płaszczyznie obrazu, przeto też brzegi jego,tak pionowe jako też poziome,tę samą wyrażają miarę. W obrazie więc osoby ludzkiéj, stojącéj bezpośrednio przy obrazie, miara wzięta na jego brzegach, wyrażać będzie miarę rzeczywistą. W drugim przykładzie zniżonego horyzontu do jednéj stopy, każda stopa, każdy cal na brzegach obrazu odmierzone, oznaczać będą 5 stóp, 5 cali i t. d. Podzieliwszy więc w obrazie wysokość horyzontu na 5 części równych (gdy obraz stoi na płaszczyznie stanowiska), każda taka część wyrażać będzie jedną stopę rzeczywistéj miary.— W przykładach jakie niżéj podamy, wysokość horyzontu zawsze będzie 5 stóp, w przeciwnym razie wyraźnie o tém wzmiankę uczynimy. W krajobrazach zawsze wyższy przyjmuje się horyzont, aby większą przestrzeń widzieć można; oraz, że przyjmując horyzont na 5 stóp tylko wysoki, przedmioty bliższe zakryłyby przedmioty bardziéj oddalone. Gdybyśmy chcieli zrobić np. widok pewnéj ulicy zaludnionego miasta, i stanąwszy na trotoarze chcieli rysować obraz téj ulicy, pierwsze, najbliżéj stojące przedmioty zakryłyby nam dalsze, i widok nasz byłby bardzo ograniczony. W takich więc przypadkach potrzeba obrać wyższe stanowisko, tak iż płaszczyzna na któréj będziemy rysowali, znajduje się o kilka, może o kilkanaście stóp *pod* płaszczyzną stanowiska. Płaszczyznę tę niżéj położoną, nazywamy płaszczyzną gruntu.

ROZDZIAŁ IIgi

Rysowanie linij i figur leżących na płaszczyznie stanowiska.

§ 5. Wiemy z poprzedzającego, iż przedmioty leżące na płaszczyznie stanowiska, od obrazu do horyzontu naturalnego, mieszczą się na obrazie w przestrzeni od podstawy do horyzontu. Wszystkie więc linije i figury na płaszczyznie stanowiska położone, będziemy rysowali na téj małéj przestrzeni. Będziemy umieli rysować figury prostolinijne, gdy będziemy umieli rysować linije proste; a do wyrysowania linii prostéj w danym kierunku, potrzeba umieć narysować punkta dane na płaszczyznie, stanowiska. Najprzód więc potrzeba umieć narysować czyli oznaczyć na obrazie punkt dany na płaszczyznie stanowiska; poznamy to z następującego zadania.

1. Zadanie fig. 7. Na płaszczyznie stanowiska dany jest punkt *E*, widziany przez taflę przezroczystą; mamy go na téj tafli w właściwém miejscu narysować. Najprostszy sposób rozwiązania tego zadania jest, gdy sobie wystawimy płaszczyznę położoną przez trzy dane punkta, to jest, przez punkt oczny *O*, stanowisko *S* i przez punkt dany *E*. Przecięcie téj płaszczyzny z płaszczyzną stanowiska, daje liniję prostą *S E*, która przecina podstawę w punkcie *r*; a że linija *O S* jest pionową, przeto przecięcie położonéj płaszczyzny z taflą jest także linija pionowa z *r* wyprowadzona, która przecina promień oczny *O E* w punkcie *e*; a tak punkt *e* jest obrazem punktu danego *E*— czyli będziemy widzieli punkt *E* na tafli przezroczystéj w punkcie *e*. Wykreślenie to nazwiemy dla krótkości, przeniesieniem danego punktu na obraz.

2. Zadanie fig. 7. Na téj samej płaszczyznie jak w poprzedzającém zadaniu, dane są linije *F G*, *H J* do podstawy obrazu prostopadłe i do niéj dochodzące; mamy takowe na tablicy przezroczystéj narysować. Linije te jako prostopadłe do jednéj i téj saméj linii, są do siebie równoległe; wnosić więc możemy, iż jako równoległe będą się z sobą w pewnym punkcie na obrazie schodziły. A że oś widzenia *O P* także jest do tafli prostopadłą, a zatém do danych linij równoległą — przeto wniesiemy, iż się te trzy linije jako do siebie równoległe, w jednym punkcie schodzić będą. Przeniosłszy podług zadania poprzedzającego punkta *G J* na obraz do *g i*, mamy na nim dla każdéj linii dwa punta, to jest *F g*, oraz *H i*; łącząc przeto te punkta linijami prostemi, linije *F g*, *H i*, będą obrazem linij danych. Spuściwszy z punktu celnego *P* pionową do *R* i poprowadziwszy *S R*, którą przedłużam upodobalnie np. do *K*,— linija *S K* jest także równoległą tak do linji *O P*, jakoteż do danych linji *F G*, *H J*. Punkt *K* przeniesiony na obraz pada na pionową *P R* w punkcie *k*. Przedłużając dostatecznie linije *F G*, *H i*, widzimy, iż się schodzą w punkcie celnym *P*. Mamy więc przekonanie, iż linije proste na płaszczyznie stanowiska do podstawy prostopadłe, schodzą się z sobą na horyzoncie w punkcie celnym.— A że oś widzenia, czyli promień oczny *O P*, jest do danych linij równoległy, przeto mamy przekonanie, iż linije równoległe poziome, do podstawy obrazu prostopadłe, schodzą się z sobą na horyzoncie w tym punkcie, przez który przechodzi promień oczny do tych linij równoległy, — to jest w punkcie celnym.

3. Zadanie fig. 8. Dane są (domyślamy się, na płaszczyznie stanowiska) linije *E F*, *G H*, równoległe do podstawy; mamy takowe narysować. Przeniosłszy punkta *E*, *F*, *G*, *H*, do *e*, *f*, *g*, *h*, i połączywszy takowe odpowiednio linijami prostemi, otrzymamy linije *e f*, *g h*, które jak widzimy, są także do podstawy równoległe. Mamy więc przekonanie, iż linije poziome do podstawy równoległe, dają na obrazie takie same linije, to jest do podstawy, a tém samém do horyzontu także równoległe. Linije te lubo niewłaściwie, będziemy dla skrócenia wyłącznie nazywali „poziome.“

4. Zadanie.— Na obrazie fig. 9 narysować linije dane *F G*, *H K*, do podstawy pod jakimkolwiek kątem nachylone, dla łatwiejszego wykreślenia których przyjmujemy, iż do téj podstawy w punktach *F H* dochodzą. Przeniosłszy punkta *G*, *K* do *g*, *k* na obraz, połączywszy *F* z *g*, oraz *H* z punktem *k* linijami prostemi — linije *F g*, *H k* są obrazem danych linij. Przedłużywszy takowe dostatecznie, widzimy iż się schodzą na horyzoncie w punkcie *L*. Aby się przekonać, że przez ten punkt *L* przechodzi także promień oczny do tych linij równoległy, wyprowadzam z *S* liniję upodobalnéj długości do danych linij równoległą, na któréj obieram punkt dowolny *W*, który przeniesiony na obraz, daje punkt *w*; linija *r w* jest obrazem linji *S W*. Przedłużając pioniową *r w* dostatecznie, takowa trafia także punkt *L*. A że *O L* jest równoległą do *S r*, a tém samém także do danych linij *F G*, *H K*, przeto i tutaj wykreślenie nas przekonywa, że linije na płaszczyznie stanowiska leżące, a zatém poziome, do podstawy pod jakimkolwiek kątem nachylone, schodzą się z sobą na horyzoncie w tym punkcie, przez który przechodzi promień oczny do tych linij równoległy.

Punkt, w którym się linije do podstawy nachylone schodzą na horyzoncie, nazywamy punktem wypadkowym.

Widzimy z poprzedzającego, iż wszelkie linije do siebie równoległe, leżące na płaszczyznie stanowiska, które nie są do podstawy równoległe, schodzą się z sobą na horyzoncie w jednym punkcie. Linije więc schodzące się na horyzoncie, są perspektywicznie do siebie równoległe. Linije zaś poziome do podstawy równoległe, są na obrazie geometrycznie do siebie równoległe.

Powiedzieliśmy wyżéj (fig. 6), iż promienie oczne idące do punktów oddaleń, tworzą z horyzontem i z podstawą kąty mające po 45°; a że linije do siebie równoległe schodzą się na horyzoncie w jednym punkcie, przeto łatwo pojmujemy, iż wszystkie linije na obrazie idące do punktów oddaleń, są do podstawy pod kątem 45° nachylone. Własność ta punktów oddaleń, iż linije do nich idące tworzą z podstawą kąty mające 45°, jest bardzo ważną; gdyż za ich pomocą możemy z łatwością narysować trójkąty prostokątne równoramienne, a tém samém długość jednego boku przenieść na drugi jego bok przy kącie prostym.

Dobrze jest umieć rysunek perspektywiczny narysować geometrycznie, co w wielu przypadkach bardzo ułatwia zrozumienie rozmaitych wykreśleń.— Tak np. na obrazie fig. 10 dany jest punkt celny *P* i punkta oddaleń *M* i *N*, i do nich poprowadzone linije; mamy takowe narysować geometrycznie.— Wszystkie punkta na podstawie oznaczone *C*, *A*, *a*, *R*, *b*, *B*, przenoszę na liniję *C B* do podstawy równoległą. Linije do punktu celnego idące narysuję pod kątem prostym; idące po punktów oddaleń *M*, *N*. narysuję odpowiednio pod kątem 45°. A tak trójkąty $A\,1\,b$, $C\,2\,R$, $b\,3\,B$ na obrazie, równe są takim samym trójkątom geometrycznym, w których widzimy, iż boki $A\,1$ i $A\,b$, $C\,R$ i $R\,2$, oraz $b\,B$ i $B\,3$, są sobie równe.— Zrozumiawszy dobrze własność linij do punktów oddaleń i do punktu celnego idących, łatwo rozwiążemy następujące zadanie.

5. Zadanie fig. 10. Dany jest punkt celny P i punkta oddalenia M, N: mamy na linijach $A\,P$, $R\,P$, $B\,P$, odmierzyć kolejno długości $A\,b$, $C\,R$ i $b\,B$. Poprowadziwszy linije od danych punktów b, C odpowiednio do M i N, otrzymamy przecięcia 1, 2, 3, które na linijach do P idących, odcinają długości równe danym $A\,b = A\,1$, $R\,2 = C\,R$, $B\,3 = b\,B$, jako boki trójkątów prostokątnych równoramiennych.

6. Zadanie fig. 11. Dany jest na obrazie horyzont, punkt celny P, punkta oddalenia M, N, i linije $A\,P$, $B\,P$: mamy na nich odmierzyć daną długość 1, 2.— Zrobiwszy $A\,m$ i $B\,n$ równe danej długości 1, 2, prowadzę od m i n do punktów oddaleń, które dają przecięcia 1, 2, a odcięte długości $A\,1$, $B\,2$, równe są danej długości 1, 2.

7. Zadanie fig. 12. Na obrazie dana jest linija $C\,D$ do podstawy równoległa; mamy na niej od punktu C, odmierzyć długości równe danym, na podstawie oznaczonym punktami 1, 2, 4, 5. Prowadzę od 1 przez C do horyzontu do x, od x do 2, 4, 5; linije poprowadzone, dają przecięcia 3, 6, 7, które zadosyć czynią żądaniu. Linije do x idące, jako schodzące się w jednym punkcie na horyzoncie, są do siebie równoległe; $C\,D$ jest równoległą do podstawy, a równoległe przecięte równoległemi, dają długości odcięte równe; ztąd $C\,3 = 1,\,2$; — $3,\,6 = 2,\,4$; $6,\,7 = 4,\,5$. Z poprzedzającego zadania widzimy, iż jeżeli dane na podstawie długości 1, 2 — 2, 4 — 4, 5 są sobie równe, nateczas i odcięte na linji $C\,D$ części, są sobie geometrycznie równe; i w takim razie dosyć jest odmierzyć $C\,3$, i długość tę geometrycznie przenieść do 6, 7.— To samo się rozumie, gdyby długości dane, na podstawie oznaczone, były między sobą nierówne, lub w pewnym do siebie stosunku.

Rozwiązanie poprzedzających zadań było łatwe, z powodu iż na obrazie dana była całkowita odległość, czyli punkta oddalenia. Lecz jeżeli jak zwykle na obrazie dana jest tylko część tego oddalenia np. $^1/_2$, $^1/_3$ i t. d., nateczas postępowanie jest wprawdzie łatwe, lecz wymaga dzielenia danych długości na tyle części równych, jaką część oddalenia mamy na obrazie. Postępowanie to wyjaśnia nam fig. 13, w której linija $A\,B$ niech nam wystawia połowę horyzontu, punkt A punkt oddalenia, B punkt celny. Spuściwszy z B pionową $B\,C$ i z punktu C poziomą $C\,D$, nateczas podług poprzedzającego wiemy, iż aby na prostopadłej $B\,C$ odmierzyć długość równą $C\,D$, potrzeba od D poprowadzić liniję do A, punktu oddalenia, a część odcięta $C\,E$, będzie równą $C\,D$. Nie mając tego punktu oddalenia A, lecz tylko pewną część długości $B\,A$, np. $^2/_3$ lub $^1/_3$ część, potrzeba także na linji $C\,D$ wziąść taką samą część. Jeżeli mam tylko $^1/_3$ oddalenia to jest $^1/_3\,A\,B$, wtenczas biorę także $^1/_3\,C\,D$ i łączę punkt 1 z punktem $^1/_3$. Jeżeli mam $^2/_3$ długości $A\,B$, to jest $B\,^2/_3$ — dzielę $C\,D$ na 3 części równe i z punktu 2 prowadzę do $^2/_3$, a poprowadzone linije dadzą mi ten sam punkt E. Zgoła, jaką mamy część oddalenia na obrazie, taką też część należy wziąść na danej długości na podstawie, lub na linii do niej równoległej oznaczonej; a odetniemy na linii do punktu celnego idącej tę samą długość.

8 Zadanie fig. 14. Na obrazie dany jest punkt celny P i połowa oddalenia $0/_2$. Mamy na linii $A\,P$ odmierzyć długość daną d. Podług poprzedzającego, przenoszę na podstawę połowę danej długości od A do 2, a poprowadzona od 2 do $0/_2$ odetnie długość $A\,a$, równą d.

Uwaga. Chcąc tę samą długość dalej od a ku P przenieść, można albo na podstawie odmierzyć długości równe $^1/_2\,d$, jak np. do 3, i od tych punktów prowadzić do $0/_2$, albo też poprowadziwszy od 2 do P, położyć przez a poziomą, i na niej geometrycznie przenieść $a\,e$ do $h\,i$, i pukta te połączyć z $0/_2$.

9 Zadanie fig. 15. Dana jest figura prostolinijna $a\,b\,c\,d$, w której kąty przy $a\,d$ są proste; mamy ją przenieść na obraz od puktu A danego na podstawie, gdy dana jest tylko połowa oddalenia, $0/_2$. Robię $A\,D = a\,d$, $A\,2 = {}^1/_2\,a\,b$, i prowadzę od A do P, od 2 do $0/_2$, która daje B; a tak $A\,B = a\,b$; prowadzę $D\,P$, robię $D\,3 = {}^1/_2\,d\,c$, a linija $3\,0/_2$ daje punkt C; $D\,C = d\,c$. Połączywszy punkta B i C liniją prostą, figura $A\,B\,C\,D$ równa jest danej $a\,b\,c\,d$. Gdybyśmy mieli figurę tę $a\,b\,c\,d$, przenieść na obraz od punktu E, na linii poziomej $E\,F$, poprowadzimy od P przez E do e, odmierzymy na podstawie od puktu e, te same długości jak poprzednio do punktów f, g, h, od których poprowadzone do P dają k, l, i, linije $k\,0/_2$ i $0/_2$ dokończą żądany czworobok. Ponieważ linije $e\,P$, $f\,P$, $g\,P$, $h\,P$, są do siebie równoległe, przeto też $E\,k = e\,f$, $E\,l = e\,3$, $l\,i = g\,h$.

10 Zadane fig. 16. Na obrazie dane jest całkowite oddalenie, mamy na linijach $a\,b$, $c\,d$ do podstawy równoległych narysować kwadraty. Wiemy, iż w kwadracie przekątnia połowi kąty proste, przez których wierzchołki przechodzi, czyli tworzy kąty po 45° mające, i tworzą się trójkąty prostokątne równoramienne. Poprowadziwszy więc od końców linij danych do P i przekątnie $d\,0$, $a\,0$, otrzymamy e, h, przez które położywszy poziome, otrzymamy żądane kwadraty $c\,d\,f\,e$, $a\,b\,h\,g$. Gdybyśmy mieli pod liniją $c\,d$ narysować kwadrat, przedłużymy dostatecznie $P\,c$, $P\,d$, a linija $0\,c$, daje i, przez który położona pozioma uzupełnia żądany kwadrat $k\,c\,d\,i$, gdyż $c\,d = d\,i$, kąty przy c, d, i, k, są proste.

11. Zadanie fig. 17. Na obrazie dana jest tylko $^1/_4$ oddalenia $(0/_4)$; mamy na danej linii $a\,c$, narysować kwadrat. Robię $a\,b = {}^1/_4\,a\,c$, i prowadzę od b do $0/_4$, która przecina $a\,P$ w f; przez punkt f kładę poziomą aż do przecięcia się z liniją $c\,P$ w punkcie d. Figura $a\,f\,d\,c$, jest żądanym kwadratem.

Można także zrobić $c\,g = \frac{1}{4}\,a\,c$, i prowadzić od *g* do $0/_4$ po prawéj stronie.

12. Zadanie fig. 18. Od punktu *a*, mamy na linii *a b*, równoległéj do horyzontu, odmierzyć długość *m n*, większą niż podstawa obrazu. Daną długość *m n*, dzielę na upodobalną liczbę części równych np. na 3; od któregokolwiek punktu na podstawie, np. od *A* odmierzam $A\,1 = \frac{1}{3}\,m\,n$. Prowadzę od *A* przez *a* aż do horyzontu do *x*; połączywszy *x* z punktem 1, otrzymam przecięcie *c*, które daje $a\,c = A\,1\ \frac{1}{3}\,m\,n$. Długość tę *a c*, przenoszę dwa razy do *d*, a tak $a\,d = m\,n$. Można także zadanie to wykonać, dzieląc wysokość horyzontu np. na 3 części równe i prowadząc przez punkta podziałowe linije poziome 1. 1 — 2. 2. Od punktu *f* na linii 1. 1 dogodnie obranego, odmierzam $f\,4 = \frac{1}{3}\,m\,n$; prowadzę od *f* przez *a* do *x*, a linija 4 *x* daje długość $a\,d = m\,n$, o czém się łatwo przekonywamy przedłużając *x* 4 aż do przecięcia się z przedłużoną podstawą, gdyż odcięta część, mierząc od *A*, będzie równa *m n*.

13. Zadanie fig. 19. Daną na obrazie liniję *f g* równoległą do horyzontu, mamy zmierzyć. Od obranego na horyzoncie punktu *x*, prowadzę przez *f* i *g* do podstawy do *h, i*; a tak $h\,i = f\,g$. Ponieważ wysokość horyzontu *P R*, podług poprzedzającego ma stóp 5, przeto zrobiwszy z téj wysokości podziałkę, będziemy mogli nią zmierzyć długość linii *h i*, a tém samém liniję *f g*. — Również mając na linii *i P*, a zatém idącéj do punktu celnego *P*, zmierzyć długość daną *i k*, poprowadzę od $0/_2$ przez *k* do *l*, a długość *i l* dwa razy wzięta, zmierzona wspomnioną podziałką, wyrazi długość linii *i k*. Gdybyśmy na linii *i P*, mieli odmierzyć daną długość *h i*, natenczas mając tylko połowę oddalenia, połowię także *h i* w punkcie *l*, a linija *l* $0/_2$ da przecięcie *k*; *i* będzie: $k\,i = h\,o$. Lecz mając zmierzyć liniję ukośną *a b*, potrzeba, albo użyć punktu dzielącego, o którym niżéj mówić będziemy, albo zrobić geometryczne wykreślenie, które jest następujące: Przez *a* kładę poziomą aż do przecięcia się z liniją od $0/_2$ przez *b* poprowadzoną w punkcie *c*; od *P* przez *b* poprowadzona linija daje punkt *d*. Ponieważ mamy tylko połowę oddalenia ($0/_2$), przeto $b\,d = 2\,d\,c$. Z punktu *d* wyprowadzam pionową i robię na niéj $d\,f = 2\,d\,c$; łącząc *f* z punktem *a*, utworzy się trójkąt *a f d*, który jest równy perspektywicznemu trójkątowi *a b d*, gdyż kąty przy *d* są proste, bok *a d* wspólny i $b\,d = d\,f$ z wykreślenia, a zatém i bok $a\,f = a\,b$. Chcąc wiedzieć ile stóp, cali i t. d., linija *a f* zawiera, podzielimy wysokość horyzontu nie *P R* lecz *O S* na 5 części równych i zrobioną podziałką zmierzymy liniję *a f*.

§ 6. Rysowanie linij równoległych. Wiemy iż linije poziome do siebie równoległe, do podstawy prostopadłe, schodzą się w punkcie celnym; do siebie równoległe, pod jakimkolwiek kątem do podstawy nachylone, schodzą się z sobą na horyzoncie w punkcie wypadkowym; linije zaś do horyzontu a tém samém do podstawy równoległe, są do siebie geometrycznie równoległe. Poprowadzenie więc linij równoległych do takich linij, które na obrazie dochodzą do horyzontu, lub są do niego równoległe, żadnéj nie ma trudności. Mając np. do *h x*, fig. 19, przez punkt *g* poprowadzić równoległę, poprowadzimy od *x* przez *g*, a linija *x g* jest do *h x* równoległą. Gdybyśmy na téj samej figurze mieli przez jakikolwiek punkt poprowadzić równoległę do *a c* lub *f g*, narysujemy liniję geometrycznie do nich równoległą przez dany punkt przechodzącą. Lecz gdy dana linija nie idzie do horyzontu na obrazie, lecz trafia go na przedłużeniu, za obrazem, a horyzontu przedłużyć nie możemy—rysowanie linij równoległych właściwego sobie wymaga wykreślenia. Ponieważ linije perspektywicznie do siebie równoległe schodzą się z sobą na horyzoncie w jednym punkcie, przeto ich oddalenie od siebie staje się coraz mniejsze. Wszelkie więc wykreślenia mają na celu, zmniejszanie to w pewnym punkcie oznaczyć, przez który równoległę prowadzić należy. Z licznych przypadków przejdziemy tylko te, które się częściéj w wykonywaniu rysunków zdarzają.

14. Zadanie fig. 20. Przez punkt *c*, poprowadzić równoległę do *a b*, gdy horyzontu *M N* przedłużyć nie można. Z punktu *c* wyprowadzam pionowę *c f* i kładę przez *c*, oraz przez *f*, poziome upodobalnéj długości *f h*, *c n*; przez *h* spuściwszy pionową, która daje *n*, prowadzę od *h* do horyzontu upodobalną *h x*, i liniję *x n*. Z punktu *l*, przecięcia linii *h x*, z daną *a b*, spuszczam pionową, która daje na *x n*, przecięcie *r*. Linija *c r*, jest żądaną równoległą do *a b*. Wykreślenie to, jak wyżéj nadmieniliśmy, polega na oznaczeniu zmniejszenia się oddalenia linij od siebie. W punkcie *c*, oddalenie od linii danéj *a b*, jest *c f* równe *h n*; dla punktu *l* oddalenie to perspektywiczne równe jest *l r*, linije bowiem *h x*, *n x* są do siebie równoległe. Przecięte równoległemi *h n*, *l r*, dają długości równe; ztąd $l\,r = h\,n$. A zatém przez punkt *r* musi przechodzić linija do *a b* równoległa przez *c* poprowadzona. Ponieważ w innych także wykreśleniach zasada jest ta sama, przeto każdy potrafi sobie wykreślenie objaśnić — i dla tego przy następnych przykładach objaśnienie to pomijam.

15. Zadanie fig. 21. Z punktu *c*, leżącego nad daną liniją *a b*, wyprowadzić do niéj równoległą, gdy horyzontu *M N* przedłużyć nie można. Spuściwszy z *c* pionową *c a*, kładę przez *c* i *a* poziome; z dowolnie na horyzoncie obranego punktu *f* spuszczam pionową, która daje punkta *e, d, b*. Od *d* i *b* prowadzę do *x* na horyzoncie; linija *d x* przecina *c e* w *g*. Prowadzę więc od *f* przez *g* i otrzymam punkt *h*. linija *c h* jest żądana równoległą. Tu *różnica* oddalenia *d b*, równa jest takiejże *różnicy*: *h g* dla punktu *g*.

16. Zadanie fig. 22. Przez punkta *c, d, e*, dane na podstawie, poprowadzić równoległe do danéj linii *a b*. Przedłużam *a b* do podstawy do *f*; od *f* prowadzę do upodobanego punktu *x* na horyzoncie, i od niego do danych punków *c, d, e*. Przez punkt *h* kładę poziomą *h g*,

Tab. II.

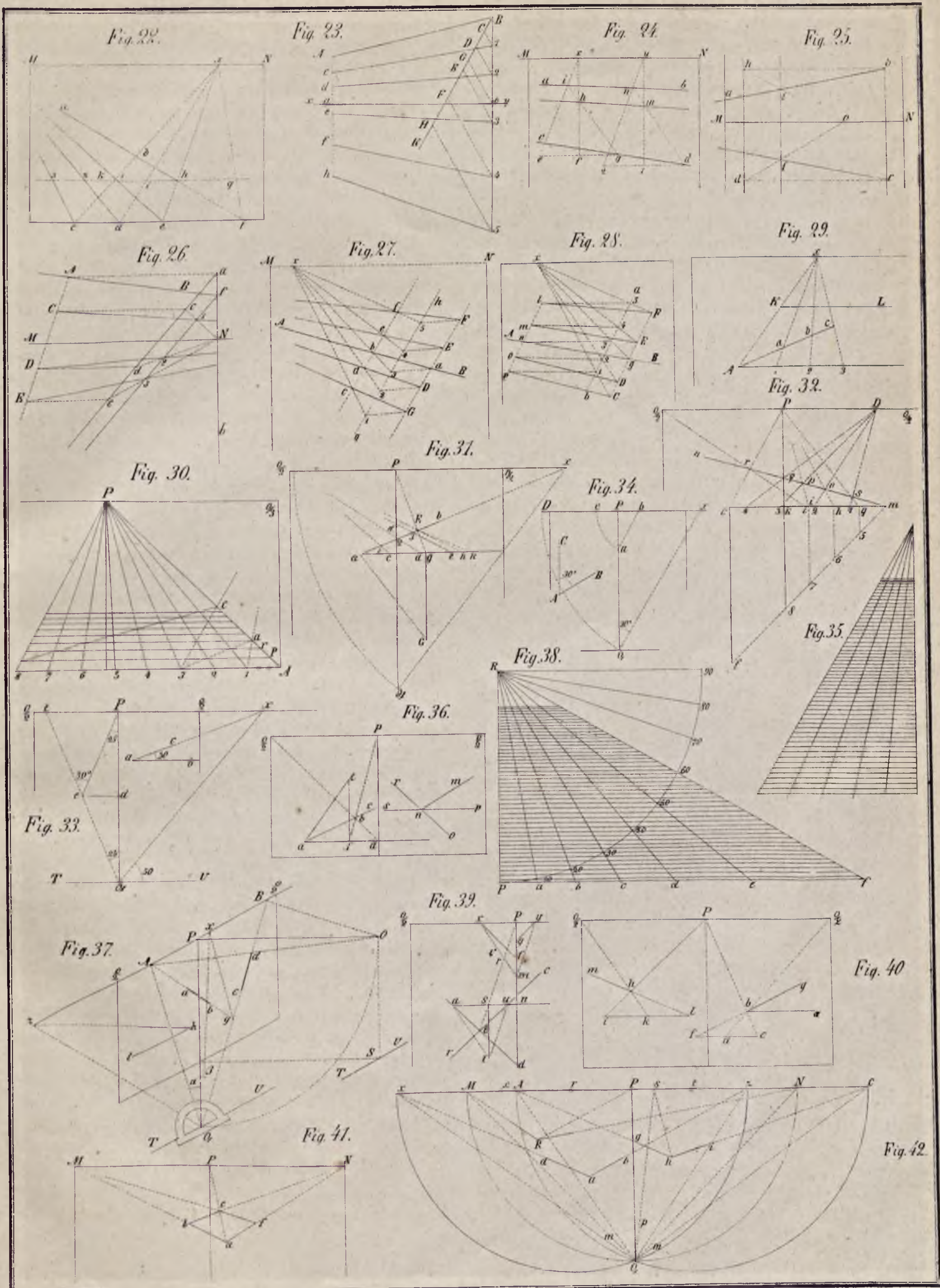


Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40
Fig. 41.
Fig. 42.

która przedłużona daje *i, k;* od punktu *h* na linji *a f* położonego odmierzam *h* 1 = *h g;* 1 2 = *h i,* 2 3 = *i k.* Poprowadzone od *c, d, e* przez 3. 2. 1. dają linije do *a b* równoległe.

17. Zadanie fig. 23. Dany jest horyzont *x y* którego przedłużyć nie można; nad nim linija *A B* do której przez punkta *c, d, e f h,* leżące na jednéj linii *A h,* poprowadzić równoległe. Linija *A h* przecina horyzont w *g;* z punktu *B* prowadzę *B* 5 równoległą de *A h,* oraz liniję *B K* pod jakimkolwiek kątem nachyloną; przenoszę na nią od *B,* geometrycznie punkta *c, d, g, e, f, h* do *C, D, G, E, F, H,* i łączę punkt *G* z punktem *o* na horyzoncie i na *B* 5 leżącym, liniją prostą, i od niej prowadzę przez oznaczone punkta, geometrycznie równoległe, które dają punkta 1, 2, 3, 4, 5. Łącząc takowe z odpowiedniemi punktami danemi, będziemy mieli linije do *A B* równoległe.

18. Zadanie fig. 24. Dane są dwie linije *a b, c d,* do siebie równoległe; mamy pomiędzy niemi poprowadzić trzecią w równéj od nich odległości. Z punktów *d, g* dowolnie na linii *c d* obranych, wyprowadzam poziome *g e, d* 2, które w punktach *f,* 1, połowię i wyprowadzam pionowe 1 *y, f x.* Od *x* prowadzę do *e,* od *y* do 2, które dają przecięcia *i, n,* a poprowadzone *i g, n d,* dają *h, m,* które są punktami szukanéj linii równoległéj, w równém oddaleniu od *a b, c, d.*

19. Zadanie fig. 25. Nad horyzontem *M N* którego przedłużyć nie można, dana jest linija *a b;* pod nim punkt *c,* przez który mamy poprowadzić równoległę do *a b.*— Z punktu danego *c,* wyprowadzam pionową *c b,* przez *b,* i *c,* kładę poziome upodobalnéj długości i spuszczam pionową, która na poziomych daje przecięcia *h, d.* Od punktu *o* dowolnie na horyzoncie obranego, prowadzę *o h, o d* i otrzymam przecięcie *i* na linii *a b.* Przez punkt *i* spuszczam pionową, która na linii *o d* daje punkt *f,* przez który poprowadzona linija *c f* jest do danéj *a b* równoległą.

20. Zadanie fig. 26, Nad horyontem *M N,* którego przedłużyć nie można, dana jest linija *A B,* do której mamy poprowadzić równoległe przez punkta *C, D, E,* leżące na jednéj linii prostéj. Przedłużona *C E* przecina daną liniję w punkcie *A*; przez *A, C, D E,* kładę poziome, a na poprowadzonéj z *A,* obieram upodobalny punkt *a,* z którego spuszczam pionową *a b;* prowadzę oraz pochyłą *a e,* która daje przecięcia *c, d, e,* które łączę z punktem *N.* Pionowa *a b* przecina daną *A B* w punkcie *f,* przez który prowadzę równoległą do *a e,* a otrzymane przecięcia 1. 2. 3, są punktami, przez które należy poprowadzić linije od punktów danych. Linije *C* 1. *D* 2. *E* 3, są do *A B* równoległe.

21. Zadanie fig. 27. Przez punkta *G, D, E, F,* leżące na jednéj linii prostéj, poprowadzić do *A B* równoległe. W upodobalném oddaleniu prowadzę do *G F* geometrycznie równoległą *g h.* Z punktów danych oraz z przecięcia *a* na linii *A B* prowadzę poziome do 1. 2. 3. 4. 5. Z punktu 3, należącego do poziomej przez *a* położonéj, prowadzę do horyzontu, do *x,* która przecina *A B* w punkcie *b;* przez *b* kładę geometrycznie równoległą do *g h,* którą przecinają od 1. 2, 4. 5 do *x* poprowadzone w *c, d, e, f.* Linije *F f, E e. D d, C c,* są do danéj *A B* równoległe.

22. Zadanie fig. 28. Poprzedzające zadanie można także następującym sposobem rozwiązać. Do danej *A B* mamy przez *C, D, E, F* leżące na jednéj linii prostéj, poprowadzić równoległe. Liuija *C F* przecina *A B* w punkcie *g;* od *C, d g E F* prowadzę do *x* na horyzoncie, a upodobalna do *C E* równoległa daje przecięcia 1. 2, 3, 4, 5. Z punktu 3 leżącego na *x g,* prowadzę poziomą, która przecina *A B* w *n;* przez *n* kładę równoległą do *C F,* a przez 1, 2, 4, 5 poziome, które dają *l, m, o, p.* Linije *C p, D o, E m, T l,* są do danéj *A B* równoległe.

§ 7. Dzielenie linij prostych.

Wiemy, iż linije do podstawy obrazu równoległe, dzielimy na części równe geometrycznie, mając na nich oznaczoną jedną część. Mając na linii nieograniczonéj *KL* (igf. 29) do podstawy równoległéj od punktu *K* odmierzyć dane na podstawie długości *A* 1, —1, 2 — 2, 3 — poprowadzimy od *A* przez *K* do *x* na horyzoncie, a poprowadzone od *x* do punktów podziałowych, 1, 2, 3 odetną na *K L* długości odpowiednio równe długościom danym na podstawie; linije bowiem schodzące się na horyzoncie w *x* są do siebie równoległe. Ponieważ punkt *x* jest tutaj przypadkowy i może być dowolnie obrany, jeżeli punkt *A* na podstawie nie jest dany—przeto widzimy, że dla linij do podstawy równoległych, każdy punkt na horyzoncie może być punktem dzielącym, to jest takim, od którego poprowadzone linije do punktów na podstawie lub na linii do niej równoległéj, oznaczonych, odcinają na linii danéj długości równe danym. Długości te mogą być sobie równe jak *A* 1—1, 2 — 2, 3 na fig. 29, albo nierówne, albo też w pewnym do siebie stosunku; zawsze wykreślenie jest to samo. Wiemy daléj, iż linije do punktu celnego idące, są do podstawy prostopadłe; linije zaś idące do punktów oddaleń, są do podstawy pod kątem 45° nachylone, tworzą więc z pierwszemi trójkąty prostokątne rownoramienne. Długości więc na linijach do punktu celnego idących, odcięte linijami idącemi do punktu oddalenia, zawsze są równe długości linii poziomej między temi linijami zawartéj. Dla linij więc do podstawy prostopadłych, punkta oddalenia są punktami dzielącemi, jak to już na fig. 10, 11 i następnych okazaliśmy. Jak postąpic należy, gdy na obrazie mamy tylko część oddalenia, objaśniają fig. 13, 14. 15, 16.— Wielka zachodzi różnica między dzieleniem jakiejkolwiek linii na części równe lub w pewnym do siebie stosunku, a odmierzeniem na nich pewnéj, oznaczonéj długości. Tak np. liniję *A c* fig. 29 podzielimy na 3 części równe, zrobiwszy 3 upodobalne długości sobie równe, na podstawie od *A* do 1, 2, 3, i poprowadziwszy od 3 przez *c* do *x,* od *x* do 2, 1. Odcięte części *A a, a b, b c,* są sobie równe, lecz nie znamy ich długości, jakkolwiek długości *A* 1 i t. d. na podstawie dają się zmierzyć podziałką, zrobioną z wysokości horyzontu. Dla linij do horyzontu równoległych, każdy punkt na horyzoncie może być punktem dzielącym; dla linij do punktu celnego idących, punkta oddalenia są punktami dzielącemi. Tak też linije pochyłe, to jest idące do punktów wypadkowych, mają swoje punkta dzielące, które zaraz poznamy, a za pomocą których odmierzamy na linijach pochyłych, oznaczone długości.

Jeżeli na linii do punktu celnego idącej, mamy odmierzać małe długości, a obok tego część tylko oddalenia jest dana, postępuje się w następujący sposób: Na obrazie fig. 30 dana jest $1/3$ oddalenia ($o/_3$); mamy na linii *A P* odmierzyć, poczynając od punktu *A*, długości równe *A* 1.— Potrzebaby podzielić *A* 1 na 3 równe części i od punktów podziałowych prowadzić do $o/_3$; lepiéj więc jest wziąść całą długość *A* 1, od 1 poprowadzić do $o/_3$, która daje punkt *a* ztąd *A a* = 3 *A* 1; prowadzę więc od *a* do 3 jakby przekątnię i od 1, 2, do *P*, a przez otrzymane przecięcia na *a* 3 kładąc poziome, otrzymamy żądane długości na *A P*. w punktach *p r*.— Tym samym sposobem postępuje się dalćj, chcąc na *A P* więcéj podziałów oznaczyć. Poprowadzona od 3 do $o/_3$ daje *c*; prowadząc przekątnię od *c* do punktu podziałowego 9, i od 3, 4, 5 i t. d. do *P*, otrzymamy na *c* 9 przecięcia, przez które kładą się poziome, a te dają żądane podziały na *A P*. Sposób ten nazywamy dzieleniem za pomocą przekątni, który przy rysowaniu posadzek często znajduje zastosowanie.

Chcąc liniję ukośną, to jest do podstawy pod jakimkolwiek kątem nachyloną, dzielić na części pewnéj długości, czyli odmierzyć na niéj długości dane, potrzeba oznaczyć na horyzoncie odpowiedni punkt dzielący, to jest taki, od którego poprowadzone linije, żądaniu zadosyć uczynią.

Do tego służy trójkąt równoramienny; wiemy bowiem, iż w takim trójkącie linije do podstawy równoległe odcinają na bokach równych, części sobie równe. Na figurze 31, możemy nietylko horyzont dostatecznie przedłużyć, ale także na pionowéj osi oznaczyć punkt pomocniczy *O* 1, czyli całkowite oddalenie. Mamy dla linii *a b* znaleść punkt dzielący. Przedłużając daną *a b* do horyzontu, do *x* i przenosząc długość *O* 1 *x* na horyzont od *x* do *D*, utworzył nam się trójkąt równoramienny *D x O* 1, i punkt *D* będzie dla linii *a b* punktem dzielącym. Jeżeli z punktu *a* poprowadzimy poziomą i zrobimy *a E* = *a h*, a tém samém utworzymy trójkąt równoramienny, którego bok *a h* jest do *D x* równoległy, jasną jest rzeczą, iż prowadząc do podstawy *E h* równoległe, te odetną na bokach *a E*, *a h* części, równe długościom danym, oznaczonym na linii poziomej *a h*.

23. Zadanie fig. 31. Na linii *a b*, odmierzyć dane długości *a c*, *c d*, *d e*, od punktu danego *a*.— Obrawszy na danéj *a b*, jakikolwiek punkt *E*, prowadzę przez niego od *P* do *g*, również od $o/_2$ przez *E* do *k*; ztąd *E g* = 2 *g k*. Pod lub nad liniją *a g*, rysuję trójkąt prostokątny, robiąc w nim *g G* = 2 *g k*, a tak trójkąt *a G g* równy jest trójkątowi *a E g*; zrobiwszy przeto *a h* = *a G*, będziemy mieli trójkąt równoramienny *a E h*, i poprowadzona od *h* przez *E* do horyzontu, da punkt dzielący *D*. Poprowadziwszy przeto od *D* do punktów *c*, *d*, *e* linije proste, otrzymamy na danéj linii *a b* długości *a* 1,—1, 2, —2, 3, równe danym *a c*, *d e* i t. d. Ponieważ szczegół ten jest bardzo ważny, przeto też rozmaite wynajdywano sposoby rozwiązania, z których niektóre jeszcze podamy.

24. Zadanie fig. 32. Od punktu *m*, mamy na linii *m n*, odmierzyć długości oznaczone na linii pozioméj, przez *m* poprowadzonéj w punktach 1, 2, 3, 4.— Przez punkt *r*, dowolnie na *m n* obrany prowadzę od *P* i od $o/_2$ które dają *c*, *l*; ztąd *r c* = 2 *r l*. Z punktu *c* spuszczam pionową robiąc na niéj *c f* = 2 *c l*; łączę *f* z punktem *m*, liniją prostą; a tak trójkąt *c f m*, równy *c r m*. Na liniję *f m* od punktu *m*, przenoszę dane długości do 5, 6, 7, 8, z których wyprowadzam pionowe, czyli do *c m* prostopadłe, które dają *g*, *h*, *i*, *k*; od nich poprowadzone do *P* dają na *m n* przecięcia *s*, *o*, *p*, *q*, odcinające części, równe danym długościom *m* 1, —1, 2, i t. d., co z równości pojedynczych trójkątów wynika. Jeżeli wykreślenie dobrze wykonaném zostało, natenczas linije od 1, 2, 3, 4, przez *s*, *o*, *p*, *q*, odpowiednio do horyzontu poprowadzone, zejdą się w jednym punkcie *D*, który jest punktem dzielącym dla linii *m n*.

25 Zadanie fig. 33. Jeżeli znany jest kąt, pod którym dana linija, którą dzielić chcemy, nachyloną jest do linii poziomej, a tém samém do podstawy, można następującym sposobem znaleść punkt dzielący.

a), Jeżeli horyzont i oś dostatecznie przedłużyć można.— Dana jest linija (fig. 33) *a c*, która z liniją *a b* do podstawy równoległą tworzy kąt np. 50°. *P O* 1, jak wiadomo, jest całkowite oddalenie; przez *O* 1 kładę poziomą, *O* 1 *U*, i za pomocą przenośnika rysuję kąt *U*, *O* 1, *x* równy 50°, przedłużona też *a c*, na ten punkt *x* trafić powinna. Robię na horyzoncie *x t* = *x O* 1, a punkt *t* jest punktem dzielącym, jak to poprzednio wykazaliśmy. Jeżeli horyzontu do *x* przedłużyć nie można, rysuję przy *O* 1 kąt *P O* 1 *t* równy połowie kąta *c a b*, to jest kąt 25° mający a punkt *t* jest punktem dzielącym.

b). Jeżeli ani horyzontu ani osi przedłużyć nie można, lecz na osi pewną tylko część np. połowę oznaczyć możemy, tak iż *P d* równe połowie oddalenia, wyprowadzam z *d* poziomą (do *P d* prostopadłą); przy *P*; rysuję kąt 25°, którego drugie ramię daje przecięcie *e*. Przy *e P* z punktu *e*, rysuję kąt mający 50°, a drugie jego ramię da na horyzoncie punkt dzielący *t*.

26. Zadanie fig. 34. Dana jest linija *A B*, do której mamy znaleść punkt dzielący; kąt jaki ta linija tworzy z osią pionową, jest znany. Dajmy, iż kąt ten *C A B* ma 30°. Jeżeli na osi mogę oznaczyć punkt pomocniczy, rysuję kąt *P O* 1 *x* mający 30°; długość *O* 1 *x* przenoszę na horyzoncie do *y*, a tak *y*, jak już z poprzedzającego

wiemy, jest punktem dzielącym dla linii $A\ B$. Jeżeli zaś ani horyzontu ani osi przedłużyć nie mogę, lecz na pionowéj osi tylko część np. $\frac{1}{4}$ oddalenia oznaczyć, którą częścią niech będzie $P\ a$, rysuję kąt $P\ a\ b$ równy danemu, to jes 30^0 mający; długość $a\ b$ przenoszę na horyzont od b do c. Długoś $P\ c$ cztery razy wzięta daje punkt dzielący D.

Ponieważ często wypada dzielić geometrycznie na pewną liczbę części równych, jużto oddalenie, już też wysokość horyzontu lub inne na obrazie dane linije, przeto bardzo dogodna jest podziałka, jaką przedstawia fig. 35, na któréj jest tylko 5 podziałów, lecz można podług upodobania nietylko ją przedłużyć, ale także na większą liczbę części równych podzielić.

§ 8. O kątach. Już w poprzedzających zadaniach rysowaliśmy trójkąty geometryczne, równe perspektywicznym, a tém samém zrobiliśmy i kąty geometryczne równe perspektywicznym; dla większéj jednakże wprawy, wykreślenie to powtórzymy.

27. Zadanie fig. 36. Na obrazie, którego połowa oddalenia i punkt celny P są dane, mamy zmierzyć kąt $b\ a\ d$, którego ramię $a\ d$ jest do podstawy równoległe, to jest mamy oznaczyć wielkość tego kąta w stopniach, rysując kąt geometryczny jemu równy. Przez dowolnie obrany punkt b, na ramieniu kąta danego, prowadzę od P do f, oraz od $o/_2$ do d, a tak $b\ f = 2\ f\ d$. Z punktu f wyprowadzam pionową (do $a\ d$ prostopadłą), robiąc na niéj $f\ e = 2\ f\ d$, a poprowadziwszy $a\ e$, kąt $e\ a\ f$ równy jest perpektywicznemu $b\ a\ d$, który przenośnikiem zmierzyć można.

28. Zadanie fig. 36, poprzedzającemu odwrotne. Mając w stopniach wyrażony, lub geometrycznie narysowany kąt, narysować przy linii $a\ d$, równoległéj do podstawy, kąt perspektywiczny jemu równy, tak aby punkt a był jego wierzchołkiem. Tym kątem danym niech będzie kąt $e\ a\ d$, którego jedno ramię idzie po linii $a\ d$ i wierzchołek jego pada na punkt a. Z punktu e spuszczam pionową $e\ f$, a mając tylko połowę oddalenia, robię $f\ d$ równe połowie $e\ f$. Poprowadziwszy od f do P i od d do $o/_2$, otrzymam przecięcie b, a poprowadzona $b\ a$, daje kąt perspektywiczny $b\ a\ d$, równy danemu $e\ a\ f$.

Mając zmierzyć (fig. 36) kąt $m\ n\ o$, którego obadwa ramiona są do podstawy nachylone, poprowadzimy przez wierzchołek n, poziomą $s\ p$, i zmierzymy naprzód kąt $m\ n\ p$, a potém kąt $p\ n\ o$, a summa obudwóch da wielkość kąta perspektywicznego $m\ n\ o$. Widzimy jednak, iż tym sposobem wykonane mierzenie kątów, zwłaszcza takich których jedno ramię nie jest do podstawy równoległe, jest mozolne.

Nauka o kątach bardzo jest ważną, i dziwić się trzeba, że w dziełach perspektywicznych albo zupełnie jest pominiętą, albo ledwie dotkniętą, ograniczając się na dwóch poprzednich zadaniach.

Wiemy, iż linije poziome pochyłe, do siebie równoległe, zchodzą się na horyzoncie obrazu w tym punkcie, przez który przechodzi promień oczny do tych linij równoległy. Tak w fig. 37 linija $a\ b$, przedłużona, trafia horyzont w A, promień więc oczny $O\ A$ jest do téj linii równoległy; również linija $c\ d$ przedłużona, trafia horyzont w B, promień więc oczny $O\ B$ jest do téj linii równoległy. Jeżeli więc zmierzymy kąty $A\ O\ P$ i $B\ O\ P$, będziemy wiedzieli, pod jakim kątem linije $a\ b$, $c\ d$ do osi są nachylone. Wystawmy sobie (jak to już przy fig. 6 zrobiliśmy), iż trójkąt $A\ O\ B$ jest ruchomy i daje się na dół opuścić, obracając się przy linii $A\ B$ jakby około osi; aż weźmie położenie pionowe, tak iż punkt oczny O padnie na punkt pomocniczy $O1$, promienie więc oczne $A\ O$, BO wezmą położenie $A\ O1$, $B\ O\ 1$. Poprowadziwszy przez $O\ 1$ linię $T\ U$ do horyzontu $A\ B$ równoległą, i przyłożywszy do niéj przenośnik, zmierzymy wielkość kątów $A\ O1\ P$, oraz $B\ O1P$. A że linije $a\ b$, $c\ d$, są do $A\ O\ 1$ i $B\ O\ 1$ równoległe, przeto będziemy mieli nachylenie tych linij do osi $P\ O\ 1$. Uważając trójkąty $A\ O1\ P$, $B\ O1\ P$, widzimy, iż są przy P prostokątne; zakreśliwszy więc w myśli z punktu $O\ 1$ otwartością $O1\ P$ łuk, linija $A\ P$ jest styczną kąta a, linija PB styczną kąta b. Mając więc narysowane styczne kątów do rozmaitéj długości osi $P\ O\ 1$, łatwą jest rzeczą zmierzyć kąt, jaki dane linije tworzą z osią widzenia. Taką podziałkę stycznych przedstawia fig. 38, którą sobie podług upodobania każdy przedłużyć może. Chcąc téj podziałki użyć, bierze się długość osi w cyrkiel i mierzy od R do P, a linija pozioma odpowiadająca długościom na horyzoncie od punktu celnego mierzonym, da styczne kąta w stopniach wyrażonego. Podziałka taka nie robi się większa jak dla kąta 60^0, gdyż dla większych kątów, przecięcia stycznych z promieniem są niedokładne, jako przecinające się pod kątem bardzo ostrym Gdybyśmy za pomocą stycznych chcieli zmierzyć kąt $A\ g\ B$, jaki tworzą linije $a\ b$, $c\ d$, nie należy wziąść całéj długości $A\ B$ za styczne jednego kąta; lecz należy oddzielnie szukać kąta do stycznéj $A\ P$ i odzielnie do stycznéj $B\ P$. Styczna bowiem kąta mającego np. 50^0 nie jest równa summie stycznych dwóch kątów jednego np. 30^0 i drugiego 20^0, o czém pamiętać należy, gdy ramiona danego kąta mają wypadkowe leżące z obudwóch stron osi.

Widzimy więc, iż prawda ta, że na horyzoncie długości od punktu celnego do wypadkowego, są stycznemi kątów jakie tworzą linije dane z osią widzenia, bardzo ułatwia rysowanie, mierzenie i dzielenie kątów perspektywicznych. Gdy obrazy są mniejszych rozmiarów, można bardzo dogodnie w miejsce przenośnika, użyć wspomnionéj wyżéj podziałki stycznych.— Ponieważ oś tworzy z podstawą, czy obrazu czy stanowiska, kąt prosty, to jest 90^0 mający, przeto znając nachylenie linii do osi, znamy także jéj nachylenie do podstawy, który jest różnicą odciągając kąt dany od 90^0.— Mając na fig. 37 zmierzyć kąt l, h, z, to jest kąt nachylenia do linii równoległéj do podstawy, a tém samém do podstawy stanowiska, zmierzymy na podziałce do promienia $P\ O\ 1$ styczną $P\ z$. Przypuśćmy, iż znajdujemy kąt 60^0, a zatém kąt $l\ h\ z$ jako dopełnienie do prostego, będzie miał 30⁰.— Odwrotnie też, mając przy danéj linii np. $l\ h$ narysować kąt 30⁰, wykonamy to, albo za pomocą przenośnika, przykładając takowy do punktu pomocniczego i rysując kąt $T\ 0\ 1\ z$ mający 30⁰, albo też znajdziemy na podziałce do promienia $P\ 0\ 1$ styczną dopełnienia do prostego, to jest do 60⁰, i przeniesiemy takową od P do z.

29. Zadanie fig. 37. Kąt $a\ g\ d$, jaki tworzą przedłużone linije $a\ b$, $c\ d$, podzielić na dwie części równe, gdy punkt pomocniczy na osi oznaczyć można. Ponieważ linije te dają na horyzoncie długość $A\ B$, przeto kąt jaki z sobą tworzą jest $A\ 0\ 1\ B$, który mierzę przenośnikiem i znajduję iż ma np. 50⁰; odliczam 25⁰ i prowadzę $0\ 1\ x$, a linija $x\ g$ połowi kąt $a\ g\ d$. Chcąc użyć podziałki stycznych szukam kąta do stycznéj $P\ A$, który niech ma 20⁰, kąt do stycznéj $P\ B$ 30⁰, summę tę 50⁰ połowiąc wypada kąt 25_0. Ponieważ $A\ P$ jest styczną kąta 20⁰, przeto szukam stycznéj do 5⁰ i znalezioną długość przenoszę na horyzont od P do x, a linija $g\ x$ połowi kąt $a\ g\ d$.

30. Zadanie fig. 39. Nie mogąc przedłużyć ani horyzontu ani osi, mając daną tylko połowę oddalenia, mamy zmierzyć kąt $a\ b\ c$. Robię $Pm =$ np. $\frac{1}{4}$ oddalenia, a zatém równe połowie $P\ o|_2$, i robię na osi, $P\ f = \frac{1}{4}\ P d$, oraz $P g = \frac{1}{4}\ P n$, i prowadzę przez f geometrycznie równoległą do $a\ d$ przez g, takąż równoległą do $b\ c$, i otrzymam na horyzoncie punkta x, y. Poprowadziwszy od nich do m, albo mierzę przenośnikiem kąt $x\ m\ y$, który jest równy danemu $a\ b\ c$, albo do promienia $P m$ szukam na podziałce kątów do stycznych Px i Py, a summa stopni da wielkość kąta $a\ b\ c$.— Można także poprowadziwszy $b\ P$, zrobić na niéj $Pr = \frac{1}{4}\ P b$ i przez r poprowadzić $x\ r$, $y\ r$, równoległe do $a\ b$, $b\ c$; a zrobiwszy na osi $P m =$ $\frac{1}{4}$ oddalenia, poprowadzić $x\ m$, $y\ m$, i jak poprzednio zmierzyć utworzone przy m kąty.— Albo też na linii $b\ P$, odmierza się od punktu b pewna jéj część, tu np. $b\ s = \frac{1}{4}$ $b\ P$, i kładę przez s poziomą, która przedstawia na dół spuszczony, zniżony horyzont. Spuściwszy z s pionową, robię na niéj $s\ t = \frac{1}{4}$ oddalenia, i prowadzę $a\ t$, $u\ t$. Wykreślenie to zupełne jest równe poprzedzającemu.

31. Zadanie fig. 40. Przy linii $a\ b$ do podstawy równoległéj, z punktu b jako wierzchołka narysować kąt 45⁰, nie mogąc przedłużyć horyzontu i mając na obrazie tylko połowę oddalenia. Prowadzę od P przez b upodobalnie np. do c, przez który kładę poziomą, na któréj prowadząc od $o/_2$ przez b, otrzymam d, a zrobiwszy $d\ f =$ $d\ c$, linija $f\ b$ przedłużona da żądany kąt $g\ b\ a$, mający 45⁰. Również, mając pod temi samemi warunkami z punktu h przy linii $h\ P$ narysować po lewéj stronie kąt 45⁰, poprowadzę od $o/_2$ przez h upodobalnie np. do K, przez K kładę poziomą aż do przecięcia się z przedłużoną $h\ P$ w pęnkcie i. Zrobiwszy $k\ l = k\ i$, przedłużona linija $l\ h$ utworzy kąt $m\ h\ P$ mający 45⁰, czyli, przedłużona $l\ h$ trafi na punkt oddalenia.

Ponieważ w rysunkach architektonicznych bardzo często zachodzi potrzeba rysowania kwadratów, gdy ani horyzontu ani osi przedłużyć nie można — kwadraty zaś najłatwiéj jest narysować za pomocą przekątni — przeto w rysunkach architektonicznych poprzedzające zadanie liczne znajduje zastósowanie.

32. Zadanie fig. 41. Na obrazie dane są punkta oddalenia M, N i linija $a\ b$, idąca do punktu M; mamy na niéj narysować kwadrat. Poprowadzimy $P\ a$, na któréj linija $b\ N$ da przecięcie e, przedłużona $M e$ da na linii $a N$ przecięcie f, a tak narysowana figura $a\ b\ e\ f$ jest żądanym kwadratem. Wiemy, iż w kole, wszystkie kąty obwodowe stojące na średnicy, są proste; wiemy oraz, iż jak promienie oczne tak i linije na obrazie idące do punktów oddalenia, tworzą z sobą kąty proste. Mając na obrazie fig. 42 punkt celny P, punkta oddalenia $M\ N$, oraz na osi punkt pomocniczy $0\ 1$, tak iż $P M = P M = P\ 0\ 1$, kąt $M\ 0\ 1\ N$ jest prosty. A że $0\ 1\ P$ jest do $M\ N$ prostopadłą, i trafia na środek linii $M N$, przeto zakreśliwszy z punktu P, otwartością $P\ M$, koło, takowe przejdzie przez punkta M, $0\ 1$, N, a kąt $M\ 0\ 1\ N$ jest kątem obwodowym stojącym na średnicy $M N$ i takowy oś $P\ 0\ 1$ połowi. Mając przeto na obrazie kąt prosty jak $M\ R\ N$, którego ramiona idą do punktów oddaleń, podzielić na dwie równe części, dopełnimy to prowadząc od wierzchołka R do P.— Lecz mając na obrazie kąty proste, jak $d\ a\ b$, $g\ h\ i$, których ramiona przedłużone idą do punktów wypadkowych x, z, A, c, chcąc kąty te połowić, poprowadzimy od x, z, A, c, do $0\ 1$, i utworzone kąty proste podzielimy na dwie równe części, a linije połowiące nie idą już do punktu celnego, lecz do wypadkowych na horyzoncie.— Dla tego w każdym przypadku, mając połowić kąt prosty, którego ramiona idą do punktów wypadkowych, należy znaleźć liniję połowiącą, tak jak w każdym innym kącie, który chcemy połowić.

33. Zadanie fig. 43. Na obrazie dana jest połowa oddalenia, a nie mogąc ani horyzontu ani osi przedłużyć, mamy kąt $a b c$ podzielić na dwie równe części. Użyjemy więc, jak wyżéj nadmieniono, zmniejszonego oddalenia, robiąc $P o/_4$ równe $\frac{1}{4}$ oddalenia, prowadząc $P\ b$, robiąc $P d = \frac{1}{4}\ P b$ i kładąc przez d linije równoległe do $a\ b$, $b\ c$, które dają na horyzoncie s, t; rysuję kąt $s\ o|_4\ t$, i takowy połowię, dzieląc łuk do niego należący w punkcie r na dwie równe części i prowadząc od $o|_4$ przez r do u. Długość $P\ u$ cztery razy wzięta da punkt w, i linija $w\ b$ połowi kąt $a\ b\ c$.— Albo też poprowadzimy $u\ d$ i przez wierzchołek b liniję do niéj równoległą, która daje ten sam punkt w.

34. Zadanie fig. 44. Na obrazie, którego punkt celny jest P, i połowa oddalenia $o|_2$, dana jest linija ukośna $a\ b$; mamy na niéj narysować kwadrat, gdy ani horyzontu ani osi przedłużyć nie można.— Daną liniję przedłużam upodobalnie np. do punktu c, przez który kładę $c\ l$, równoległą do horyzontu; od a, b, prowadzę do $o|_2$ i do P, które na linii $c\ l$ d ją przecięcia d, e, f, h. Punkta c, f, h, przenoszę na liniję poziomą $C\ L$, od C do F, H, z których spuszczam pionowe i na nich robię $F A = 2\ f\ d$, $H B = 2\ h e$; a jeżeli rysunek dobrze jest wykonany, punkta

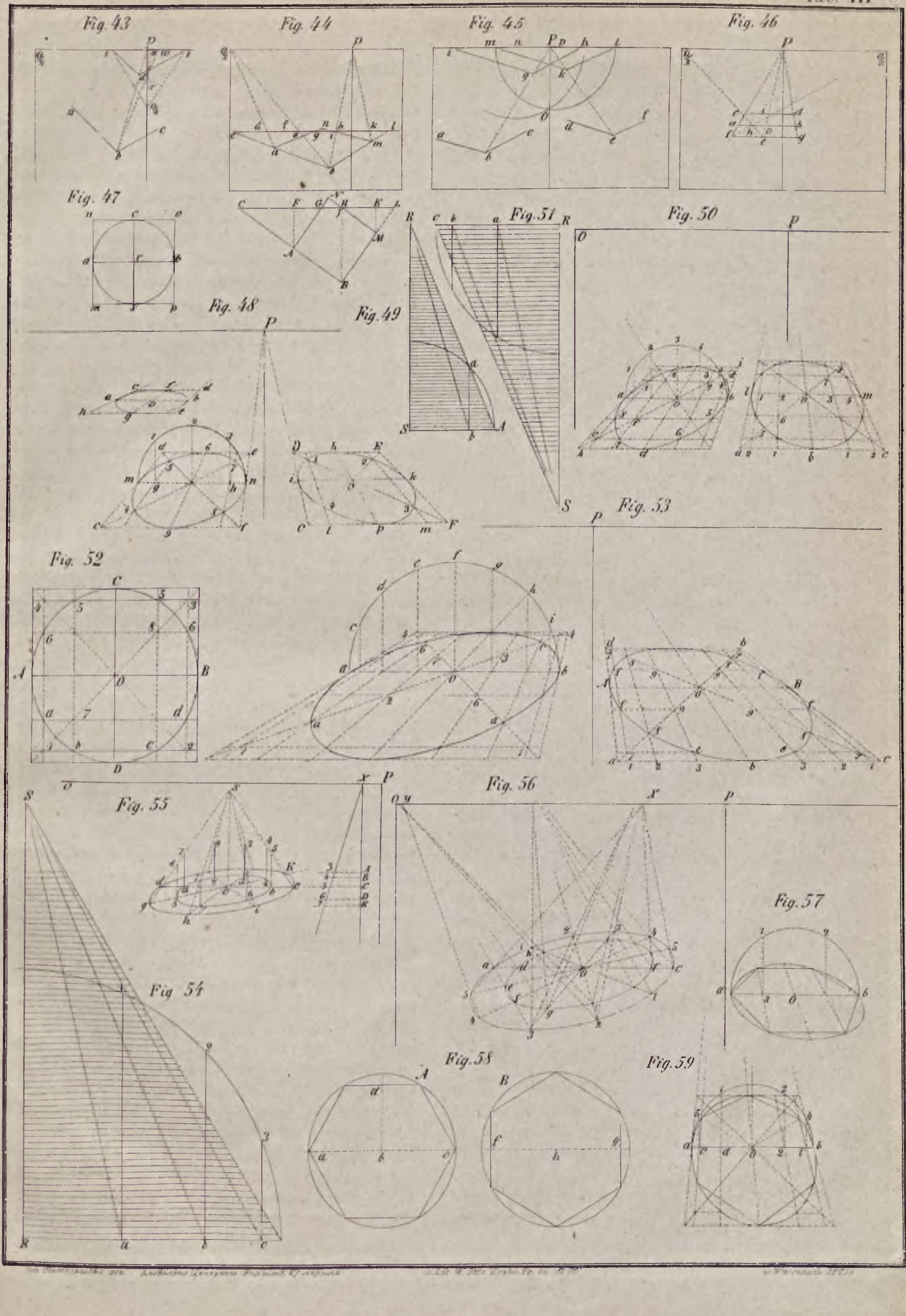


Fig. 43
Fig. 44
Fig. 45
Fig. 46
Fig. 47
Fig. 48
Fig. 49
Fig. 50
Fig. 51
Fig. 52
Fig. 53
Fig. 54
Fig. 55
Fig. 56
Fig. 57
Fig. 58
Fig. 59

C, *A*, *B*, leżą na jednéj linii prostéj. Z wykreślenia tego wynika, iż *A B* = *ab*. Na linii *A B* wystawiam kwadrat *A N M B*, którego boki *A N*, *N M* przecinają *C L* w punktach *G*, *J*. Liniję *B M* przedłużam aż do przecięcia się z *C L*, w punkcie *L*, z punktu *M* spuszczam prostopadłą do *C L*. Punkta *G*, *J*, *K*, *L* przenoszę mierząc od *c*, do *g*, *i k*, *l*, prowadzę *b l* i od *P* przez *k* do *m*. Połączywszy *a* z punktem *g*, punkt *i* z punktem *m*, utworzy się żądany kwadrat *a n m b*.— Gdyby linija *c l* na obrazie tak była położoną, iż przy rysunku geometrycznym narysowany kwadrat nie przecinałby odpowiednią liniję *C L*, natenczas przedłużają się boki kwadratu aż do przecięcia się z *C L*, i punkta te przenoszą się na obraz, na liniję *c l*, mierząc od punktu *c*, i łączą z odpowiedniemi punktami,

Widzieliśmy na fig. 42, iż wierzchołki kątów prostych jak *d a b*, *g h i*, których ramiona nie idą do punktów oddaleń, mają także swój wierzchołek w punkcie pomocniczym *O* 1, oraz że zakreślając odpowiednią otwartością, jak *r x*, *t c* łuki, takowe przechodzą przez punkt pomocniczy *O* 1. Własność ta kątów prostych, służy do odszukania na obrazie oddalenia, jeżeli z rozmaitych przyczyn jest nieznane, a takowe odszukać i oznaczyć chcemy. Dajmy, iż na obrazie fig. 45 dany jest horyzont i punkt celny, lecz oddalenie nie jest znane, a takowe oznaczyć chcemy. Jeżeli na obrazie tym mam dwa kąty proste *a b c*, *d e f*, prowadzę *P b* i *P e*, i biorę na nich upodobalną część, np. czwartą, tak iż $Pg = \frac{1}{4} P b$, $P k = \frac{1}{4} Pe$. Przez punkta te prowadzę odpowiednio równoległe do ramion danych kątów, i otrzymam na horyzoncie punkta *i*, *h*, oraz *m*, *l*; połowiąc te długości *i h m l* w punktach *n*, *p*, zakreślimy łuki otwartością *n i*, *p m*, które się przetną w punkcie *O*.— Jeżeli kąty *a b c*, *d e f* są dokładnie prostemi i wykreślenie dobrze wykonane, pionowa z *O* wyprowadzona trafi na punkt celny. *P* — *P O* jest $\frac{1}{4}$ oddalenia.

35. Zadanie fig. 46. Na linii danéj *a b*, równoległéj do horyzontu, narysować kwadrat, lecz tak aby linija *a b* takowy połowiła, i była do dwóch jego boków równoległą. Daną liniję połowię w punkcie *0*, przez *a*, *o*, *b* prowadzę do *P*, przedłużając takowe dostatecznie. Ponieważ na obrazie dana jest tylko połowa oddalenia, przeto połowię *a*, *o*, w punkcie *h*; od $o/_2$ prowadzę przez *h*, która daje przecięcia *c*, *c*; kładąc przez te punkta równoległe do *a b*, otrzymamy żądany kwadrat *f c d g*.

§ 9. O kole. Wiemy z doświadczenia, iż płaszczyznę okrągłą, np. denko jakie lub obręcz, wtenczas tylko w całéj okrągłości widzimy, gdy oś widzenia do téj płaszczyzny jest prostopadłą. Jeżeli zaś denko to lub obręcz położymy poziomo, takowe w pewném oddaleniu zdawać się nam będzie liniją, a trzymając tę obręcz poziomo przed sobą, może mieć takie położenie, iż z jéj krzywizny nie widzieć nie będziemy, i tylko liniją prostą zdawać się będzie. Łatwo więc pojmiemy, iż koła perspektywiczne rysowane na płaszczyźnie pozioméj (stanowiska), zawsze będą elipsy, i tylko w położeniu pionowém na płaszczyźnie obrazu, jak to niżéj zobaczymy, rysują się geometrycznie. Ponieważ rysowanie kół bardzo często się zdarza, zwłaszcza w rysunkach architektonicznych, przeto rozmaite do ich rysowania podawano sposoby, polegające na własnościach koła; z tych użyję tylko, zdaniem mojem, najpraktyczniejszy.— Rysujemy koła perspektywiczne (właściwie elipsy) za pomocą pewnéj liczby punktów na ich obwodzie oznaczonych, punkta te łącząc odpowiedniemi linijami krzywemi. Ilość mających się oznaczyć punktów, zależy od wielkości koła które chcemy rysować, oraz od dokładności z jaką chcemy wykonać rysunek. Do narysowania małych kół mogą być dostateczne 4 punkta, do stosunkowo większych użyjemy 6, 8, 12 a nawet 16 punktów; ostatnia ta liczba jest dostateczną do narysowania koła dość znacznéj średnicy. Cztery punkta, leżące na obwodzie koła, łatwo znajdziemy rysując do danéj średnicy drugą do niéj prostopadłą. Lepiéj jednak jak okazuje fig. 47 na danéj średnicy narysować kwadrat i w nim do danéj średnicy narysować drugą do niéj prostopadłą; gdyż narysowanie kwadratu ma tę dogodność, iż łatwiéj jest odpowiednie linije krzywe poprowadzić.

36. Zadanie fig. 48. Na linii *a b* równoległéj do podstawy, jako średnicy, narysować koło za pomocą czterech punktów, gdy na obrazie mamy tylko połowę oddalenia. Podług zadania 37 narysujemy kwadrat *h c d e*, a linija od *P* przez środek *o* idąca, jest średnicą do *a b* prostopadłą i daje punkta *f*, *g*, leżące na obwodzie koła. Łącząc punkta *a*, *f*, *b*, *g*. linijami odpowiedniemi krzywemi, będziemy mieli narysowane żądane koło perspektywiczne.

37. Zadanie fig. 48. Na linii *m n* jako średnicy, mamy narysować koło za pomocą 8 punktów. Z punktu *o*, środka linii *m n*, otwartością *m o*, zakreśiam półkole, które dzielę na 4 części równe, wyprowadzając najprzód z *o* pionową *o* 2, i połowiąc łuki w 1, i 3.— Z punktów podziałowych spuszczam pionowe aż do średnicy *m n*, na któréj rysuję kwadrat *c d e f*; od *P* prowadzę przez *g*, *o*, *h* linije aż do boku *c f*, a poprowadziwszy przekątnie, te dają 4 przecięcia, 4, 5, 7, 8. Doliczając końce średnic *a b*, *m n*, mamy 8 punktów, przez które poprowadzimy żądane koło perspektywiczne.

Do rysowania kół służą także podziałki, za pomocą których oznaczamy odpowiednie punkta na podstawie narysowanego kwadratu. Taką podziałkę do rysowania kół z 8 punktów przedstawia fig. 49, któréj wykreślenie jest jasne i dalszego objaśnienia nie wymaga. Użycie takowéj objaśnimy następującém zadaniem.

38. Zadane fig. 48. Na linii *i k*, jako średnicy równoległéj do podstawy, mamy za pomocą podziałki fig. 49 narysować koło z 8-iu punktów. Narysowawszy kwadrat *C D E F*, i poprowadziwszy przez środek *o* liniję od *P* która daje *h p*, biorę długość *C p* w cyrkiel, i szukam na linijach równoległych podziałki, odpowiednią długości, a biorąc długość między *S R* i *b R* zawartą, przenoszę takową od *p* do *l* i *m*, przez które prowadzę do *P*, a nary-

sowane przekątnie dają 1, 2, 3, 4. Do tych dodając *i, h, k, p* na kwadracie oznaczone, otrzymamy żądane 8 punków do narysowania koła.— Taka podziałka bardzo ułatwia wykreślenie koła.

39. Zadanie fig. 50. Na linii *a b* do podstawy równoległéj, jako średnicy, mamy narysować koło za pomocą 12-u punktów.— Wykreślenie jest takie jak poprzedzające, z tą tylko różnicą, iż dzielę półkole na 6 części równych, poprowadzone do *P* linije przecinam przekątnią w punktach *c, f, g, d*, przez które kładę równoległe do *a b* które dają 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 8, jako punkta leżące na obwodzie koła.

Do rysowania kół za pomocą 12-u punktów, służy podziałka fig. 51.

Mając na linii *l m*, fig. 50, jako średnicy, narysować koło z 12 punktów za pomocą téj podziałki, postąpimy jak poprzednio, przenosząc znalezione na niéj przedziały na podstawę kwadratu do 1, 2 —1, 2. Prowadząc od nich do *P*, przekątnia daje przecięcia 5, 6, 7, 8, przez które położymy równoległe do *a b*, a te dają przecięcia leżące na obwodzie koła.

Wykreślenie to zasadza się na rysunku geometrycznym jaki okazuje fig. 52. Poprowadziwszy w narysowanym kole średnicę *C D*, do *A B* prostopadłą, dzielę łuki na 3 części równe w punktach 5, 6; przez punkta te kładę równoległe do *C D*, które przekątnia przecina w 1, 7, 8, 3, a kładąc przez te przecięcia równoległe do *A B*, otrzymamy punkta leżące na obwodzie koła, jak *a, b, c, d*.

40. Zadanie fig. 53. Na danéj linii *a b* równoległej do podstawy, jako średnicy, narysować koło z 16-u punktów. Wykreślenie jest jak poprzedzające, z tą tylko różnicą, iż dzielę półkole *a f b*, na 8 części równych i prowadzą się dwie przekątnie, które dają bezpośrednio na przecięciach punkta *a, b. c, d* na obwodzie koła leżące; inne 4 punkta dają poziome położone przez przecięcie 1, 1,— 4, 4.

Jak do poprzedzających kół, tak też do rysowania kół z 16-u punktów można sobie zrobić podziałkę jaką okazuje fig. 54. Użycie takowej jest jak poprzedzających podziałek. Dla ułatwienia brania odpowiednich długości, dobrze jest np. co piątą linję poziomą przedłużyć, i takowe bieżącą liczbą oznaczyć.

41. Zadanie fig. 55. Około danego koła, którego średnica jest *a b*, opisać z tego samego środka *o*, drugie koło, na danéj średnicy *d c*. Rozmaite są wykreślenia; jednakże uważam za najłatwiejsze, gdy na średnicy *d c*, narysujemy kwadrat i w nim koło podług sposobów wyżéj podanych. Inny sposób jest następujący: Ze środka *o* wyprowadzam pionową *o S*, upodobalnéj długości, łączę *S* z końcami średnicy *d, c*, z punktów *a, b*, wyprowadzam pionowe aždo przecięcia się z *S d* i *S c*, w 1, 5.— Narysowawszy upodobalne średnice, oznaczam ich przecięcia na obwodzie danego koła w 2, 3, 4, 6, 7, 8; prowadzę od dowolnie na horyzoncie obranego punku *x*, linję *x E*. Na przedłużonéj średnicy *d c* robię *C* 5 = *a* 1 = *b* 5; od *x* prowadzę przez 5, a przez punkta na obwodzie oznaczone kładę poiome, które na podziałce dają *A* 3, *B* 4, *D* 6, *E* 7. Długości te jak wiemy, są sobie równe. Z punktów na obwodzie danego koła wyprowadzam pionowe jak 2, 2,—4, 4, robiąc je równe odpowiednio długościom na podziałce. Przez górne punkta tych linij prowadzę od *S* aż do przecięcia się z przedłużonemi średnicami, i otrzymam punkta *g, h, i, k* i t. d., które leżą na obwodzie szukanego koła.— Wykreślenie to zasadza się na podziałce wysokości, którą niżéj poznamy.

42. Zadauie fig. 56. W dane koło, którego średnica jest *a c*, środek *o*, wpisać drugie koło na średnicy *d f*. Tu także, mając podziałkę do rysowania kół, najłatwiéj wykonamy zadanie, rysując na średnicy *d f* kwadrat, i w nim koło podług upodobalnéj liczby punktów.— Więcéj teoretyczny niż praktyczny sposób okazuje fig. 56. Poprowadziwszy stosownie do wielkości koła pewną liczbę średnic, jak 1, 1,—2, 2 i t. d., prowadzę przez dwa punkta danego koła do horyzontu jak 5, *a*, do *x*; poprowadzona od *x* przez *d* da przecięcie *c*, jako punkt żądanego koła. Tym sposobem, biorąc zawsze dwa punkta danego koła, i jeden punkt odpowiedni już znany szukanego koła, znajdziemy wszystkie jego punkta do wykreślenia potrzebne. Że zaś mamy dla żądanego koła dwa punkta dane, to jest końce średnicy *d f*, przeto od nich zacząć należy; tak np. poprowadzona przez *d* dała punkt *e*. Wykreślenie na figurze rzecz dostatecznie objaśnia.— Unikać należy przecięć linii na horyzoncie pod kątem bardzo ostrym, gdyż dają punkta niedokladne.

43. Zadanie fig. 57. W dane, perspektywicznie narysowane koło, wpisać sześciobok foremny. Na średnicy *a b*, równoległéj do podstawy zakreślam półkole, które dzielę na 3 części równe za pomocą promienia, który się na obwodzie 3 razy mieści. Z punktów podziałowych 1, 2, spuszczam pionowe do 3, 4, a poprowadzone od *P* przez 3 i 4, dają na obwodzie koła potrzebne do narysowania sześcioboku, przecięcia. Łącząc takowe linijami prostemi, otrzymamy żądany sześciobok foremny.

Każdy wielobok foremny ma dwa promienie; mniejszy, który należy do koła wpisanego w wielobok, i większy, należący do koła opisanego około wieloboku. Tak np. w sześcioboku *A*, fig. 58, promienie *a b*, *b c*, są większe; w *B*, fig. 58, promienie *f h*, *h g*, są mniejsze. Rysunek perspektywiczny wieloboków foremnych zależy od położenia średnicy względem podstawy obrazu; gdyż inny będzie rysunek gdy średnica większa jak *A* 1 *g* 58 *A*, jest do podstawy równoległą — inny, gdy mniejsza średnica jak fig. 58, *B* ma takie położenie — inny gdy średnice te mają położenie ukośne.— Weźmiemy tylko położenie, gdy średnice te są równoległe do podstawy.

44. Zadanie fig. 59. Na danéj linii *a b* która jest średnicą większą, narysować sześciobok tak, aby jego średnica mniejsza leżała na linii *a b*, Zamiast 6 punktów na obwodzie oznaczymy ich 12, dla tego dzieli się półkole na 6 części i postępuje tak, jak przy rysowaniu koła z 12 u pun-

tów. Łącząc dwa wierzchołki z sobą pomijając zawsze jeden, a najprzód pomijając wierzchołki *a* i *b*, otrzymamy żądany szcześciobok.

Inne będzie wykreślenie, gdy dana linija ma być średnicą mniejszą, jak to okazuje fig. 60.

45. Zadanie fig. 60. Na danej linii *a b* do pod stawy równoległéj, narysować sześciobok tak aby dana linija była średnicą mniejszą. Rozwiązanie tego zadania, także polega na oznaczeniu na obwodzie koła 12 punktów. Narysowawszy na *a b* jako średnicy, koło z 12 punktów, za pomocą połkola na 6 części równych podzielonego, prowadzę przez punkta podziałowe 1, 2, styczne do koła, czyli prostopadłe do promieni 10, 20, które przedłużam aż do przecięcia się z przedłużoną średnicą w *c*, i *e*. Ponieważ wyprowadzone z *a* i *b* pionowe dają punkta *f*, *g*, które leżą na przedłużonych promieniach przechodzących przez punkt podziałowy na łuku, przeto poprowadziwszy od *P* przez *a* i *b* aż do przecięcia się z linijami od *c* i *e* przez punkta *m* i *n* przechodzącemi, będziemy mieli narysowany żądany sześciobok foremny.

Również i ośmiobok foremny rozmaite może mieć położenie; lecz ze względu na rysunek perspektywiczny dwa główniejsze z nich odróżniamy, to jest: albo średnica jego większa jak fig. 61 *A*, jest do podstawy równoległą (poziomą), albo też mniejsza jak fig. 61 *B*. Ponieważ geometryczne wykreślenie służy za podstawę rysunkowi perspektywicznemu, przeto pamiętać należy, iż narysujemy pierwszy ośmiobok fig. 61 *A* na danéj średnicy *a b*, rysując na niéj kwadrat, w nim koło, prowadząc średnicę do *a b* prostopadłą, i przekątnie które na obwodzie koła dają wierzchołki ośmioboku.— Drugi ośmiobok fig. 61 *B*, którego średnica większa jest dana, lecz jego średnica mniejsza jest poziomą, narysujemy, podzieliwszy koło na 16 części, zaczynając podział od średnicy *a b*, i łącząc dwa odpowiednie sobie punkta, omijając jeden — jak tu, prowadząc od *f* do *g*, opuszczając punkt *a*. Ponieważ bardzo jest rzeczą łatwą narysować koło z 16-u punktów w tém samém położeniu, przeto uważam za najprostszy sposób narysowania ośmioboku, aby średnica jego mniejsza była do podstawy równoległa, rysując koło z 16-u punktów. Lecz jeżeli dana jest średnica mniejsza *a b*, fig. 61 *B* i na niéj mamy narysować ośmiobok, tak aby ta średnica była równoległą do podstawy, widzimy, iż narysowawszy kwadrat *m n o p*, i w nim koło, poprowadziwszy przekątnie, te przecinają koło w punktach 1, 1; a poprowadziwszy do promieni 1 *o*, styczne te przetną się w punktach *c*, *e*, *d*, *f*. Mając więc naznaczone punkta *c*, *d* i na obwodzie koła punkta 1, 1, poprowadzone przez nie linije dadzą żądany ośmiokąt. Na tém wykreśleniu geometryczném polega następujące zadanie.

46. Zadanie fig. 62. Na danej linii *a b* do podstawy obrazu równoległéj, jako średnicy mniejszej, narysować ośmiobok foremny. Zakreśliwszy na średnicy *a b* półkole, rysuję na nim prostokąt *a s r b*, i prowadzę przekątnie, które dają przecięcia 1, 3. Przez punkta te 1, 3 prowadzę styczne (równoległe do przekątni), które na przedłużonéj średnicy *a b* dają punkta *c*, *d*. Spuściwszy z 1, 3, pionowe do 4, 4, rysuję kwadrat perspektywiczny i w nim przekątnie, a poprowadzone od *P* przez 4, *o*, 4 linije, dają punkta *u*, *x*, *z*, *w*, *t* na obwodzie koła leżące. Linije od *c* przez *u*, *x*. oraz od *d* przez *t*, *w*, poprowadzone, dopełniają rysunek żądanego ośmioboku.

47. Zadanie fig. 63. Na linii ukośnéj *a b* jako średnicy, mamy narysować koło. Dla łatwiejszego wykreślenia przyjmujemy, iż horyzont dostatecznie przedłużyć, i na osi punkt pomocniczy oznaczyć możemy. Ponieważ przedewszystkiem potrzeba znaleść środek linii danej *a b*, a tego bez punktu dzielącego nie wykonamy, przeto dla znalezienia tego punktu, przedłużamy *a b* do horyzontu do *x*, a zrobiwszy *x D* = *x O* 1, punkt *D* jest punktem dzielącym dla tej linii. Kładę przez *b* poziomą, na którą przenoszę (prowadząc od *D* przez *a*) długość *b a* do *c*, dzieląc geometrycznie *b c* na dwie równe części w *d*, przenoszę takowy na liniję *a b* do *o*. Przez znaleziony środek *o* kładę poziomą *i*, na nią przenoszę długości *a o*, *b o* do *o e*, *o f*. Mając tym sposobem narysowaną średnicę *e f* równą danéj *a b*, i w położeniu do podstawy równoległém, mogę narysować koło znanym sposobem.— Zadanie to można także w następujący rozwiązać sposób, przyjmując dla łatwiejszego wykreślenia, iż horyzont i oś dostatecznie przedłużyć można. Przedłużywszy *a b* do *x*. rysuję kąt prosty *x O* 1 *y*, który połowię, i liniję połowiącą prowadzę do horyzontu do *t*; a tak mając już powyższym sposobem znaleziony środek *o*, linija *t o* będzie przekątnią kwadratu, który na *a b* narysujemy prowadząc od *a* i *b*, do *y* — które dają *g*, *h*; od tych poprowadzone do *x*, uzupełniają kwadrat *g k h i*. Aby na podstawie *g i* oznaczyć za pomocą podziałki punkta potrzebne do narysowania koła, prowadzę przez *g* poziomą dostatecznéj długości, od *b* do upodobalnego punktu *u* na horyzoncie, którą przedłużam do *h*. Chcąc narysować koło z 12-u punktów, szukam na odpowiedniej podziałce punktów do promienia *g h*, które przenoszę do 1, 2,—1, 2 i do nich prowadzę od *u*; i tym sposobem mam na podstawie *g i*, oznaczone punkta do narysowania koła z 12-u punktów, prowadząc od nich do *x*, rysując przekątnie a przez otrzymane przecięcia prowadząc do *y*.

§ 10. Przykłady rysowania na płaszczyznie stanowiska.

Sposób przenoszenia figur prostolinijnych poznaliśmy już na fig. 15.— Przenoszenie na obraz jakiejkolwiek figury, zasadza się na téj prawdzie, że linije do podstawy obrazu prostopadłe, idą do punktu celnego, oraz że dla tych linij punktem dzielącym jest punkt oddalenia. Dla tego w figurze danéj rysujemy do podstawy albo danéj, albo podług położenia, jakie figura ma mieć na obrazie, linije prostopadłe. Jeżeli figura jest prostolinijna, spuszczamy te prostopadłe z jéj wierzchołków; jeżeli jest krzywolinijna, zamieniamy ją na prostolinijną, obierając na niej tyle punktów, ile potrzeba do dokładnego oznaczenia krzywizny.

48. Zadanie fig. 64. Daną figurę prostolinijną *A B C D E F*, (fig. 64 *a*), mamy przenieść na obraz, którego punkt celny *P* i całkowite oddalenie *O* jest dane z punktu *a* w takiem położeniu do podstawy, w jakiem jest narysowana do podstawy *A G*. Na danéj figurze spuszczam z wierzchołków, które nie leżą na linii *A G*, prostopadłe do niéj do punktów 2, 3, 4, 5. Przez *a* na obrazie, kładę poziomą i na nią geometrycznie przenoszę wszystkie punkta na linii *A G* oznaczone. Od 2, 3, 4, 5 prowadzę do *P*; a że na obrazie mamy całkowite oddalenie, przeto też całe długości prostopadłych przenoszę od 2 do *b*, od 3 do *f*, od 4 do *c*, od 5 do *d*, i od nich prowadzę do *O*, które dają punkt *b*, *c*, *d*, *f*, figury na obrazie.

49. Zadanie fig. 65. Do danéj, pod kątem prostym łamanéj lini *a b c d e f*, w któréj linije *a b*, *e f*, *c d*, *k i* idą do punktu celnego *P*, tém samém *b c*, *e d*, *m k*, *r i* są do podstawy równoległe, poprowadzić z punktu *g* równoległą, to jest równie łamaną i wszędzie w téj saméj odległości. Linije *a b*, *e f* leżą na jednéj linii prostéj. Na obrazie mamy połowę oddalenia $o/_2$.— Poprowadziwszy od *g* do *P* liniję, widzimy, iż na niéj będą leżały równoległe do *a b*, *e f*, na któréj potrzeba znaleść punkta *m*, *r*, przez które położone linije *m k*, *r l* równoległe do podstawy, będą od *b c* i *e d* oddalone na długość daną *a g*. Przedłużymy więc *b c*; która daje *h*; a tak $b\,h = a\,g$, a że *m h* ma także być równe *a g*, przeto *b h m* 1, jest kwadratem. A że mamy tylko połowę oddalenia, przeto do poprowadzenia przekątni, podzielimy *b h* na dwie równe części w 2, a linija od $o/_2$ przez 2 poprowadzona, oznaczy wierzchołek kwadratu *m*, przez który położona równoległa do podstawy *m k*, będzie do *b c* równoległą i oddalenie jéj równe *a g*. Aby znaleść punkt *k*, przez który mamy poprowadzić rownoległą do *c d*; tak aby *c l* było równe *a g*, widzimy iż $b\,h = a\,g$, $b\,l = b\,c + a\,g$, ztąd $b\,l = b\,c + b\,h$, kładąc za *a g* równą długość *b h*; z czego widzimy, iż potrzeba zrobić $h\,l = b\,c$, co też robimy geometrycznie. Oznaczywszy tym sposobem *l*, poprowadzimy przez niego do *P* i otrzymamy przecięcie *k*. Linija *k l i* jest do *c d* równoległą, i oddalenie jej równe *a g*. Potrzeba znaleść punkt *i*, przez który poprowadzona równoległa do *e d*, byłaby od niéj w oddaleniu równem *a g*. Znajdziemy punkt *i* robiąc na *e f* długość *e h* równą *a g*, równą *e x*. Poprowadzona od 2 do *P*, połowi *e x* w punkcie 3, a linija od $o/_2$ do 3 odcina $e\,h = e\,x = a\,g$. Położywszy przeto przez *h* równoległą do podstawy, a tém samém do *e d*, będzie linija *i h* miała oddalenie od *e d* = *a g*. Przecięcie linii *g P* daje na *h i* punkt *r*, a linija *r s* jest w żądaném oddaleniu od *e f*.— Tak więc linija *g m k i r s*, jest do danéj równoległą, i ma wszędzie oddalenie równe *a g*.

50. Zadanie fig. 66. Na połowie obrazu, przy danéj $1/_3$ części oddalenia narysować, zaczynając od podstawy, posadzkę kwadratową podług wzoru *A*, tak aby bok kwadratu miał 2 stopy czyli łokieć jeden. *A R* jest podstawą obrazu, pionowa więc *P R* podług tego cośmy o wysokości horyzontu powiedzieli, ma 5' (stopy oznaczać będziemy przez kreskę u góry położoną). Podzieliwszy więc *P R* na 5 części równych, każda taka część oznaczać będzie jedną stopę (1'). Wziąwszy więc takich części dwie w cyrkiel, odmierzymy je na podstawie od *A* do 1, 2, 3 i t. d.; od punktów tych poprowadzimy do *P*, które odpowiadać będą pionowym 1, 1,—2, 2, wzoru. Ponieważ na *A P* mamy odmierzyć długości równe *A* 1, a mamy daną tylko $1/_3$ oddalenia, przeto podług tego cośmy przy fig. 30 powiedzieli, poprowadzimy od 1 do $o/_3$ i otrzymamy *a*; linija 3 *a* jest przekątnią i daje przecięcia *b*, *c*, przez które położone równoległe do podstawy, dają kwadraty żądanego wymiaru. Tym samym sposobem postąpimy daléj prowadząc *g h* i przekątnię *h e*.

Lecz posadzka nigdy się tak nie kładzie, a przynajmniéj porządny stolarz tak jéj kłaść nie będzie, aby boki kwadratów były do ścian mieszkania równoległe, lecz tak, aby były pod kątem 45° nachylone, czyli aby przekątnie kwadratów były do ścian mieszkania równoległe, jak to okazuje wzór geometryczny *B* przy fig. 67.

51. Zadanie fig. 67. Na drugiéj połowie obrazu mamy przy podstawie poczynając od punktu *B* narysować posadzkę kwadratową podług wzoru *B*, bok kwadratu ma mieć 2'. Z wzoru tego widzimy, iż boki kwadratów są do podstawy pod kątem 45° nachylone. Gdybyśmy więc mieli na obrazie całkowite oddalenie, narysowalibyśmy te kwadraty, prowadząc linije do punktów oddalenia; lecz mając na obrazie tylko $1/_3$ oddalenia i nie mogąc horyzontu przedłużyć, potrzeba kwadraty posadzki zamienić na inne, którychby boki były pionowe i poziome — co też łatwo wykonać, jak to okazują linije kropkowane na wzorze, który tym sposobem składa się z samych trójkątów prostokątnych. Rysuję więc podług podziałki wziętéj z wysokości horyzontu, trójkąt prostokątny *a c e*, tak aby kąt *c* był prosty i boki *a c*, *c e* miały po 2'; spuściwszy z *c* prostopadłą do *a e*, będziemy mieli narysowany podług podziałki trójkąt, odpowiadający trójkątowi 1, 2, 3 wzoru, i prostopadłą *c d* odpowiadającą pionowéj 2, 4. — Przenoszę więc na podstawę od *B* długość *d a* do 1, 2, 3, 4, 5, i od tych punktów prowadzę do *P*. Poprowadzona od 1 do $o/_3$ daje *m*, a linija *m* 3 jest przekątnią, przez przecięcia zaś kładę poziome kropkami oznaczone. Postępując jak w poprzedzającém zadaniu, oznaczę *n*, nową poprowadzę przekątnię i naznaczę linije poziome. Łącząc odpowiednie przecięcia, jak okazuje 3 *m*, linijami prostemi, będziemy mieli narysowaną żądaną posadzkę.

52. Zadanie fig. 68. Narysować na obrazie posadzkę z prostokątów złożoną podług wzoru *C*. Wysokość prostokątów ma być 12" cali czyli 1 stopa; długość 20" (cali). Na obrazie dana $1/_3$ oddalenia. Podług wysokości horyzontu *P R* rysuję boki prostokąta, tak iż *g h* wyraża jego wysokość; 12 cali, *g i*, jego podstawę czyli

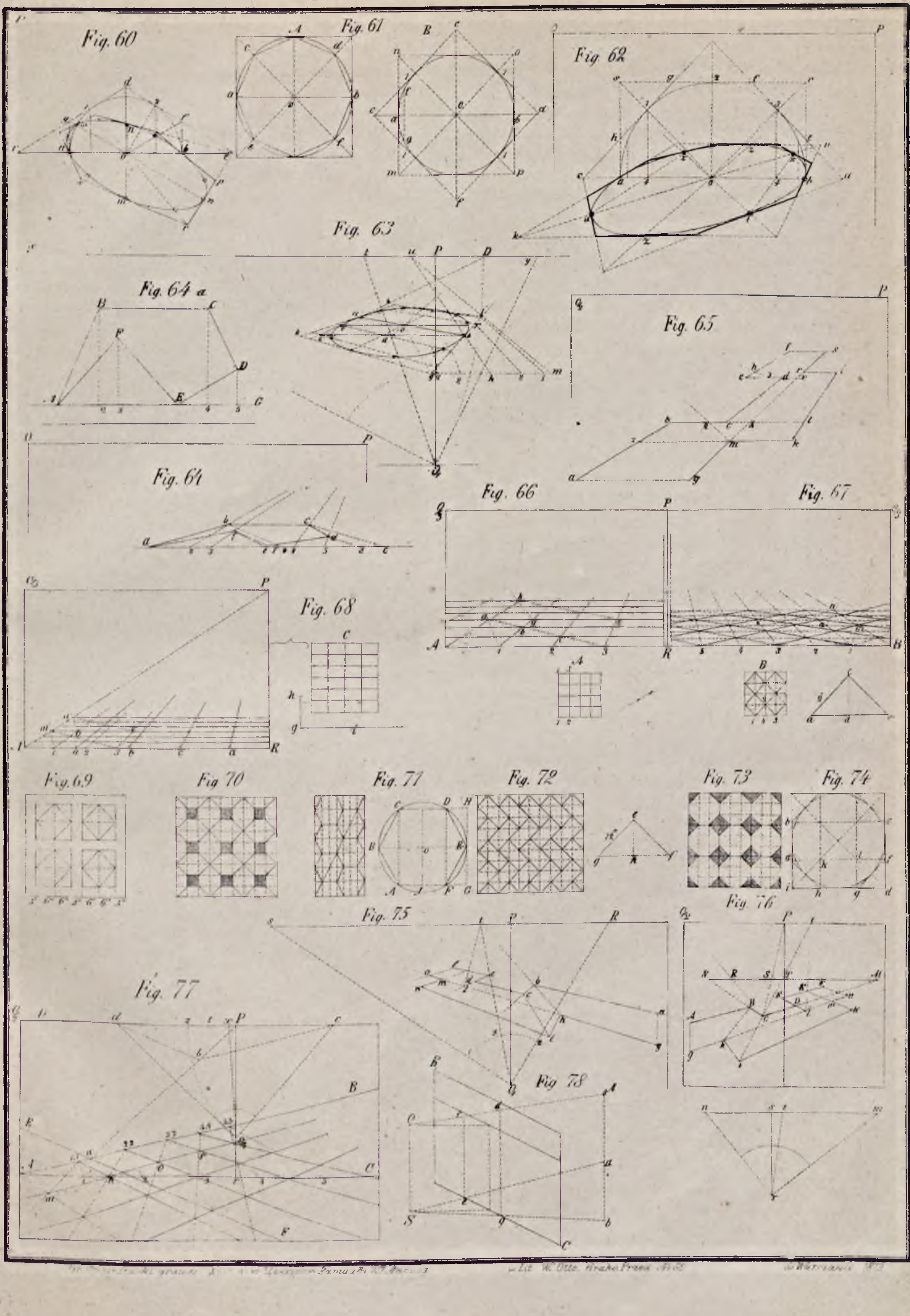


Fig. 60
Fig. 61
Fig. 62
Fig. 63
Fig. 64 a
Fig. 64
Fig. 65
Fig. 66
Fig. 67
Fig. 68
Fig. 69
Fig. 70
Fig. 71
Fig. 72
Fig. 73
Fig. 74
Fig. 75
Fig. 76
Fig. 77
Fig. 78

długość równą 20 cali. Poprowadziwszy *A P* widzimy iż na nią, stosownie do wzoru, należy przenieść, czyli na niéj odmierzyć długości po jednéj stopie; a że mamy $1/3$ oddalenia, postępuję tak, jak w poprzedzających zadaniach: odmierzam od *A* do 1, 2, 3 po jednéj stopie, oznaczam punkt *m* i przekątnie *m P* 3, która przecina linije od 1, 2, 3 do *P* poprowadzone. Przez przecięcia tę kładę poziome, które oznaczają wysokość prostokątów. Odmierzywszy na podstawie długości (*g*—*i*) do *a*, *b*, *c*, *d*, i poprowadziwszy do *P*, będziemy mieli narysowane żądane prostokąty.—Linije posiłkowe do oznaczenia wysokości, tylko kropkami są oznaczone, gdyż do właściwego rysunku nie należą, a narysowane ołówkiem, wyciera się. Mając $1/3$ oddalenia, dosyć jest trzy razy przenieść wysokość prostokąta na podstawę, gdyż z nich wszystkie dalsze, jak okazują litery *m*, *n*, *r*, odmierzone być mogą.—Gdy mamy rysować prostokąty, zawsze należy najpierwéj ich wysokości narysować.—Poznawszy rysowanie posadzek z kwadratów lub prostokątów złożonych, nie widzę potrzeby więcéj przytaczać przykładów; gdyż zwykle wszelkie foremne posadzki dadzą się na kwadraty lub prostokąty rozłożyć. Podaję tylko kilka wzorów, podług których mają być wykonane rysunki perspektywiczne, i dobrze będzie gdy je początkujący wykona—nawet jeden i ten sam wzór przy zmienionem oddaleniu. Tam gdzie jest dana miara jakiéj części posadzki, która bezpośrednio na podstawę przemienioną być nie może, należy zrobić rys geometryczny podług wysokości horyzontu, jak to przy fig. 67 i 68 zrobiliśmy. Taki rys zrobiony jest przy fig. 71, gdyż wzór na prostokąty da się rozłożyć; również przy fig. 72 przedstawiającéj posadzkę z cegieł zwyczajnych ułożoną, potrzeba podług podziałki narysować trójkąt aby mieć długość podstawy *g f*, któréj połowa ma być na obraz przeniesioną.

W przykładach dotąd podanych, mieliśmy tylko linije idące do punktu celnego, albo równoległe do podstawy; poznajmy postępowanie przy linijach ukośnych.

53. Zadanie fig. 75. Dana jest na obrazie linija *a b c d e f*, pod kątem prostym łamana, w położeniu ukośném; mamy do niéj z punktu *g* poprowadzić równoległą, zawsze w tém samém oddaleniu. Dla ułatwienia rysunku i aby lepiéj zrozumiećwykreślenie, przyjmujemy iż horyzont i oś dostatecznie przedłużyć można. Przedłużając linije *a b*, łącznie z *e f*, oraz *c d*, widzimy, iż mają na horyzoncie punkt wypadkowy *S*. A że linija ta jest łamana pod kątem prostym, to jest, że linije *c b*, *d e* tworzą kąty proste, przeto aby znaleść ich punkt wypadkowy, rysuję kąt prosty *S O R* z tąd poprowadzić się mające równoległe do *a b* i t. d., będą się schodziły w *S*, równoległe do *b c*, *d e*, pójdą do *R*. Jak w fig. 65 tak i tutaj potrzeba prowadzić przekątnie dla tego dzielimy kąt *S O R* na dwie równe części i linije połowiącą przedłużamy do horyzontu do *t*. Punkt ten jest wypadkowym dla linij połowiących kąty proste, przy linii *a b* utworzone.—Po oznaczeniu punktów *S*, *R*, *t* prowadzę od *g* do *S*, a linija *t b*, da punkt *h*, od którego prowadzę do *R*, i na niéj znajduję *i*, prowadząc od *t* przez *c* aż do przecięcia *i*, z którego prowadzę do *S*. Aby na téj linii oznaczyć punkt *n*, przedłużam *e d* aż do przecięcia się z przedłużoną *g h* w punkcie *l*; *l t* jako przekątnia odetnie na *e f* długość równą *e l*. Od przecięcia tego linija do *R*, poprowadzona da *m* i *n*; prowadząc od *f* do *R*, otrzymamy punkt *o* na przedłużonéj *g h*.

54. Zadanie fig. 76. Dana jest linija ukośna *A B C D E F*, pod kątem prostym łamana; mamy do niéj z punktu *g* poprowadzić równoległą. Na obrazie dana jest połowa oddalenia, lecz ani horyzontu ani osi przedłużyć nie można; przeto téż na nim punktów wypadkowych dla danéj linii nie możemy oznaczyć—dla tego potrzeba linije równoległe prowadzić jednym z podanych w § 6-m sposobów. Lecz możemy znaleść na horyzoncie punkt wypadkowy dla przekątni, następującym sposobem. Przedłużam *C B* upodobalnie do *N*, przez *N* kładę równoległą do horyzontu, aż do przecięcia się z przedłużoną *C D* w punkcie *M*. Na oddzielném miejscu, przenoszę długość *N M* na linije *n m*; od *C* prowadzę do $o/_2$ i do *P* które dają *R*, *S*. Długość *N S* przenoszę od *n* do *s*, i wyprowadzam z *s* prostopadłą do *n m*, czyli rysuję kąt prosty *n s r*, i robię *s r* = 2 *R S*—i rysuję kąt prosty *n r m*, którego drugie ramie powinno trafić na punkt *m*. Kąt *n r m* połowię liniją *r t*, i długość *s t* przenoszę od *S* do *T*; a poprowadzona *C T* jest przekątnią i przedłużona daje punkt *t* jako wypadkowy dla przekątni. Narysowawszy *g h* równoległą do *A B*, *h i* do *B C*, *m k* do *D E*, otrzymamy potrzebne na nich punkta, za pomocą przekątni i wykreślenia przy fig. 75 podanego.

55. Zadanie fig. 77. Przy danéj linii ukośnéj *A B* mamy, zaczynając od punktu *A* narysować posadzkę kwadratową, prostopadłą do danéj linii. Bok kwadratu ma mieć dwie stopy. Kładę przez *A* poziomą *A C*, na któréj odmierzam po 2' podług wysokości horyzontu *P r*, którą dzielę na pięć części równych. Odmierzone długości oznaczone są przez liczby 1, 2, 3 i t. d. —Nie mogąc ani horyzontu ani osi przedłużyć, i mając tylko połowę oddalenia, potrzeba znaleść na horyzoncie punkt wypadkowy przekątni, linije do *A B* równoległe i do przeniesienia miary na daną liniję, punkt dzielący. Użyjemy przeto zmniejszonego oddalenia. Od dobrowolnie na *A B* obranego punktu *a* prowadzę do *P*, i na niej robię *P b* równe $1/4$ *P a* (dowolnie można wziąść $1/6$ i t. d.); rysuję *b c* równoległą do *A B* na pionowéj *P r* odmierzam $1/4$ oddalenia (połowę $P\ o/_2$), rysuję kąt prosty $c\ o/_4\ d$, i prowadzę *d b*, która jest do *b c* prostopadłą. Położywszy przez *a* równoległą do *d b*, linije *E F*, ta jest do *A B* prostopadłą, i boki kwadratów będą do niej równoległe. Połowię kąt prosty $d\ o/_4\ c$, i linije połowiącą przedłużam do horyzontu,

do x; robię $P t = 4 P x$, a tak punkt t jest wypadkowym dla przekątni rysować się mających kwadratów; zrobiwszy $cz = c o/_4$ i $P D = 4 P z$, punkt D jest punktem dzielącym. Mając więc te punkta na horyzoncie i liniję $E F$ równoległą do boków kwadratów, łatwo wykonać żądany rysunek posadzki. Za pomocą punktu D przenoszę oznaczone na $A C$ długości na liniję $A B$ do 1,1—2,2 i t. d., przez które od t prowadzę przekątnie i sposobem w § 6-m podanym poprowadzę do $E F$ równoległe, które przecinają poprowadzone przekątnie, w punktach, jak m, n, o, p i t. d., a połączywszy takowe linijami prostemi, będziemy mieli wyrysowane kwadraty.

ROZDZIAŁ III[ci]

Rysowanie przedmiotów w przestrzeni.

§ 11. Poznaliśmy rysowanie linij, figur prostolinijnych, oraz koła, położonych na płaszczyźnie poziomej, przechodzącej przez stanowisko; poznajmy teraz rysowanie przedmiotów położonych w przestrzeni — to jest znajdujących się nad lub pod tą płaszczyzną. Gdyby obraz $C B$ fig. 78, który zawsze w położeniu pionowém przyjmujemy, był taflą przezroczystą, oznaczylibyśmy na niéj punkt A dany w przestrzeni, tam gdzie go widzi oko patrzącego; a na oznaczenie to, odległość tego punktu żadnego nie ma wpływu.— Lecz chcąc na obrazie nieprzezroczystym narysować perspektywę (obraz perspektywiczny) punktu danego w przestrzeni, potrzeba położenie jego znaleść przez odpowiednie wykreślenia. W tym celu wystawiamy sobie (jak to w fig. 7 zrobiliśmy) przez oko patrzącego, będące w punkcie O, i przez punkt dany A położoną płaszczyznę pionową, i oznaczamy jéj przecięcie, tak z płaszczyzną stanowiska jako też z obrazem — i tym sposobem położenie punktu jest oznaczone, i perspektywę jego na obrazie narysować możemy. Gdyby położona przez A płaszczyzna pionowa przecinała płaszczyznę stanowiska po linii $S a$, a tem samém przecinała obraz po linii $e f$, narysowalibyśmy punkt A w punkcie f. — Gdyby zaś ta płaszczyzna pionowa przecinała płaszczyznę stanowiska po linii $S b$, obraz zaś po linii $g d$, ten sam punkt A byłby widziany w punkcie d; i tak narysowalibyśmy ten sam punkt A w coraz innem miejscu, zawsze na linii prostej $O A$ podług przecięć z płaszczyzną stanowiska, czyli podług rzutu pionowego tego punktu. Punkta bowiem a, b, są rzutem pionowym punktu A, na płaszczyznę stanowiska.—Aby więc narysować na obrazie punkt A dany w przestrzeni, należy najprzód oznaczyć jego rzut pionowy, np. b, a tém samém mamy oznaczoną liniję $S b$ i jéj przecięcie z obrazem w g, które daje liniję pionową $g d$ przeciętą promieniem ocznym $O A$ w punkcie d.

56. Zadanie fig. 79. Na obrazie stojącym pionowo na płaszczyznie stanowiska, którego horyzont jest $M N$, punkt celny P, punkt oczny O, mamy narysować linije $A B$, $C D$, leżące w przestrzeni, do obrazu prostopadłe a tém samém poziome, dochodzące (dla łatwiejszego wykreślenia) do obrazu w punktach A i C. Ponieważ na obrazie mamy już jeden punkt tych lilij, przeto potrzeba tylko oznaczyć obraz jednego jeszcze punktu np. B i D. Postępując podanym przy fig. 78 sposobem, znajdziemy rzuty b, d'; spuszczając z A i C pionowe do a, h i z nich równoległe do $A B$, $C D$, które dają b i d' a tém samém punkta g, f—a pionowe z nich wyprowadzone, dają punkta d, e, które są obrazem punktów D, B. Linija więc na obrazie $C d$ jest obrazem (perspektywą) linii C, D; linija $A e$, obrazem linii A, B. —Przedłużając takowe dostatecznie, widzimy, iż się schodzą w punkcie celnym P, to jest w punkcie, w którym promień oczny do tych linij równoległy (do obrazu prostopadły) trafia horyzont. Mamy więc przekonanie, iż nietylko linije do podstawy obrazu prostopadłe schodzą się w punkcie celnym, ale wszelkie linije w przestrzeni do obrazu prostopadłe, a tem samem także poziome, schodzą się na horyzoncie obrazu w punkcie celnym.

57. Zadanie fig. 80. Mamy przenieść na obraz liniję $A B$, do podstawy obrazu, a tém samém do jego horyzontu równoległą, a zatém też poziomą. Oznaczywszy rzuty punktów A i B w a i c, znajdujemy obraz tych punktów w b i f; które łącząc liniją prostą, dają obraz danéj linii $A B$.—Mamy więc drugą prawdę: iż nietylko na płaszczyznie stanowiska, ale wszelkie linije w przestrzeni do podstawy lub horyzontu obrazu równoległe, nie zmieniają swego położenia i dają na obrazie takie same linije, do podstawy czy do horyzontu równoległe. Jakkolwiek wszelkie linije na płaszczyznie pozioméj leżące są poziome, jednakże dla krótkości linije te poziome do horyzontu równoległe, będziemy jak poprzednio wyłącznie nazywać „*poziome*".

Przypatrując się wykreśleniom na fig. 79 i 80 wykonanym, łatwo spostrzegamy iż w nich na obrazach, linije pionowe $C h$, $A a$, są obrazem linij pionowych $D d$, $B b$; linije $f e$, $b d$ są obrazem linij pionowych $A a$, $B c$; i że stąd dostateczne mamy przekonanie, że linije pionowe (a zatém w przestrzeni leżace) dają na obrazie także linije pionowe, i że téj prawdy oddzielném wykreśleniem dowodzić niéma potrzeby.—Pozostaią nam jeszcze linije poziome do obrazu pod jakimkolwiek kątem nachylone, o których się z następującego zadania przekonamy.

58. Zadanie fig. 81. Narysować obraz linij poziomych $A B$, $C D$, leżących w przestrzeni, do obrazu pod

jakimkolwiek kątem nachychylonych, a które dla łatwiejszego wykreślenia przyjmujemy, iż się dotykają obrazu w punktach *A* i *C*. — Ponieważ punkta *A* i *C* już są oznaczone na obrazie, przeto aby mieć kierunek tych linij, dosyć będzie przenieść na obraz punkta *B* i *D*. Oznaczywszy podług poprzedzającego pionowe *A k*, *C i*, a ztąd rzuty pionowe *n*, *m*, znajdujemy punkta *b* i *d* jako obrazy punktów *B* i *D*; a łącząc *C* z *d*, *A* z punktem *b*, będziemy mieli linije *C d* i *A b* jako obrazy linij danych *A B*, *C D*. Przedłużając narysowane linije, widzimy, iż się schodzą w jednym punkcie *R* na horyzoncie obrazu. Poprowadziwszy przez punkt oczny *O* równoległą do danych linij przekonywamy się, iż także promień oczny do nich równoległy trafia na punkt *R*.— Widzimy więc, iż jak linije poziome leżące na płaszczyznie stanowiska, do podstawy nachylone, schodziły się w punkcie wypadkowym na horyzoncie, tak też wszelkie linije poziome do obrazu nachylone a do siebie równoległe, schodzą się na horyzoncie w tym punkcie, przez który przechodzi promień oczny do tych linij równoległy. Wszystkie więc linije poziome w przestrzeni leżące, rysują się na obrazie zupełnie tak, jak odpowiednie im linije leżące na płaszczyznie stanowiska—a mianowicie: prostopadłe, do obrazu schodzą się w punkcie celnym; do obrazu nachylone, schodzą się w punktach wypadkowych na horyzoncie; do horyzontu czy do podstawy równoległe, rysują się także na obrazie w tém samém położeniu, są geometrycznie równoległe. Obok tych linij poznaliśmy także linije pionowe które na obrazie dają takie same linije pionowe; o nich niżéj mówić będziemy.—Ponieważ przez linije poziome możemy sobie w myśli wystawić położone płaszczyzny poziome, a linije na nich rysowane do siebie równoległe schodzą się na horyzoncie obrazu—przeto jasną jest rzeczą, iż wszelkie płaszczyzny poziome, a zatém równoległe do płaszczyzny poziomej stanowiska, schodzą się z sobą na jednym i tym samym horyzoncie.

Tak, stojąc na wysokiem miejscu, widzimy pod sobą płaszczyzny poziome stawów, łąk, jezior; stojąc zdaleka przed domem kilkopiętrowym, widzimy płaszczyzny poziome sufitów i t. p. — Wszystkie te płaszczyzny poziome schodzą się na horyzoncie obrazowym. — Takie płaszczyzny poziome przedstawia nam fig. 82. — Jak przecięcie płaszczyzny stanowiska z obrazem, daje liniję poziomą, do podstawy i horyzontu równoległą, tak też wszelkie płaszczyzny poziome przecinają obraz po linii do podstawy, czy horyzontu obrazu równoległej. Tak na fig. 82 linije *G H*, *E F*, *A B*, *C D* są przecięcia takich płaszczyzn i nazywają się ich *podstawami*.—Płaszczyzny więc poziome mają na obrazie podstawę poziomą, do podstawy obrazu, a tém samém do horyzontu równoległą.—Jasną jest rzeczą, iż płaszczyznę, jak stanowiska, tak i niżéj pod nią położoną, widzimy zgóry, np. płaszczyzny *A P B*, *C P D*; płaszczyzny zaś nad horyzontem położone, np. sufity: *G P H*, *E P F* widzimy z dołu. Lecz tak na jednych jak i na drugich wszystko się jednakowym sposobem rysuje. Dla nich bowiem nic się nie zmienia; punkt celny, oddalenie, i horyzont w niczem się nie zmieniają.

Miarą dla obrazu, jak wiemy, jest wysokość horyzontu nad płaszczyzną stanowiska; lecz ponieważ w krajobrazach zawsze się obiera stanowisko wyższe, przeto na takim obrazie wysokość horyzontu od podstawy będzie większa niż pięć stóp. Dlatego w takich obrazach, chcąc je należycie ocenić, potrzeba oznaczyć wysokość stanowiska, a wysokość od niego do horyzontu (przyjmując ją 5'), będzie miarą całéj wysokości od podstawy do horyzontu. Jeżeli, na fig. 82 linija *A B* jest podstawą płaszczyzny stanowiska, a pod nią, na niżej położonéj płaszczyznie rysujemy—natenczas tę ostatnią, dla odróżnienia od pierwszéj, nazywać będziemy płaszczyzną gruntu. W takim razie wysokość *A O* lub *P r* wyraża 5' i tą sama miarą mierzy się, jak wiemy z poprzedzającego, nie tylko na podstawie *A B*, ale także wysokość *A C*, i podstawa *C D* tak iż jeżeli *A a*, *a b*, wyrażają 4 stopy długości, *C a c d*, będą także wyrażały cztery stopy.

Jak na jednéj płoszczyznie dwa tylko wymiary wyrazić możemy, to jest szerokość i długość, tak też na płaszczyznach poziomych wyrażamy tylko te dwa wymiary. Długości brane na podstawach płaszczyzn poziomych, jak np. na *A B*, *C D*, oraz na linijach do nich równoległych, nazywamy szerokością; wymiary zaś linij idących do horyzontu, jak np. linije belek idących od podstaw *E F*, *G H* do punktu celnego, lub innych linij idących do horyzontu, jak np. idących od podstawy ku horyzontowi, nazywamy długością. Lecz w przestrzeni mamy rysować bryły, przedmioty fizyczne, które mają wszystkie trzy wymiary: szerokość, długość i wysokość lub głębokość. Jak wysokość przedmiotów, np. domów, drzew i t. p. mierzymy linijami pionowemi, tak też na obrazie linije pionowe wyrażają trzeci wymiar, to jest wysokość. Jak linije poziome leżą na płaszczyznach poziomych, tak też linije pionowe leżą na płaszczyznach pionowych. Takie płaszczyzny pionowe przedstawia nam fig. 83, jak *B A i k*, *D C P*, *F E P*, *H G P*. Przecięcie tych płaszczyzn z obrazem, jakiekolwiek względem niego będą miały położenie, zawsze jest liniją pionową, jak *A B*, *C D*, *E F*, *G H*. Przecięcie to nazywa się także podstawą tych płaszczyzn; lecz że przecinają także płaszczyznę poziomą po linii prostéj pozioméj, jak *D P*, *F P*, która się także nazywa podstawą, przeto dla odróżnienia ich od siebie, nazywamy pierwsze, *podstawami na obrazie* lub na płaszczyznie obrazowéj, drugie *poziome*, nazywamy podstawą poziomą. Ponieważ na płaszczyznach pionowych fig. 83 nietylko linije na nich narysowane jak *C P*, *E P*, ale także ich podstawy poziome idą do punktu celnego; przeto też płaszczyzny te są do obrazu prostopadłe i przechodzą przez punkt celny. Jak ich podstawa na obrazie jest liniją pionową, tak też muszą się z sobą schodzić na linii pionowej, przez punkt celny przechodzącej. Linija na któréj się te płaszczyzny z sobą schodzą w znaczném oddaleniu, np. nazywa się ich granicą, która zawsze do ich podstawy jest równoległą. Przenosząc na tę pionową granicę punkta oddalenia *nad* i *pod* horyzontem do O_1, O_2 widzimy, iż się te płaszczyzny niczem nie różnią od płaszczyzn poziomych, gdyż mają ten sam punkt celny i to samo oddalenie tylko, że się oś widzenia zamieniła na ich granicę, a horyzont na ich oś widzenia. I rzeczywiście, obróciwszy ten obraz tak, aby horyzont poziomy zamienił się na oś pionową, żadnej między temi płaszczyznami nie dostrzeżemy różnicy. Dlatego też wszystko się na płaszczyznach pionowych do obrazu prostopadłych tak rysuje, jak na płaszczyznie poziomej. Mając np. na linii $w\,z$ do podstawy $G\,H$ równoległej, narysować kwadrat, poprowadzimy od w i z do P, i od w lub z do punktu oddalenia, która da x, a położona przez x równoległa do $G\,H$ dokończy rysunek kwadratu. Nie mamy więc żadnéj potrzeby podawania przykładów na rysowanie figur, np. kół na tych płaszczyznach.

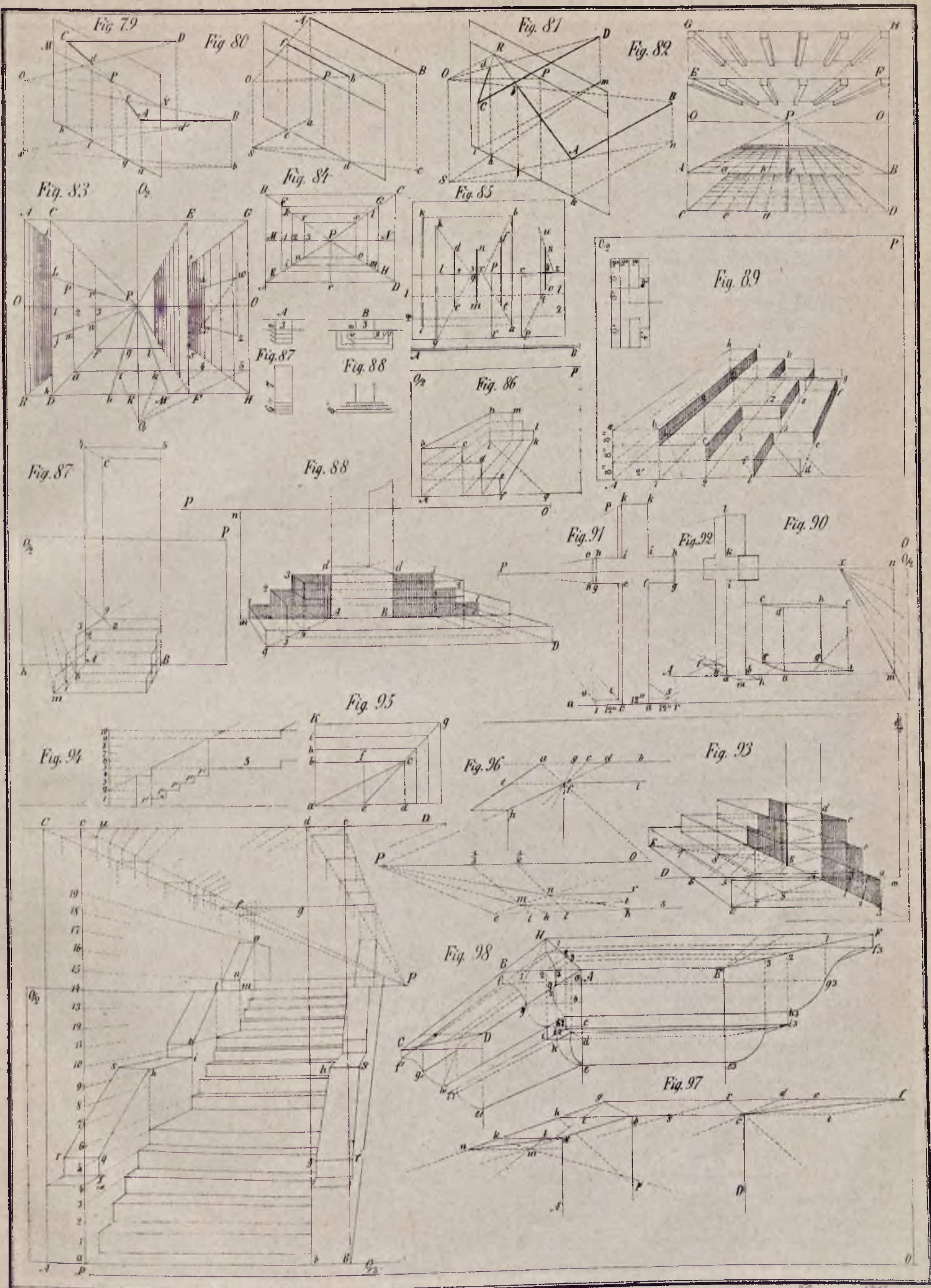
Przyjmując, iż obraz fig. 83 stoi na płaszczyznie stanowiska, wysokość horyzontu $B\,O$, D_1, $P\,R$, $H\,O$, wszędzie wynosić będzie 5'. Jeżeli $D\,j$ zawiera 3 stopy, a $D\,h$ równe jest $D\,j$, natenczas oczywiście $D\,h$ także wyraża długość trzech stóp. Wiemy iż $D\,P$, jak jest równoległą do $h\,P$, tak też nią jest $j\,P$.—Linije $n\,f$, $f\,g$, $m\,a$, $a\,i$ są do $D\,j$ i $D\,h$ równoległe; a że są przecięte równoległemi $j\,P$, $D\,P$, $h\,P$, przeto długości te są sobie równe—bo równoległe przecięte równoległemi, dają części odcięte równe. A że wymiar na podstawie i na linijach do niéj równoległych nazwaliśmy szerokością, na linijach pionowych wysokością—przeto nazwano linije do podstawy równoległe jak $a\,i$, $f\,g$, $i\,k$, $g\,l$ zawarte między dwiema linijami do punktu celnego idącemi, podziałką szerokości. Takie same linije pionowe $a\,m$, $f\,n$, $m\,p$, $n\,r$, nazwano podziałką wysokości.

Wyrażają one, że w oddaleniu od podstawy, w jakiem jest punkt a lub f, wysokość horyzontu jest a 2, f 3 i że te linije w tém oddaleniu wyrażają 5 stóp, oraz że w tém samém oddaleniu od podstawy, w jakiem są punkta a, f, linije poziome $f\,g$, $a\,i$ mają tę samą długość, jaką ma $D\,h$.—Wiemy, iż jeżeli $D\,h$ jest geometrycznie równe $h\,M$, natenczas także $a\,i = i\,k$, $f\,g = g\,l$; jeżeli więc, jak przyjęliśmy $D\,j = D\,h$, natenczas też $a\,m = a\,i$, $f\,n = f\,g$, Wynika z tąd, iż jak długości równe na linijach równoległych do podstawy są geometrycznie sobie równe, tak też tę samą własność mają linije pionowe; to jest, że chcąc zrobić $m\,p = a\,m$, potrzeba tylko długość $a\,m$ wziąść w cyrkiel i przenieść ją do p.—Lecz jeżeli $D\,j = D\,h$, natenczas też $a\,i = a\,m$, $f\,g = f\,n$; to jest, że w jedném i tém samém oddaleniu, od podstawy szerokości i wysokości są sobie geometrycznie równe. Chcąc na pionowéj $f\,r$ odmierzyć długość $f\,g$, wykonamy to geometrycznie; weźmiemy $f\,g$ w cyrkiel i przeniesiemy do $f\,n$. — Przekonywamy się z poprzedzającego, iż na płaszczyznie pionowéj do obrazu prostopadłéj, wszystko się nietylko rysuje, ale także mierzy jak na płaszczyznie pozioméj.

Wiemy, iż każdy przedmiot, każda linija, im bardziéj się od nas oddala, tém coraz mniejszą być się zdaje, i prawda ta jest niezaprzeczona. Robiono więc na téj zasadzie zarzut nauce perspektywy, iż rysuje wysokości i szerokości równe, chociażby były w rozmaitem od oka oddaleniu, gemetrycznie równe, że zatém rysunek taki nie jest zgodny z prawdą.—Lecz robiący taki zarzut zapomnieli, że pozorna wielkość przedmiotu zależy od wielkości kąta optycznego. Jeżeli na fig. 83 zrobimy $i\,k = k$ 4 $=$ 4, 5, nie wypada bynajmniéj z tąd, aby się nam te równe długości, jako równe przedstawiały. Poprowadziwszy bowiem promienie oczne, łatwo widzimy iż kąt $i\,O_1\,k$ jest większy od kąta $k\,O_1$ 4, ten znów większy aniżeli kąt 4 O_1 5. A że od wielkości kąta optycznego zależy pozorna wielkość przedmiotu, przeto też linije $i\,k$, k 4 — 4, 5 bynajmniej nie będą się wydawały oku naszemu jako równe; gdyż aby się jako równe przedstawiały, potrzeba aby ich kąty optyczne były równe.— Weźmy styczne należące do kątów równych na fig. 38 Tab. II; wystawiając sobie w punkcie R oko patrzącego na obraz, na którym równolegle do podstawy narysowane są długości $P\,a$, $a\,b$, i t. d. należące do kątów równych, wszystkie te długości będą się zdawały zupełnie równe, gdyż mają kąty optyczne równe, pomimo iż rzeczywista ich długość na obrazie jest bardzo różna. Widzimy więc, iż linije do podstawy równoległe lub pionowe, jakkolwiek są geometrycznie równe bynajmniéj się oku naszemu jako takie nie przedstawiają.

Wiemy też o tém bardzo dobrze z doświadczenia.— Jeżeli budowniczy na froncie wysokiego gmachu ustawi figury ludzkie, narysuje je podług przyjętéj podziałki, i w takiéj tylko wielkości zrobione, postawi na frontonie kilkadziesiąt stóp wysokim. Na rysunku perspektywicznym figury te także co do wysokości będą równe osobie ludzkiéj, przed gmachem na ulicy stojącej. Lecz patrzącemu zdaleka na ten gmach, figura na frontonie stojąca będzie się wydawała daleko mniejszą, aniżeli osoba przed gmachem stojąca. Jeżeli więc budowniczy chce, aby umieszczona wysoko figura, wydawała się téj samej wysokości jak osoba przed gmachem stojąca, musi ją zrobić téj wielkości, aby kąty optyczne były równe. Wystawiwszy sobie w myśli styczne fig. 38 jako pionowo stojące—natenczas jeżeli $p\,a$ wyraża wysokość człowieka przed gmachem stojącego, i chcemy aby w punkcie e ustawiona figura zdawała się téj samej wysokości, natenczas należy ją zrobić równą $e\,f$, gdyż wtenczas kąty optyczne będą równe, a zatem obadwa przedmioty będą się zdawały jednakowéj wysokości.

Poznaliśmy już płaszczyzny poziome i pionowe; poznajmy trzecią: którą jest płaszczyzna obrazowa. Płaszczyzna geometryczna niéma grubości; obraz też, to jest płaszczyzna na któréj rysujemy, za taką płaszczyznę uważać należy. Ponieważ na jednéj pła-



w Lit. W. Otto Krak. Przedm. № 63 w Warszawie 1873

szczyznie dwa tylko wymiary wyrazić, narysować można, przeto też na płaszczyznie obrazu możemy tylko wyrazić szerokość i wysokość. Wystawmy sobie, iż tafla przezroczysta bez grubości prawie, jest tą płaszczyzną obrazową: widzimy, iż na niéj to tylko możemy narysować co do niéj bezpośrednio przyłożymy; np. jaką liniję, powierzchnię, ćwiartkę papieru i t. p. Wszystko więc na téj płaszczyznie narysujemy geometrycznie tej samej szerokości i wysokości, jaką ma przedmiot. Niech nam *A B C D* fig. 84 wystawia płaszczyznę obrazu, na któréj mamy narysowany horyzont *M N*, punkt celny *P*, i wysokość horyzontu *P r*. Za obrazem w pewném od niego oddaleniu, mogą się znajdować płaszczyzny do niego równoległe, które niech nam wystawiają czworoboki, *E F G H*—*i k l m*, i t. d. Wszystkie te płaszczyzny różnią się od siebie tylko wysokością horyzontu, a zatém miarą, podziałką, podług któréj na każdéj z nich rysujemy; tak na pierwszéj, jak wiemy z poprzedzającego, *A M* wyraża 5 stóp, na drugiéj wysokość *E* 1 tę samą wyraża miarę. Lecz na wszystkich rysuje się jednakowo, to jest geometrycznie. Takie płaszczyzny obrazowe przedstawiają nam ściany budynków do obrazu równoległe, i w tém położeniu rysuje się na nich geometrycznie, co wyraża tylko szerokość i wysokość.

Trzy wymienione dotąd płaszczyzny nazywają się prostemi albo głównemi, dla odróżnienia ich od innych, które rozmaite względem nich mają położenie, o których niżéj mówić będziemy, poznawszy wprzódy rysowanie na tych trzech płaszczyznach.

§ 12. Przykłady rysowania na płaszczyznach prostych.

Mając głównie na celu wyłożenie zasad, aby takowe do zdarzających się przypadków zastosować, ograniczam się na małéj liczbie przykładów.

59. Zadanie fig. 85.— *a)* Dana jest na obrazie wysokość *a b*, mamy z punku *e* wyprowadzić pionową równą *a b*; prowadzę od *a* przez *e* do horyzontu do *x*, a linija *b x* jest równoległą do *a x*; wyprowadziwszy więc punktu z *e* pionową aż do przecięcia z liniją *b x*, otrzymamy *e f* = *a b*. *b)* Zmierzyć wysokość linii *c d*. Od punktu *y*, dowolnie na horyzoncie obranego, prowadzę przez *c*, aż do podstawy, do *g*; z punktu tego wyprowadzam pionową, a poprowadzona od *y* przez *d* daje *h*. Liniję *g h* zmierzywszy miarą wziętą z wysokości horyzontu *g l*, lub *P r*, będziemy mieli wysokość linii *c d*. Można także użyć do zmierzenia linii *c d*, wysokość horyzontu *c* 2, dzieląc ją na tę samą liczbę części równych jak *g l*.—*c)* Z punktu *i* leżącego na linii *a i*, równoległéj do podstawy, narysować pionową równą *a b*. Z punktu *i* wyprowadzam pionową aż do przecięcia się z liniją *b k*, przez *b* równolegle do *a i* poprowadzoną; *ik* = *a b*, gdyż równoległe między równoległemi są równe. Równość ta wynika także z tego, cośmy o płaszczyznach obrazowych powiedzieli, że się na niéj wszystko geometrycznie rysuje.— *d)* W punkcie *m* narysować pionową 10 stóp wysoką, przyjmując wysokość horyzontu 5 stóp. Ponieważ dla punktu *m* wysokość horyzontu jest *m* 3, przeto robię *m n* równe dwa razy *m* 3. — *e)* Z punktu *o* wyprowadzić pionową równą danéj długości *A B*: (pod obrazem narysowanéj). Ponieważ całej téj długości na brzegu obrazu zmieścić nie mogę, biorę jakąkolwiek jéj część np. $^1/_3$, a poprowadziwszy od punktu *z* dowolnie na horyzoncie obranego przez *o* do *p*, robię *p r* równe $^1/_3$ *A B*. Prowadzę od *r* do *z*, która przecina pionową *o s* w punkcie 4; zrobiwszy *o s* równe trzy razy *o* 4, linija *o s* równa jest danéj długości *A B*. Można także, podzieliwszy *A B* na 3 części równe, podzielić wysokość horyzontu na tyleż części równych, jak okazują linije 1, 1—2, 2; poprowadziwszy od *z* przez *o* do *t*, zrobić pionową *t u* równą $^1/_3$ *A B*, a linija *u z* oznaczy wysokość *o s*, równą *A B*.

60. Zadanie fig. 86. Dany jest na obrazie profil, czyli przecięcie pionowe schodów *A b c d e f*, równolegle do obrazu; mamy przy nim narysować stopnie 12 stóp długie, prostopadle do obrazu. Dana jest połowa oddalenia, a wysokość horyzontu jest 6 stóp. Na przedłużonéj *A f* robię *A g* = 6', a linija od *g* do $o/_2$ poprowadzona odetnie na *A P* długość *A i* mającą 12 stóp. Z punktu *i* wyprowadzam pionową *i h*, oraz poziomą *i k*, na które przenoszę dany profil do *h m l k*, prowadząc linije do *P*; a połączywszy odpowiednie punkta, jak *b h*, *e m* i t. d. linijami prostemi, będziemy mieli narysowane żądane schody.

Rysunek *A b h i* na płaszczyznie pionowéj zrobiony, nazywa się elewacyją, wzniesieniem, lub rzutem pionowym. Rysunek *A i k f* na płaszczyznie pozioméj zrobiony, nazywa się plantą albo rzutem poziomym. Rysunek poprzecznego przecięcia przedmiotu, jak tu *A b c d e f*, oraz *i h m l k* nazywa się profilem poprzecznym lub przecięciem. Porządek w wykonaniu tych rzutów bardzo ułatwia robotę; dla tego rzuty te kolejno jeden po drugim rysować należy, idąc od punktów znanych do nieznanych.

61. Zadanie fig. 87. Podług rysu geometrycznego *A* przy którym wymiary w stopach są wyrażone, mamy z punktu *A* równolegle do obrazu narysować wejście (drzwi) z trzema stopniami po 6 cali wysokiemi. Poprowadziwszy przez *A* poziomą, wysokość horyzontu dla tego punktu jest $o/_2$ *h*, wyrażająca 5 stóp. Ponieważ drzwi mają być równoległe do obrazu, przeto je rysuję geometrycznie, robię *A B* = 3 stopom; na pionowych z *A* i *B* wyprowadzonych, odmierzam do 1, 2, 3 po 6 cali, od 3 do 4 wysokość otworu 7', a położona przez 4 pozioma da punkt 5.— Przez *A* i *B* prowadzę do *P* i rysuję rzut poziomy stopni, odmierzając na pozioméj przy *A*, trzy razy po pół stopy, i przez punkta oznaczone prowadząc od $o/_2$ które na *A m* oznaczą szerokość stopni. Poprowadzone od 1, 2, 3 poziome, dają wysokość stopni na *B* 5. Prowadząc *P* pod rzez punkta oznaczone na pionowych z *A* i *B*, a z punktów na rzucie pioziomym pionowe,

otrzymamy profile stopni. Łącząc odpowiednie punkta obudwóch profilów linijami poziomemi, będziemy mieli narysowane stopnie.— Aby narysować grubość muru, 2 stopy, odmierzam od 3 do 8 jedną stopę, a linija od $o/_2$ do 8 da przecięcie 9, z którego wyprowadzam pionową i drugą poziomą; pionowa daje przecięcie *c*, na linii od 4 do *P* poprowadzonéj— gdyż górny brzeg téj ściany jako poziomy i do obrazu prostopadły, idzie do punktu celnego. Z punkta *c* narysowana pozioma, dokończy rysunek otworu.

62. Zadanie fig. 88. Równolegle do obrazu narysować z punktu *A* ku prawéj stronie otwór do drzwi i schody podług rysu geometrycznego *B*, na którym wymiary w stopach są wypisane; wysokość stopni ma być 8 cali.— Podług wysokości horyzontu *m n*, rysuję rzut pionowy 1, 2, 3, *d*. Ponieważ górny stopień tworzy z obudwóch stron otworu dla drzwi kwadraty, przeto narożniki stopni leżą na jednéj przekątni, jak to widać na rysie geometrycznym. Aby narysować rzut poziomy, potrzeba z punktów *A* i *B* narysować przekątnie, co tu jest rzeczą łatwą, mając dane całkowite oddalenie. Na przekątni *A g* rysuje się profil za pomocą rzutu pionowego przy ścianie narysowanego; a mając takowy, narysujemy także profil na przekątni *B D*, poczém łączą się tylko odpowiednie punkta linijami prostemi, z frontu poziomemi, z boku zaś prowadząc do punkt celnego.

63. Zadanie fig. 89. Prostopadle do obrazu, zaczynając od punktu *A* narysować 3 stopnie schodów podług rysu geometrycznego, 18 stóp długie.— Górny stopień jest jednostajnéj szerokości, drugie dwa mają odstępy po 2' szerokości, i takiéj też szerokości są stopnie. Wysokość stopni 8 cali; wysokość horyzontu 10', i połowa oddalenia.— Podług danych wymiarów, rysuję przy podstawie geometrycznie profil czyli przecięcie poprzeczne *A a*, *b c f d*. Na linii od *A* do *P* poprowadzonéj odmierzam trzy razy po 6 stóp, aby mieć odstęp środkowego stopnia; wyprowadziwszy z *o* pionową *o h*, prowadzę od punktów podziałowych na *A a* do *P*, i otrzymamy rzut pionowy. Poprowadziwszy od 1, 2, *l d* do *P*, oraz z *o* poziomą będziemy mieli narysowany rzut poziomy. Następnie rysuję tylny profil *h*, *i*, *k*, *g*. Z punktów na rzucie poziomym otrzymanych 4, 5, 7, 8, wyprowadzam pionowe, które przetną linije od profilu frontowego do *P* poprowadzone, i oznaczą wysokość środkowego stopnia. Dla pierwszego stopnia należy odciąć na linii *l P*, od *l*, 4 stopy, i tyleż w końcu przy *g*; łącząc odpowiednie punkta linijami poziomemi, oraz do punktu celnego idącemi, będziemy mieli narysowany stopień.

64. Zadanie fig. 90. Na linii *a b* do podstawy równoległéj, narysować sześcian foremny. Mając daną połowę oddalenia, dzielę *a b* na dwie równe części, od środka prowadzę do $o/_2$, które na *b P* da punkt *g*, przez który położona pozioma i linija *a P*, dokończą kwadratu *a f g b*. Z narożników kwadratu wyprowadzam pionowe i robię *a d* lub *b c* geometrycznie równe *a b*; od *d*, i *c*, prowadzę do *P* i otrzymam przecięcia *e*, *h*, przez które położona pozioma dokończy rysunek foremnego sześcianu.

65. Zadanie fig. 91. Przy linii *a b* równoległéj do podstawy, narysować krzyż 12 cali w kwadrat gruby, od spodu do ramion $4^1/_2$', nad ramionami 2 stopy wysoki, razem więc $7^1/_2$' wysoki— ramiona po stopie długie. Ponieważ krzyż ten ma stać równolegle do obrazu, przeto jedna jego strona tworzy płaszczyznę obrazową, na któréj się wszystko geometrycznie rysuje. Zrobiwszy *c d* = 12", wyprowadzam pionowe, na których odmierzam do *e* $4^1/_2$' od *c* do *i* jedną stopę, od *i* do *k*. 2', i przez punkta te prowadzę poziome; robię *i h* = 12" i spuszczam z *h* pionowe, które dają *g*. Tym sposobem mam zarysowany front. Aby otrzymać grubość czyli zagłębienie krzyża, najlepiéj będzie narysować rzut poziomy *r*, *s*, *t*, *u*, 1, robiąc *d r*, *c* 1, po jednéj stopie. Z środka linii *d r* prowadząc do $o/_2$, otrzymam na *r P* punkt *s*, i będzie *r s* równe 1 stopie. Poprowadzona przez *s* pozioma da punkta *t*, *u*, z których wyprowadzam pionowe; z punktów zaś *g*, *h*, *i*, *k*, poprowadzone do *P*, dokończą rysunek krzyża.

66. Zadanie fig. 92. Przy linii *A m*, z punktu *A* mamy narysować ten sam krzyż, jak poprzedzający, prostopadle do obrazu.— Dla linii *A m* wysokość horyzontu jest *m n*, z któréj robię podziałkę, a dla wyraźniejszego wykreślenia przyjmuję w punkcie $o/_2$ całkowite oddalenie *O*. Odmierzywszy *a b* i poprowadziwszy *a P*, *b P*, rysuję rzut poziomy, a z otrzymanych na nim punktów wyprowadzam pionowe. Oznaczywszy *i*, *k*, *l*, prowadzę od nich do *P*, i podług poprzedniego zadania dokończę rysunek krzyża.

67. Zadanie fig. 93. Dane w zadaniu 62, fig. 88 schody, z oznaczeniem tylko szerokości na drzwi, narysować prostopadle do obrazu, tak, aby początek otworu na drzwi był w punkcie *A*. Prowadzę przez *A* poziomą *m D*, i podług wysokości horyzontu dla punktu *A* zrobiwszy podziałkę, odmierzam na *A B* dane długości i z punktów tych wyprowadzam pionowe. Na pionowéj w *A* wyprowadzonéj, odmierzam 3 razy po 8 cali, na wysokość stopni; prowadzę przez naznaczone punkta do *P*, i tym sposobem mam narysowany rzut pionowy, który dla lepszego odróżnienia jest cieniowany. Ponieważ górny stopień tworzy z obudwóch stron drzwi kwadraty, których boki mają po 2', przeto odmierzywszy od *A* do 4 dwie stopy, prowadzę przez środek téj linii od $o/_2$, która na 4 *P* da punkt 8; przedłużona *A* 8 jest przekątnią 7, i *C*, otrzymamy prowadząc poziome od 2, 3. Takież same linije położywszy z drugiéj strony otworu, a przez *C*, 7 i 8, poprowadziwszy do *P*, będziemy mieli rzut poziomy i oznaczone przekątnie *A C*, *B E*, na których wyprowadzam pionowe, a poziome od rzutu pionowego poprowadzone dokończą rysunek schodów.

68. Zadanie fig. 94. Narysować prostopadle do obrazu schody otoczone z obudwóch stron murem 12 cali grubym, podług rysu geometrycznego, na którym wy-

miary w stopach są wypisane, zaczynając od punktu *A*. Wysokość horyzontu jest 7 stóp, długość stopni czyli szerokość schodów pomiędzy murami, jest 6 stóp.— Poprowadziwszy z *A* równolepłą do podstawy, odmierzywszy dane wymiary do *a*, *b*, *B*, wyprowadzam z tych punktów pionowe upodobalnéj długości, np. do *C* i prowadzę poziomą która daje punkta *c*, *d*, *e*. od których prowadzę do *P*. Linije te służą do oznaczenia na nich potrzebnych do wykreślenia szerokości i zagłębienia, aby rysunek zrobić zrozumialszym. Na pionowéj *a c*, odmierzam po 6 cali tyle razy, ile stopni chcę narysować. Ponieważ dana jest połowa oddalenia, przeto na szerokość stopni odmierzam na *C D* po pół stopy 5 razy, i tyleż na odstęp aż do *D*. Długości te przenoszę na *c P*, przez punkta oznaczające odstępy prowadzę poziome i takowe przenoszę także na *d P*, i *e P*. Prowadząc od punktów na pionowéj *a c* oznaczonych do *P*, zaś od punktów na *C P d P*, *e P* oznaczonych, pionowe, i naznaczając odpowiednie przecięcia z poziomemi do *P* poprowadzonemi, będziemy mieli narysowane przy lewym murze stopnie, oraz punkta dla ścian bocznych, jak *g*, *r* — *h s* i t. d. które łączę linijami poziomemi. Linije ukośne *g h*, *r s*, powinny się schodzić w jednym punkcie na przedłużonéj linii pionowéj z punktu celnego *P* wyprowadzonéj. Z punktów narysowanych stopni na murze przy *a* 4 *f g h* poprowadziwszy poziome, będziemy mieli dokończony rysunek schodów. Od *C* do *D* mamy tylko oznaczone 2 odstępy; nie mogąc linii *C D* przedłużyć, prowadzę przez *f* poziomą *f g*, i na nią przenoszę podziały przy *c* będące, lecz tylko cztery nie pięć, gdyż punkt *f* odpowiada punktowi *u*, pierwszemu punktowi przy *c*.

Uwaga. W zadaniach do fig. 88 i 93, narysowaliśmy na rzucie poziomym przekątnie. Takie przekątnie zawsze potrzeba poprowadzić, ile razy, czy gzems domu, czy przy pilastrach i słupach czworobocznych ściany łamią się pod kątem prostym, gdyż na téj przekątni potrzeba rysować profile. Że zaś prowadzenie przekątni często początkującemu robi trudności, przeto rysowanie takowych wyjaśnić widzę potrzebę. Przekątnią nazywamy w czworoboku linię łączącą dwa przeciwległe wierzchołki. Tylko w kwadracie dzieli przekątnia kąty na dwie równe części, a zatém na kąty mające po 45°. Mając (fig. 95) do boków prostokąta *a b c d* przez punkta *h*, *i*, *k* poprowadzić równoległe, potrzeba oznaczyć przekątnię *e g*—przekątnia bowiem prostokąta *a c* przedłużona nie da potrzebnych przecięć. — Mając więc z punktu *c* poprowadzić przekątnię, to jest linię dzielącą kąt prosty *f c d* na dwie równe części, potrzeba narysować kwadrat *e f c d*, a linia *e c* jest żądaną przekątnią. Aby więc narysować przekątnię, potrzeba tylko umieć z danego punktu przy danéj linii narysować kwadrat, w nim żądaną poprowadzić przekątnię. Obecnie mówimy tylko o kącie prostym, którego jedno ramię jest do podstawy równoległe, drugie idzie do punktu celnego. Narysowawszy (fig. 95) przekątnię *e g*, prowadzę przez dane punkta *h*, *i*, *k* równoległe do *b c* aż do przecięcia się z przekątnią; i takie też jest postępowanie w wszelkich wypadkach, gdy mamy około kąta prostego prowadzić równoległe do jego ramion.

Mając na fig. 96 dane kąty proste *h f i*, *P n r*, *P m t*, i do nich przez *b* i *s* poprowadzić równoległe, widzimy, iż jeżeli jest dane całkowite oddalenie *O*, poprowadzimy tylko od *O* przez *f*, lub *n*, *m*, linię, która będzie przekątnią; położone przez *b*, *s*, poziome, dadzą punkta *a*, *e*. Lecz mając daną tylko część oddalenia np. $^1/_3$, $^1/_2$ w punktach ułamkiem $^1/_3$, $^1/_2$ oznaczonych, poprowadzimy od $^1/_3$ oraz od *P* przez *f* i *m* do *c*, *i*; będzie *c d* = 3 razy *d f*; *i k* = 3 *m k*. Robię więc *d a* = 3 *c d*, *k e* = 3 *i k*, a linije *a f*, *m e* są żądane przekątnie. Przedłużywszy bowiem *i f* do *t*, czworobok *t a d f* jest kwadratem, gdyż *a d* = *f d* = *t f*. Mając połowę oddlaenia w punkcie $^1/_2$, poprowadzimy od $^1/_2$ przez *f* i *n* do *g* i *l*, i zrobimy *g a* = *g d*, *l e* = *l h* i otrzymamy te same punkta *a*, *e*.

69. Zadanie fig. 97. Niech *A a b c D* przedstawia nam ściany bądź domu, bądź słupa czworobocznego, którego ściana *p b c D* jest do obrazu równoległą. W przedłużeniu ściany *p b c D*, dany jest profil gzemsu *p h b*; mamy do narysowania takowego poprowadzić w narożnikach *a*, *b*, *c* potrzebne przekątnie. Jeżeli jest dane całkowite oddalenie *O*, prowadzę przez *b* od *O* aż do przecięcia z *h P* w punkcie *g*; linija *g b* jest przekątnią. Gdyby dana była tylko pewna część oddalenia np. $^1/_3$ w punkcie $o/_3$, podzielilibyśmy *h b* na 3 równe części i poprowadzilibyśmy od $o/_3$ przez *i* do przecięcia *g*. Dla punktów *a*, *c*, znajdziemy przekątnie, mając całkowite oddaleuie *O*, prowadząc od *O* przez *k*, aż do *m*. przecięcia się z liniją *a P*; położona przez *m* pozioma da przecięcie *n*, linija *n a* jest żądaną przekątnią. Mając tylko część oddalenia np. $^1/_3$ w $o/_3$, podzielimy *a k* na 3 równe części, i weźmiemy *a l* = $^1/_3$ *a k*, mierząc od punktu *a*.— Linija od *l* do $o/_3$ da przecięcie *m*, przez które położona pozioma da *n*, a linija *a n* jest przekątnią kwadratu *n k a m*. Narysujemy przy *b* przekątnię mając tylko $^1/_3$ oddalenia, robiąc *h i* = $^1/_3$ *g h*, i prowadząc od $o/_3$ przez *i* aż do przecięcia się z liniją *h P*. W punkcie *c* narysujemy przekątnię mając całkowite oddalenie—prowadząc od *O* przez *c*, mając już narysowaną linię *g f*, do *r*, od *r* do *P*, da *s*, zrobiwszy *c t* = *e s*, i poprowadziwszy od *P* przez *t*; otrzymamy punkt *f*; linia *f c* jest żądaną przekątnią. Mając tylko część oddalenia jak tu $^1/_3$ w punkcie $o/_3$, poprowadzimy od $o/_3$ przez *c* do *d*, również od *P* przez *c* do *e*, a linija *d e* trzy razy od punktu *d* do *f* przeniesiona, da punkt *f*.

70. Zadanie fig. 98. Przy ścianach *D A*, *A E* z których ostatnia jest równoległą do obrazu, narysować gzems podług profilu *A B f g .. c*, na przedłużonéj ścianie *A E*, narysowanego. Punkta wewnętrzne profilu oznaczają się zawsze przez linije do siebie prostopadłe, a mianowicie przez poziome i pionowe. W danym więc profilu, prowadzę przez *g*, *h*, *i k* takie linije, przez *f* tylko

poziomą, gdyż brzeg *B f* jest pionowy. Poprowadziwszy przez *B* do *P*, rysuję przekątnie *D C* i *A H;* mając liniję *H F*, rysuję przekątnię *E F*. Na te przekątnie potrzeba przenieść dany profil gzemsu; dla tego prowadzę naprzód od punktów wewnętrznych 1, 2, 3, do *P* aż do przecięcia się z przekątniami *D C* i *A H*, od 1, 2, 3 na przekątni *A H* prowadzę poziome, które dają odpowiednie punkta na przekątni *E F*. Mając na przekątnie przeniesione punkta 1, 2, 3 danego profilu, spuszczam z nich pionowe i prowadzę od zewnętrznych punktów profilu, od *f*, *g*, *h*, *i*, *k e*, do *P* i otrzymam *f* 1, *g* 1, *h* 1 i t. d. jako punkta gzemsu na przekątni *D C;* prowadząc zaś od tychże punktów równoległe do *H F*, otrzymamy odpowiednie punkta na profilu przekątni *E F*, jak *f* 3, *g* 3, *h* 3, i t.d. Tylko tam gdzie potrzeba poprowadzić przekątnie jak przy *i* 1, *i* 3, prowadzę potrzebne linije od *d*. Ponieważ przy *E e* 3 zaczyna się ściana na rysunku niewidzialna, do obrazu prostopadła, przeto poprowadzone są od *f* 3, *i* 3 liniję do *P*, które oznaczają kierunek gzemsu przy tejże ścianie.

Tym samym sposobem rysują się wszelkie gzemsy, bądź przy piedestalach, pilastrach, bądź przy podstawach i t. p.; Przewróciwszy bowiem rysunek fig. 98 tak, aby gzems obecnie nad horyzontem będący, był pod horyzontem, będziemy mieli gzems przy podstawie, lubo w innym kształcie. Jak w tym przykładzie, tak w każdym innym, potrzeba na każdém załamaniu pod kątem prostym, narysować profil gzemsu na przekątni. Dla tego pomijam przykłady na rysowanie gzemsów pod horyzontem położonych.— Wspomnieć tylko jeszcze wypada o gzemsie na frontonach trójkątnych, jakie okazuje fig. 99 Tabl. VI. W rysunku bowiem geometrycznym przecięcie się obudwóch gzemsów u góry, będzie zawsze leżeć na pionowéj z wierzchołka spuszczonéj; lecz w rysunku perspektywicznym przecięcie to zmienia swe położenie, stosownie do położenia i oddalenia od punktu celnego.— Ściana bowiem z takim gzemsem może w rysunkach perspektywicznych głównie mieć dwa położenia względem obrazu, albo do niego prostopadłe, albo równoległe.

Niech nam (fig. 100) linija *b c* wyraza grubość muru w punkcie, w którym się schodzą ramiona kąta; *h c* jest wysokość gzemsu, którego profil oddzielnie narysowany jest *d e f*. Jasną jest rzeczą, iż przecięcie się obudwoch gzemsów, do siebie nachylonych, jest płaszczyzną do muru prostopadłą, a zatém przechodzącą przez punkt celny; górny więc brzeg *c i*, téj płaszczyzny, idzie do punktu celnego *P*. Potrzeba więc od punktu celnego *P* poprowadzić przez *c* liniję, i na niéj odmierzyć grubość muru i gzemsu. Aby to wykonać, kładę przez *c* poziomą i pod nią rysuję profil gzemsu i grubość muru, oznaczając na profilu punkta 1, 2. A że dla linij idących do punktu celnego, punkt oddalenia jest punktem dzielącym, przeto, jeżeli mamy całkowite oddalenie w punkcie *O*, poprowadzimy od *P* przez *d*, i przeniesiemy na nią grubość profilu, i punkta 1, 2, prowadząc od *O* przez *e*, 2, 1, do *g*, 3, 4. Położone przez te punkta poziome, dadzą odpowiednie punkta *b*, 5, *i;* również przenoszę poziome na profilu *d e f* narysowane jak przy *k* przenoszę do *k*, i od nich prowadzę do *P*, które przecinając pionowe z *b*, 5, oraz *i* spuszczone, dokończą rysunek profilu na przecięciu się obudwóch gzemsów.

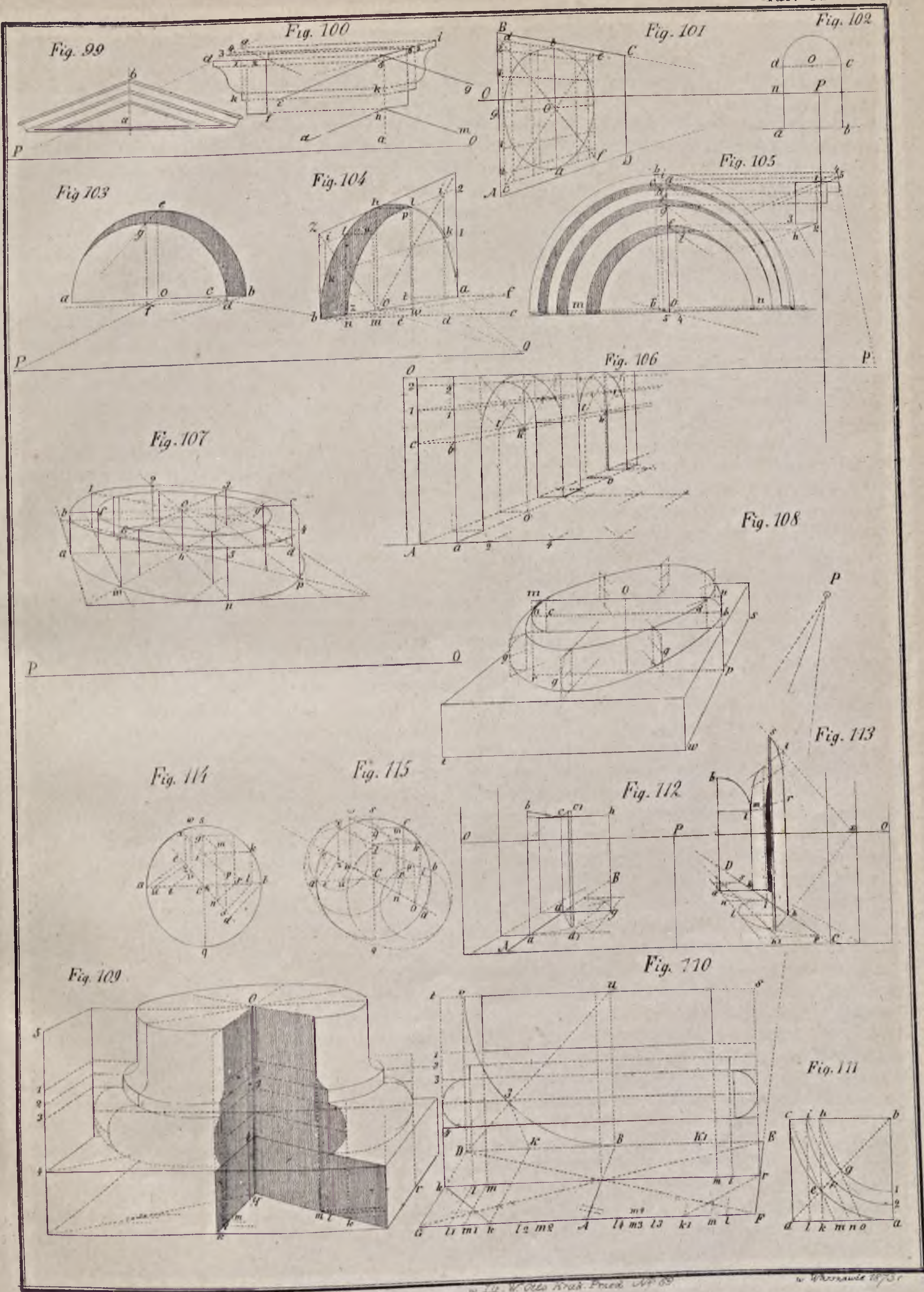
§ 13. Zastósowania rysunku kół.

Lubo mówiąc o płaszczyznach pionowych do obrazu prostopadłych, wykazaliśmy, iż się na nich wszystko tak rysuje jak na płaszczyznie pozioméj, jednakże dla większéj wprawy weźmiemy następujące zadania.

71. Zadanie fig. 101. Na płaszczyznie *A B C D*, pionowéj i do obrazu prostopadłéj, dana jest linija *a b* pionowa, na któréj jako na średnicy mamy narysować koło za pomocą 12 punktów. Dane jest całkowite oddalenie, które na oś pionową przenieść można. Oznaczywszy geometrycznie środek linii *a b* w punkcie *o*, rysuję na niéj kwadrat *c d e f*, za pomocą punktu oddalenia *O* 1, prowadząc od niego przez *o*. Poprowadzona od *P* przez środek *o*, daje na podstawie kwadratu punkt *g*.— Nie mając podziałki, potrzeba na *a b* narysować półkole i takowe na 6 części równych podzielić, i postąpić znanym sposobem. Mając podziałkę, oznaczam podług niéj punkta 1, 2,—1, 2, od których prowadzę do *P*, i rysuję drugą przekątnię *c e*. Przez przecięcia tych przekątni spuszczam pionowe, które dają żądane punkta do nakreślenia koła z 12 punktów.

72. Zadanie fig. 102. Na linii *a b* równoległéj do podstawy, narysować bramę, bez oznaczenia grubości ściany, któréj boki aż do łuku mają mieć 8' wysokości.— Widzimy, iż brama ta leży na płaszczyznie obrazowéj, to jest do obrazu równoległéj; narysujemy więc takową geometrycznie. Podzieliwszy wysokość horyzontu *a n* na 5 części równych, które oznaczają stopy, robię *a c* równe 8 takim częściom, kładę poziomą *c d*, wyprowadziwszy z 6 pionową.— Znajduję geometrycznie środek linii *c d*, w punkcie *o* i otwartością *o d* zakreślam półkole. Tym sposobem mam narysowaną żądaną bramę.

73. Zadanie fig. 103. W ścianie do obrazu równoległéj narysować otwór półkołowy, na linii *a b* jako średnicy, którą przyjmujemy, iż ma np. 10 stóp; grubość muru dwie stopy. Punkt celny *P* i całkowite oddalenie *O* są dane.— Oznaczywszy geometrycznie środek linij *a b* w punkcie *o*, zakreślam łuk otwartością *o a*. Z środka *o* wyprowadzam pionową *o e*, aż do obwodu zakreślonego łuku; od punktów *e*, *o*, *b* prowadzę do *P*, a odmierzywszy od *b* do *c* $^2/_3$ długości promienia *o b*, linija *b c* wyrażać będzie dwie stopy; a prowadząc od *c* do *O*, otrzymamy *d*, i linija *b d* oznacza grubość muru, na linii poziomej do obrazu prostopadłej. Położona przez *d* pozioma da punkt *f*, jako środek tylnego łuku; wyrowadziwszy więc z *f* pionową, takowa przetnie *e P* w punkcie *g;* ztąd *f g* jest promieniem półkola na tylnéj ścianie. Zakreśliwszy więc łuk z punktu *f* otwartością *f g* będziemy mieli narysowany widok półkołowego otworu.



I. C. grav. Дозволено Цензурою. 27 Априля
w Lit. W. Otto Krak. Przed. № 63
w Warszawie 1873 r.

74. Zadanie fig. 104. Taki sam otwór półkołowy narysować w ścianie do obrazu prostopadłéj, na linii *a b* jako średnicy, która niech ma jak w poprzedzającym przykładzie, 10 stóp. Grubość muru 2 stopy. Aby znaleść środek linii *a b*, prowadzę przez *b* równoległą do podstawy, aż do przecięcia się z poprowadzoną *a O*, w punkcie *c*, a tak *b c* = *b a*. Podzieliwszy więc geometrycznie liniję *b c* w punkcie *e* na dwie równe części i poprowadziwszy od punktu *O* przez *e*, otrzymamy środek linii *a b* w punkcie *o*; ztąd *b o* = *b a*. Wyprowadziwszy z *b* pionową, robię na niéj *b z* = *b e*, a poprowadziwszy od *P* przez *z* aż do przecięcia się z pionową z *a* wyprowadzoną, otrzymam prostokąt do narysowania w nim półkola. Aby narysować grubość muru, odmierzam na *c c* od *c* do *d* ²/₅ długości *c c*, i prowadzę od *O* przez *d* aż do *t*, przecięcia się z poziomą przez *a* położoną; a tak *a t* ma 2 stopy. Długość tę *a t* przenoszę od *a* do *f*. Od *f* do *P* i pozioma przez *b* poprowadzone, dają poziomą grubość muru *b a f n*. Wyprowadziwszy z *o* pionową i dwie przekątnie, oznaczam podług podziałki punkta 1, 2 do narysowania półkola z 6-ciu punktów, i znajduję znanym sposobem, punkta *k, k, l, l*, przez które przechodzi półkole na ścianie frontowéj. Aby narysować łuk tylnéj ściany, najlepiéj jest z punktów *k, l*, spuścić pionowe na *b a* i punkta spadku przenieść na *f n* przez linije poziome, oraz pionową *h o*. Aby wykreślenie było zrozumialsze, pomijam punkt *k* oznaczony przy *b*; spuszczoną z *l* pionową przedłużam do *z*; przez *z* kładę poziomą *z m*, z punktu *m* wyprowadzam pionową aż do przecięcia się z poziomą z *l* wyprowadzoną w punkcie *u*. Punkt więc *l* przeniesiony jest na drugi brzeg łuku do *u*; tym samym sposobem przenoszę *h* do *p*.; a że *b* przeniesione jest do *n*, przeto poprowadziwszy przez *n, u, p* odpowiednią liniję krzywą, będziemy mieli narysowane żądane sklepienie.

75. Zadanie fig. 105. Na ścianie do obrazu równoległéj narysować nad otworem półkołowym archiwoltę podług narysowanego profilu. Punkt *o* jest środek szerokości otworu czyli średnicy *m n* na ścianie frontowéj, a wyprowadzona z *o* pionowa trafia łuk w punkcie *f*, na takową więc potrzeba przenieść perspektywicznie narysowany profil archiwolty i grubość muru. Wykonywam to zupełnie w ten sam sposób, w jaki przenieśliśmy profil na figurze 100, przenosząc 1, 4, 5 do *a, i, b*, z tą różnicą, że tu linija *o f* leży na frontowéj ścianie nie na tylnéj; dla tego oddzielnie potrzeba przenieść grubość muru 2, 3 na profilu oznaczoną. Poprowadziwszy od 3 do *P*, od 2 do *O*, przeniesiemy 3 do *h*, a za pomocą pozioméj przeniesiemy *h* do *l* na liniję od *f* do *P* poprowadzoną. Prowadzę od *P* przez *o, g, e, a*, które przetną pionowe z *b, i, l* spuszczone w punktach *c* 6, *d* 5, oraz 4. Zakreślając z punktów 4, 0, 5, 6 łuki odpowiedniemi otwartościami, będziemy mieli narysowane łuki. Łuki te prowadzą się tylko do odpowiedniéj linii poziomej, a przez dolne zakończenia łuków prowadząc do *P*, mamy przecięcie archiwolty widziane od dołu.

76. Zadanie fig. 106. Narysować, zaczynając od punktu *A* w kierunku do obrazu prostopadłym, trzy słupy czyli filary, po 2 stopy w kwadrat mające 6' wysokie, w odstępach po 8 stóp połączone z sobą łukami półkołowemi. Odmierzywszy od *A* do *a* na linii poziomej podług wysokości horyzontu, która ma stóp 10, dwie stopy, dwie stopy do 2, do 4, cztery stopy, od naznaczonych punktów *A, a*, 2, 4 prowadzę do *P*. Ponieważ odstępy słupów są po 8 stóp, a zatém połowa czyli środek ma 4', a filary są po 2 stopy szerokie, przeto linije od 2 i 4 do *P* poprowadzone, służą do zrobienia na nich podziałkę zagłębień, do narysowania słupów i oznaczenia środków otworów w punktach *o, o*. Tym sposobem narysujemy rzut poziomy słupów, a wyprowadziwszy z oznaczonych punktów pionowe, odmierzymy od *a* do *b* sześć stóp, pozostaje od *b* do horyzontu 4 stopy, na któréj długości oznaczam punkta 1, 2, do narysowania łuków z 6 punktów—co się wykonywa w sposób na fig. 101 podany. Aby mieć łuki tylnéj ściany, postąpimy albo w sposób jakiegośmy przy fig. 104 użyli, albo też narysujemy na części widzialnej, przekątnie i punkta tak, jak na ścianie frontowéj, na nich oznaczymy.

77. Zadanie fig. 107. Narysować pierścień podług przecięcia *a b c d*, w którém *a b*, *c d* jest wysokością, *b f*, *g c*, grubością pierścienia. Na linii *a d* jako średnicy, któréj środek jest *h*, rysuję kwadrat i w nim koło, np. tutaj z 8 punktów, mając dla łatwiejszego wykreślenia całkowite oddalenie. Narysowawszy koło, rysuję w niém mniejsze, podług srednicy *f g*, sposobem na fig. 56 Tabl. III podanym. Z punktów na obudwóch kołach oznaczonych (mniejszego koła część tylko przy 2, 3 jest widzialna), wyprowadzam pionowe. Ponieważ wysokość pierścienia w środku kół jest *h o*, przeto prowadząc od *P* przez *o*, znajdziemy przecięcia 2, 5; prowadząc od punktu oddalenia przez *o*, będziemy mieli wysokości 3, 6; a że punkta 1, 3, 6, 4 leżą na jednéj linii poziomej, przeto kładąc takową przez 3 i 6, znajdziemy wysokości 1, 4, a łącząc takowe liniją prostą 1, 4, będziemy mieli szerokość pierścienia. Mając narysowane przecięcia (profile), rysują się górne koła.

78. Zadanie fig. 108. Narysować walec z cokułem podług danego przecięcia na linii do podstawy równoległéj *r p n m*. Walec, jak okazuje przecięcie, ma dwie średnice: większą *a b* i mniejszą *c d*; poprowadziwszy z *a* i *b* pionowe, widzimy, iż przecięcie walca jest zupełnie równe poprzednio danemu przecięciu pierścienia, z tą jedynie różnicą, iż ma jeszcze środkową średnicę *a b*. Rysujemy więc jak w poprzedzającém zadaniu profile z oznaczeniem środkowych wysokości, jak widać przy *g*; w profilach tych narysowawszy łuki, czyli półkola, i koło górne, połączymy narysowane w profilach łuki odpowiedniemi linijami krzywemi, które uzupełnią rysunek walca. Narysowanie cokułu na daném przecięciu *r p*, nie ma żadnéj trudności, zwłaszcza mając całkowite oddalenie.

79. Zadania fig. 109. Narysować bazę toskańską, podług przecięcia *k t*, *s r* fig. 110. W obecném zadaniu są 4 koła, których rysowanie byłoby mozolne; a lubo niektórzy zalecają rysowanie każdego koła w szczególności, łatwiejszy jednakże jest sposób za pomocą profilów, zupełnie tak jak narysowaliśmy pierścień fig. 107 i walec fig. 108. Narysowawszy kwadrat cokułu, a tém samém kwadrat do większego koła walca, i poprowadziwszy w niém przekętnie i średnicę *A O B* idącą do punktu celnego *P* (nad fig. 113), poprowadzimy od *P* przez *l* i *m*, i otrzymamy na podstawie *l* 1, *m* 1. Aby przecięcia te znaleść na przekątniach, rysujemy na *B D* kwadrat *D v u B*; prowadzimy w nim przekątnie *D u* i zakreślamy z punktu *u* otwartością *u B* łuk, który przecina przekątnię w punkcie 3. Przez 3 prowadzę od *v* i otrzymam punkt *K*, przez który prowadzę od *P* liniję, która na podstawie *G A* daje *k*. Od *k* przenoszę *l* 1, *m*1 do *l* 2, *m* 2; a od nich poprowadzone do *l*, *m*, dają na przekątni żądane przecięaia. Aby te same przecięcia otrzymać na przekątni *F O*, mogę albo punkt *K* przenieść do *K* 1, oznaczyć *k* 1, i od niego przenieść *l* 1, *m*1 do *m* 3, *l* 3; albo też przenoszę od *A* punkta *k*, *m* 2, *l* 2 w odwrotnym kierunku do *m* 3, *l* 3, *k* 1, a poprowadzone od nich jak poprzednio, do *m*, *l*, *r*, dadzą na przekątni *F O* żądane precięcia, które przeniesiemy na przekątnię *O E*, prowadząc od nich do *P*. Tym samym téż sposobem przeniesiemy przecięcia z przekątni *G O* na *D O*. Aby punkta *l*, *m* oznaczyć na średnicy *A O*, przenoszę długości *G l* 1, *G m* 1 od *A* do *l* 4 i *m* 4, który to ostatni punkt trafia tutaj na *m* 3, i poprowadzimy do *l* i *m*, które na średnicy *A O* dają żądane przecięcia. Mając tym sposobem na rzucie pozionym oznaczone punkta do profilów, wyprowadzimy z nich pionowe, jak widać na fig. 109. Prowadząc od *P* przez punkta 4, 3, 2, 1 oznaczone na pionowéj z środka wyprowadzonéj, otrzymamy żądane profile, do przekątni prowadzą się równolegle, a łącząc odpowiednie punkta linijami krzywemi, będziemy mieli narysowaną bazę. — Punkt *k* można także znaleść dzieląc *G A* na 12 części równych, i biorąc *G k* równe 5-ciu takim częściom.

Uwaga. Podane tu wykreślenie zasadza się na tém, iż poprowadziwszy w kwadracie *a b c d* (fig. 111) przekątnię i zakreśliwszy łuk otwartością *a b*, oraz inne łuki np. promieniami *b* 1, *b* 2, natenczas poprowadziwszy przez przecięcie *e* na przekątni *b d* liniję *c e m*, z punktów zaś *i*, *h*, równoległe do *c d*, które dają *k l*, i punkta te przeniosłszy od *m* do *n* i *o* linije *n i*, *o h* przechodzą przez przecięcia *f*, *g*.

Jeżeli cokuł lub podobny kapitel są w ukośném położeniu, rysowanie takowych nie może mieć żadnych trudności, umiejąc rysować kwadraty i koła w takim położeniu.

80. Zadanie fig. 112. Narysować drzwi półotwarte. *A B* jest dolny brzeg ściany, *a*, *b*, *c*, *d*, otwór drzwi 4' szeroki, 6' wysoki. Drzwi obracają się około osi *c d*; opisują więc przy otwieraniu połowę walca, którego podstawa jest półkole promieniem *a d* zakreślone. Położywszy przez *d* poziomą, i robiąc na niéj *d g* = *a d* narysujemy półkole, a oznaczywszy położenie drzwi jak np. *d d* 1, przedłużam tę liniję do horyzontu, a od naznaczonego na nim punktu prowadzę przez *c*, a pionowa z *d* 1 wyprowadzona da górny koniec *c* 1. Jeżeli drzwi stoją na linii *d g* równoległe do obrazu, rysują się takowe geometrycznie, wyprowadzając z *g* pionową i kładąc przez *c* poziomą *c h*.

Jeżeli drzwi są dwupodziałowe, jak okazuje fig. 113 których otwór jest w ścianie *C D* do obrazu prostopadłéj, a szerokość otworu jest *h k*, natenczas każda połowa drzwi opisuje łuk zakreślony połową szerokości otworu. Dlatego, oznaczywszy środek w punkcie *i*, rysują się półkola których środki są *h* i *k*.—Jeżeli jedna połowa drzwi np. *a b l k* ma położenie do obrazu równoległe, narysujemy u góry ćwierć koła, *b l*. Jeżeli drzwi mają położenie ukośne, jak *h h* 1, przedłużymy (jak poprzednio) tę liniję do horyzontu, do *x*, przedłużymy pionową *h* 1 do *s*, to jest do przecięcia się z liniją od *P* przez górny brzeg otworu poprowadzoną; od *s* narysujemy od ręki łuk *s r*.

81. Zadanie fig. 115. Na średnicy *a b* do podstawy równoległéj, narysować kulę. Aby wykreślenie zrobić zrozumialszém, przenoszę tę średnicę do *a b* fig. 114 i zakreślam z środka *c* otwartością *a c* koło geometrycznie, i z punktów dowolnie na obwodzie obranych, jak *f*, *k* spuszczam pionowe na średnicę *f r*, *k l*; kładę także przez te same punkta *f*, *k* poziome, aż do przecięcia się z średnicą pionową *s q*, do *g i*. Prowadzę średnicę do obrazu prostopadłą, a zatem do punktu celnego idącą, i robię *d e*=*a b*. Przeniosłszy punkta *l*, *r* do *u*, *t*, przenoszę te same długości do *o*, *n*, *v*, *z*,i z punktów tych wyprowadzam pionowe aż do przecięcia odpowiednio z linijami przez *i*, *g*, do *P* poprowadzonemi *p*, *x*—*m w*. Mając tak oznaczone punkta, zakreślają się koła z punktu *o*, otwartością *o p*, z punktu *n* otwartością *n m*, i tak téż z punktów, *v*, *z*, otwartościami *v w*, *z x*. Łącząc zewnętrzne obwody tych kół jak okazuje fig. 115 linijami krzywemi, będziemy mieli narysowaną perspektywicznie kulę.

Sposób ten rysowania kuli, zupełnie zgodny z zasadami perspektywy, uważam za najłatwiejszy. Sposoby przez rozmaitych autorów podawane do rysowania kuli, są albo zbyt mozolne, albo wymagają znajomości geometryi wykreślnéj, nie dając bynajmniéj dokładniejszego obrazu.

Tak np. podane przez Hertel'a (Weimar 1857) wykreślenie, nietylko jest mozolne i wiele zajmuje miejsca, ale daje tylko 8 punktów do nakreślenia obwodu, które do dokładnego narysowania kuli większéj nieco średnicy, nie są dostateczne. Peschka i Koutny obok sposobu tu podanego, podają także wykreślenie kuli wymagające znajomości wyższéj geometrji. Guido Schreiber zamiast użycia kół pionowych, do płaszczyzny obrazu równoległych, jak w podanym tu sposobie, rysuje koła poziome, które jak wiemy, daleko jest trudniéj rysować, aniżeli do obrazu równoległe które się rysują geometrycznie. Podany przez Filscher'a (1867) sposób, jak jest zawiły, tak nie daje dobrego obrazu, jak to sam rysunek kuli pokazuje, robiąc z niéj elipsę zbyt spłaszczoną.

Poznaliśmy już wyżéj sposób rysowania schodów, idących w prostym kierunku. Tym samym sposobem rysują się wszelkie schody, czy ciągłe, czy z odstępami, i wykonanie takich rysunków perspektywicznych nie ma żadnych trudności; pamiętać tylko należy, aby każdemu stopniowi nadać położenie i wymiary stosownie do danego rysunku geometrycznego, oraz aby na wszystkich załamaniach pod kątem prostym narysować profile na przekątniach.—Schody kręcone, które w rzucie poziomym dają koło, innego wymagają postępowania, dla tego o nich w krótkości nadmienimy. Takie schody z rozmaitego mogą być materjału, jako to: z cegły, płyt kamiennych, z drzewa lub z żelaza. Jedne jak np. z cegieł murowane, oraz niekiedy z drzewa lub żelaza obracają się około słupa, w który są wpuszczone stopnie węższym końcem; inne są bez słupa środkowego. Schody z cegieł murowane, jakie przedstawia rys geometryczny fig. 116, opierają się jednym końcem o ścianę tworzącą walec wydrążony, drugim końcem o słup. Widzimy z tąd, iż od takich schodów kilka tylko stopni przy drzwiach do wnijścia może być widzianych; jednakże narysujemy je całkowite, aby tém lepiéj wykazać sposób rysowania wszelkich innych.

82. Zadanie fig. 117. Podług rysu geometrycznego fig. 116 narysować z punktu danego *A* schody, których stopnie mają trzy stopy długości, sześć cali wysokości. Średnica środkowego słupa ma dwie stopy; 16 stopni tworzy obrót, czyli jedno obejście koła. Ilość tę stopni na jeden obrót, jak prawie odpowiada rzeczywistości, tak przyjęliśmy dla ułatwienia rysunku, gdyż umiemy z łatwością rysować koła z 16 punktów. Każdy więc na obwodzie koła oznaczony punkt, odpowiadać będzie szerokości jednego stopnia. Z téj saméj przyczyny przyjęliśmy pierwszy stopień w punkcie *G*. Ponieważ średnica słupa jest 2', długość stopni 3', przeto podług podziałki z wysokości horyzontu wziętéj, robię średnicę *b c*=2' średnicę większą *B C*=8', i na téj ostatniéj rysuję koło z 16 punktów, z których ten, przy którym się schody mają zaczynać, oznaczam liczbą 1— i tak następnie, wszystkie punkta większego koła dla odróżnienia naznaczam bieżącą liczbą rzymską. Narysowawszy mniejsze koło na średnicy *b c*, naznaczam na niem odpowiednie punkta liczbami arabskiemi. Z punktów *A*, *b*, *c*, wyprowadzam pionowe; na pionowéj *A E* odmierzam zaczynając od punktu *A* po 6 cali na wysokość stopni; a że każdy punkt podziałowy służy dla dwóch stopni, gdyż w nim kończy się wysokość dolnego stopnia, a zaczyna wysokość następnego—przeto każdy podział oznaczam dwiema liczbami, kolejno po sobie następującemi, jak to okazuje rysunek.

Że zaś wysokość perspektywiczna, każdego stopnia w obudwu jego końcach będzie różna, przeto rysuje się podziałka tych wysokości każdego stopnia przy zewnętrznym jego końcu. Podziałka ta rysuje się w następujący sposób. Przedłużywszy średnicę *B C* do punktu np. *D*, wyprowadzam z *D* pionową i na nią przenoszę te same podziały wysokości stopni, jakie są na pionowéj *A E* naznaczone. Od *D* prowadzę do upodobanego punktu *x* na horyzoncie, dogodnie do dalszego wykreślenia obranego. Kładąc przez punkta na obwodzie większego koła oznaczone linije poziome przenoszę te punkta na liniję *D x*; a że zawsze, dwa punkta obwodu leżą na jednéj linii pozioméj, przeto będziemy mieli dziewięć punktów przeniesionych, gdyż średnica idąca do punktu celnego daje 2 punkta. Z punktów na *D x* (dostatecznie przedłużonéj) oznaczonych, wyprowadzam pionowe, od podziałów zaś na pionéj *D F* prowadzę do *x*, i tym sposobem otrzymam podziałkę wysokości stopni w końcach zewnętrznych, na któréj dla ułatwienia wykreślenia, oznaczam dolny i górny brzeg każdego stopnia odpowiednią liczbą bieżącą. Mając tym sposobem przysposobioną podziałkę wysokości, rysowanie schodów nie ma żadnéj trudności. Wyprowadziwszy z punktów np. I, 1, na obwodach obudwóch kół, pionowe, przenoszę na nią wysokość z podziałki pod liczbą 1—13, a oznaczywszy punkt *a* prowadzę od niego do 1—2 na pionowéj *A E*. Na pionową z II wyprowadzoną przenoszę z podziałki, wysokość 2—2 do *d*, *e*, i od tych punktów prowadzę do podziałów 1—2—2, 3, na pionowéj *A E*. Ponieważ stopnie od VII czyli od punktu *H* zaczynają się wracać i zbliżać do średnicy *B C*, przeto też i na podziałce, wysokości od liczby 7 ku pionowéj *D F* zwracać się będą. Aby znaleść przecięcie każdego stopnia ze słupem środkowym, potrzeba tylko do każdéj linii poziomej od podziałki do linii *A E* poprowadzonéj, wyprowadzić odpowiednią pionową z punktu na obwodzie mniejszego koła. Dla lepszego oznaczenia zetknięcia się każdego stopnia ze słupem środkowym, zetknięcie to jest cieniowane.

Podług tego wzoru nie będzie trudno narysować wszelkie inne schody kręcone, pamiętając tylko narysować dokładnie rzut poziomy. Tak np. mając rysować schody kręcone z drzewa bez słupa środkowego, utrzymane tylko prętami żelaznemi, które u góry połączone są poręczą, narysujemy rzut poziomy perspektywiczny, podług takiegoż rzutu geometrycznego fig. 118, w którym koło zewnętrzne oznacza całkowitą wierzchnią długość stopni.—A że długość ta wystaje nad bokami stopnia o pewną długość np. na 2 cale, przeto koło kropkowane oznacza długość ściany stopnia. Na trzeciem kole oznaczone są pręty żelazne w szerszym koncu stopnia, po 2 na każdym. Również potrzeba oznaczyć miejsce dla pretu żelaznego w wązkim końcu stopnia; pręt ten ma tę samą wysokość, jaką ma krótszy pręt w końcu szerokim. Dla prętów tych, których rysunek geometryczny okazuje fig. 118 *A*, dobrze jest zrobić odpowiednią podziałkę wysokości, jak jest ta, którąśmy do rysowania schodów zrobili.

§ 14. **Rysowanie sklepień.** Sklepienie pokrywa miejsce będące pod dachem i tem się różni od kopuły, iż ta zastępuje dach. Sklepienia są bardzo rozmaite; z tych wymienimy tylko dwa gatunki, to jest takie, których krzywizna zakreślona połową szerokości otworu, jest łukiem koła; sklepienia takie nazywają się beczkowe albo walcowe i gotyckie, których łuki zakreślone są większą otwartością, aniżeli połową szerokości otworu. W sklepieniach walcowych dają się częstokroć dla ich wzmocnienia pasy, także łukiem koła nakreślone. Jeżeli się dwa sklepienia przecinają, natenczas tworzą tak zwane sklepienia krzyżowe.

83. Zadanie fig. 119. Z punktu *a*, mamy narysować prostopadle do obrazu ganek, czyli przejście, pokryte sklepieniem walcowém, którego szerokość ma być 8 stóp, wysokość ścian pionowych 6', a długość sklepienian 20'. Odmierzywszy na linii poziomej przez *a* poprowadzonej od *a* do *c* i *b* po 4 stopy, prowadzę od *a*, *c*, *b* do *P*, robię *b f* = 20' i kładę przez *f* równoległą do horyzontu, i tym sposobem mam narysowany rzut poziomy sklepienia. Z punktów na rzucie tym oznaczonych wyprowadzam pionowe, a zrobiwszy *a e* = 6 stóp, i położywszy poziomą *e g*, oznaczam jéj środek w punkcie *d*, który daje pionowa z *c* wyprowadzona; otwartością *d e* zakreślam półkole. Poprowadziwszy od *e*, *g* do *P*, otrzymamy wysokość tylnej ściany *h i*, *f k*. Przez punkta *i k* kładę poziomą, któréj środek oznaczy linija od *d* do *P* poprowadzona; a zakreśliwszy z tego środka łuk otwartością połowy *i k*, będziemy mieli narysowane żądane sklepienie.

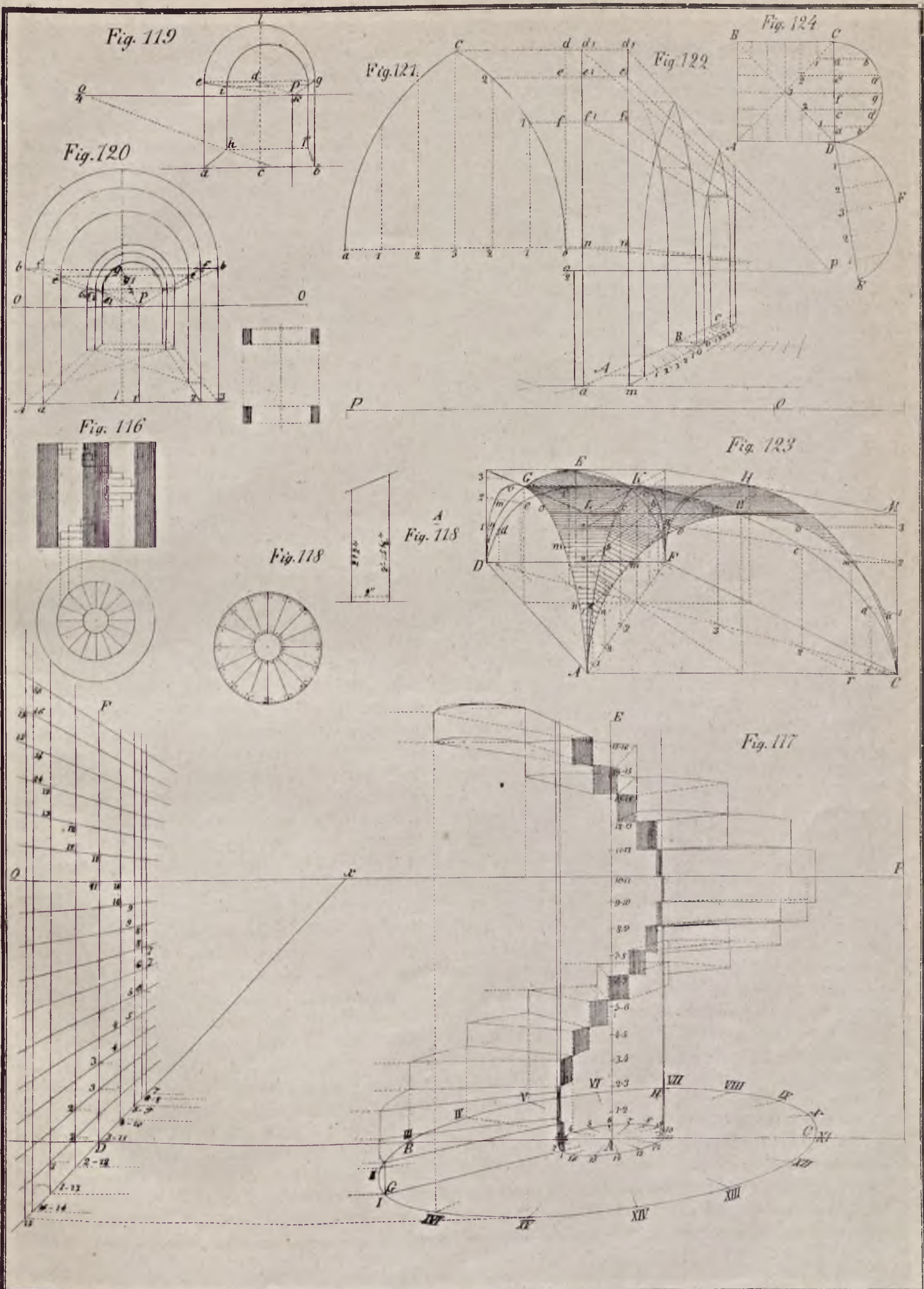
84. Zadanie fig. 120. Narysować z punktu *A* prostopadle do obrazu podług rysu geometrycznego sklepienie walcowe, wzmocnione pasami 12 cali grubemi 2 stopy szerokiemi, opartemi na słupach tych samych wymiarów, w odstępach po 8 stóp od siebie. — Szerokość miejsca między słupami 8 stóp, a zatém między ścianami zewnętrznemi sklepienia 12 stóp; wysokość ścian pionowych 7'. — Poprowadziwszy przez punkt *A* poziomą, odmierzam na niéj od *A* do *a* jednę stopę, od *a* do 1 stóp 4, i tyleż do 2; od 2 do 3 jednę stopę. Od punktów tych, *A*' *a*, 1, 2, 3 prowadzę do *P*, a oznaczywszy na *a P* wymiary dane, to jest po 2' na szerokość słupów, 8 stóp na ich odległość od siebie, kładę przez te punkta poziome, które dają rzut poziomy słupów i sklepienia, stosownie do rysu geometrycznege. Z punktów tego rzutu wyprowadzam pionowe, a zrobiwszy *a f* = 6' i położywszy przez *f* poziomą, otrzymamy punkta *b*, *b* i środek *g*, od których prowadzę do *P*, i otrzymam przecięcia jak *b* 1, *f* 1, *e* 1, oraz środki poziomych przez punkta te położonych, na linii *g* P, jak *g* 1 i t. d. Ze środków tych zakreślając łuki odpowiednią otwartością, jak np. z punktu *g* otwartością *g f*, z punktu *g* 1 otwartością *g* 1 *e*, będziemy mieli narysowane żądane sklepienie.

Łuki gotyckie, jak wyżéj nadmieniliśmy, zakreślają się otwartością większą aniżeli jest połowa szerokości otworu. Zwykle nakreśla się łuk całą szerokością, jak np. na fig. 121, łuki *a c*, *c b* zakreślone są z punktów *a*, *b* całą otwartością *a b*. Jak koła rysują się za pomocą punktów na ich obwodzie oznaczonych, tak też i łuki gotyckie rysujemy oznaczając na nich upodobalną liczbę punktów, które znajdujemy rysując wysokości, jak *c* 3,— 2, 2 — 1, 1, i szerokości odpowiednie, jak *b* 3, *b* 2, *b* 1.— Podług tego objaśnienia potrafimy wykonać następujące zadanie.

85. Zadanie fig, 122. Z punktu *a*, prostopadle do obrazu narysować 3 słupy, filary, po 2' w kwadrat mające, 6' wysokie, po 10' od siebie oddalone i takowe połączyć z sobą łukami gotyckiemi całą szerokością otworu zakreślonemi. Narysowawszy rzut poziomy trzech filarów, jak widać przy *A*, *B*, *C*, i wyprowadziwszy pionowe, rysuję profil fig. 121, stosownie do danego wymiaru szerokości podług podziałki wziętéj z wysokości horyzontu. Odmierzywszy na pionowych z *a* i *m* wyprowadzonych *a n* i *m n*, 6 stóp, przenoszę punkta profilu, *c*, 2, 1, do *d* 1, *e* 1 *f* 1, od których prowadzę do *P*. Na liniję *m P* przenoszę pomiędzy narysowane filary szerokości profilu *b* 1, *b* 2, *b* 3 i t. d., do punktów 1, 2, 3 i t. d., z których wyprowadzam pionowe, a ich przecięcia z linijami od *d* 1, *e* 1, *f* 1 do *P* poprowadzonemi, dadzą punkta narysować się mających łuków na ścianie frontowéj. Aby znaleść punkta łuków tylnéj ściany, o ile takowe są widzialne, postępuję jak przy rysowaniu podobnych łuków kołowych na figurach 104 i 106.— Przez otrzymane przecięcia poprowadziwszy odpowiednie linije krzywe, będziemy mieli narysowane żądane łuki gotyckie.— Łatwą będzie rzeczą podług danego tu wykreślenia narysować sklepienie gotyckie w ścianie do obrazu równoległéj, gdyż się wszystko rysuje geometrycznie.

Sklepienie krzyżowe. Dwa sklepienia przecinające się w kierunku do siebie prostopadłym, tworzą sklepienie krzyżowe; jeżeli się przecinają z sobą dwa sklepienia walcowe, będziemy mieli, walcowe-krzyżowe; jeżeli zaś przecinają się sklepienia gotyckie, mamy krzyżowe-gotyckie. Jeżeli sklepienia przecinające się mają jednakową szerokość i wysokość, miejsce niemi pokryte jest kwadratem. Gdyby bowiem jedno ze sklepień przecinających się było dłuższe, natenczas część wychodząca za kwadrat tworzyłaby oddzielne, pojedyńcze sklepienie, które już wyżéj opisaliśmy, i takowe nie należy do sklepienia krzyżowego. Takie sklepienia walcowe krzyżowe, w którychby jedno sklepienie było przedłużone, rzadko się zdarzają; lecz sklepienia gotyckie pokrywające prostokąt, często są przecinane takiemiż sklepieniami téj samej wysokości, jak to często w budowlach kościołów gotyckich widzimy. — Gotyckie też sklepienia

Tab. VII



J. C. grav. Дозволено Цензурою 27 Апрѣл. w Lit. W. Otto Krak. Przed. № 69 w Warszawie 1875

bywają przecinane niższemi sklepieniami, lecz walcowe zawsze jednej są wysokości; dla tego tylko w sklepieniach gotyckich dwa odróżniamy gatunki.

Sklepienie krzyżowe walcowe. Niech nam fig. 123 wystawia kwadrat *A D F C*, perspektywicznie narysowany, który ma być pokryty sklepieniem krzyżowém walcowém. Łuki *A B C*, *D E F* wystawiają nam brzegi walca idącego w kierunku *A D*, *B E*, *C F*, jak okazuje kierunek cieniowania. Drugie sklepienie walcowe idzie w kierunku do pierwszego prostopadłym, i kierunek ten wystawiają nam łuki *A G D*, *C H F*, i odpowiedni kierunek cieniowania. Obadwa te sklepienia przecinają się, czyli tworzą przecięcia odpowiadające przekątniom kwadratu, *C D*, *A F* i tworzą dwa łuki przekątniowe *D K e d C*, oraz *A b K F*. W rysunku więc perspektywicznym, w którym sklepienie od dołu jest widziane, będziemy mieli do narysowania nietylko łuki kołowe *A B C*, *D E F*, *A G D* i *C H F*, ale głównie łuki przekątniowe *D K C*, *A K F*. Pierwsze łuki, kołowe, umiemy już rysować; ztąd główną będzie rzeczą poznać sposoby rysowania łuków z przecięcia się dwóch sklepień walcowych utworzonych, a na przekątniach kwadratu leżących. Jak dokładność rysować się mającego perspektywicznie koła zależy od ilości punktów na jego obwodzie oznaczonych, tak też dokładność w rysowaniu tych łuków przekątniowych, zależeć będzie od ilości punktów, jakie na obwodach kół *A G D*, i *A B C* oznaczymy. Zwykle podawane sposoby, uważane jako pewne skrócenia, dają tylko dla półkola 4 punkta. Podaję więc ogólny sposób, wykreślając łuk z 8 punktów, podług którego, stosownie do wielkości łuków, każdy odpowiednią ilość punktów oznaczyć może. Jak trzy są sposoby narysowania geometrycznie łuku przekątniowego, tak też i w rysunku perspektywicznym mamy trzy sposoby rysowania sklepień krzyżowych walcowych.

a) Pierwszy sposób: Niech nam fig. 124 wystawia kwadrat *A B C D*, pokryty sklepieniem krzyżowém walcowém. Walce (albo raczej półwalce) przecinają się na przekątniach *A C*, *B D*, a poprowadziwszy w pewnych, równych odstępach linije do boków kwadratu równoległe, otrzymamy obok środka 3, punkta, jak np. 2, 1.— Wysokość tych punktów leżących na przekątniach znajdujemy rysując łuk na boku kwadratu, np. na *C D*; a przedłużając linije równoległe do *A D*, otrzymamy na łuku punkta *b*, *d*, *g*; długości zaś, *a b*, *c d*, *f g*, wyrażają wysokości punktów 1, 2, 3 na przekątniach. Aby te wysokości odpowiednio do przekątni narysować, prowadzę dowolną liniję *D E*, i robię *D E* równe przekątni kwadratu, to jest *D E* równe *A C* — *B D*, i z tych ostatnich przenoszę punkta 1, 2, 3, 2, 1, na liniję *D E*. Z oznaczonych tym sposobem na linii *D E* punktów, wyprowadzam prostopadłe do *D E*, i robię je odpowiednio równe długościom *a b*, *c d*, *f g*, i będziemy mieli narysowany łuk przekątniowy *E F D*, łącząc końce tych prostopadłych liniją krzywą.

b) Drugi sposób. Jeżeli na wysokościach sklepień (fig. 123) *A L*, *C M*, oznaczymy punkta do narysowania łuków *A B C*, *A G D* potrzebne, i od nich równolegle do przekątni *A F*, *C D* poprowadzimy linije, takowe przecinają łuki w równych wysokościach jak *d d*, *e e*, *a a*, *b b*, i t. d., a oznaczywszy na przekątniach kwadratu spadki tych punktów przez pionowe, jak *d* 1, *e* 2, *f* 3, będziemy mogli odwrotnie mając te punkca 1 2, 3, i odpowiednie im wysokości dane na linijach *A L*, *C M* narysować łuk przekątniowy. Głównie więc rysunek perspektywiczny zależeć będzie od prowadzenia równoległych do przekątni *A F*, *C D*. Jeżeli więc bok kwadratu *A C* jest równoległy do podstawy obrazu, przekątnie *A F*, *C D* i linije do nich równoległe schodzić się będą w punktach oddalenia. Mając przeto rysować takie sklepienie na obrazie, na którym dane są całkowite oddalenia, sposób ten rysowania jest bardzo dogodny, gdyż od punktów 1, 2, 3 na *C M* danych prowadzić będziemy do jednego punktu oddalenia; od punktów tych samych na pienowej *A L* prowadzić będziemy do drugiego punktu oddalenia. Punkta zaś na przekątniach 1, 2, 3, otrzymamy spuszczając prostopadłe, jak *m r*, i prowadząc od *r* do punktu celnego.

c) Trzeci sposób. Dajmy, iż ffig 123) łuki *A B C*-*D G A* są narysowane z 8 punktów, że zatém połowa ich jak *A B*, *B C*, *A G* podzielona jest na 4 części równe w punktach *n*, *m*, *o*, które odniesione na podstawę, dają następnie na przekątniach punkta 1, 2, 3. Prowadząc od *n*, *m*, *o* na łuku *A B* równoległe do boku *A D*, i od tych samych punktów na łuku *A G* równoległe do boku *A C*, linije te przecinać się będą na łuku przekątniowym. Jeżeli bok *A C* jest równoległy do podstawy obrazu, linije do niego równoległe będą geometrycznie równoległe; bok zaś *A D* jako do obrazu prostopadły, pójdzie do punktu celnego, i wszelkie linije do *A D* równoległe w tym punkcie schodzić się będą. Zdawać się może, iż sposób ten jest bardzo łatwy, gdyż potrzeba tylko rysować linije do punktu celnego idące i linije do podstawy obrazu równoległe; lecz do poprowadzenia tych ostatnich potrzeba na ścianach bocznych narysować półkola, co dosyć jest mozolném.

86. Zadanie fig. 125. Dany kwadrat *A B C D* mamy pokryć sklepieniem krzyżowem walcowem. Ściany pionowe 6 stóp wysokie; łuki mają być narysowane z 8 punktów (tak jak całe koło z 16).— Odmierzywszy na pionowych *A a*, *D B* po 6 stóp, kładę poziomą *a b*, której środek jest *c*. Zakreśliwszy otwartością *c a* łuk wyprowadzam z *c* pionową, która dzieli łuk w punkcie *d*, podstawę zaś w punkcie *k*, na dwie równe części. Łuki *d a*, *d b* dzielę w punktach *e*, *f*, *g* na 4 części równe; z punktów podziałowych spuszczam pionowe do podstawy *A D*, które dają punkta 1, 2, 3 — 1, 2, 3. Pionowe z punktów *A*, *B*, *C*, *D*, i linije od *a* i *b* do *P* poprowadzone, dają rysunek ścian bocznych *A a h B*, *D b. i C*.— Dzieląc *h i* na dwie równe części, zakreśla się ze środka tego, pół-

kole na średnicy *h i*. Mamy więc narysowane brzegi sklepienia do obrazu równoległe. Narysowawszy przekątnie które dają w przecięciu *O* środek łuków, i poprowadziwszy od 1, 2, 3, na podstawie do *P*, otrzymamy na przekątniach przecięcia, z których się wyprowadzają pionowe aż do przecięcia z odpowiednią liniją od *d*, *e*, *f*, *g* na łuku oznaczonych do *P*. Przecięcia te łączac linijami krzywemi, otrzymamy rysunek łuków przekątniowych. Aby na ścianach bocznych narysować przecięcia się walca z temi ścianami, przenoszę punkta podziałowe łuku *d*, *e*, *f*, *g* na pionową z *A* wyprowadzoną do *d* 1, *e* 1, *f* 1, *g* 1, i od nich prowadzę do *P*; a narysowawszy przekątnie ze środka *S* poprowadzone, i spuszczając z przecięć pionowe, możemy narysować półkole z 8 punktów. W wykreśleniu tém przecinają się linije pod kątem często bardzo ostrym, ztąd przecięcie jest niedokładne; w takim razie potrzeba narysować na ścianie wspomnione półkole, i od oznaczonych na nim punktów prowadzić odpowiednie poziome.

Mając narysowany łuk na jednéj stronie, można część widzialną tego łuku na drugiéj ścianie narysować, wyprowadzając pionowe z punktów na *D C* oznaczonych, które otrzymamy kładąc przez punkta na przekątniach *C O*, *O D* narysowanych linije poziome, i kładąc poziome od punktów narysowanego łuku na ścianie po lewéj stronie.

87. Zadanie fig. 126. Mając dane na obrazie punkta oddalenia *O*, *O*, lub mogąc dostatecznie przedłużyć horyzont, aby na nim punkta oddalenia oznaczyć, na danym kwadracie *A B C D* narysować sklepienie krzyżowe walcowe.— Robiąc to samo wykreślenie jak w poprzedzającém zadaniu, podzieliwszy łuk *a d' b* na 8 części równych, przeniosłszy punkta podziałowe na pionowe z *A* i *B* wyprowadzone, prowadzę od punktów na łuku, a w szczególności np. od *d* do *P* i od *d* 1 do *O*, a przecięcie daje środek sklepienia; linije od *e* do *P* przecinam linijami od *e* 1 do *O*, uważając, iż linije od *O* prowadzone przecinają zawsze dwie linije od łuku prowadzone, dają więc dwa przecięcia leżące na jednéj i téj samé przekątni łukowéj, jak *m* i *m*, *n* i *n*.

88. Zadanie fig. 127. Kwadrat *A B C D* pokryć jak poprzednio, sklepieniem krzyżowém walcowém, robiąc wykreślenie trzecim sposobem. Narysowawszy ściany i łuki, dzielę łuk *a d b* dla uproszczenia rysunku tylko na 6 części równych; punkta podziałowe przenoszę na pionowe z *A* i *D* wyprowadzone, i rysuję na obudwóch ścianach półkola, oznaczając na nich otrzymane punkta 1, 2, 3, 2, 1. Aby znaleść środek koła, prowadzę w prostokątach *A a h B*, i *C i b D*, przekątnie, które dają środek *r r*. Jeżeli rysunek łuków *a* 3 *h*, *b* 3 *i* dobrze jest wykonany, punkta odpowiednie na nich, leżą na jednéj linii pozioméj. Poprowadziwszy takowe, jak 3, 3,—2, 2 i t. d., przecinam je liniją od odpowiedniego punktu na łuku *a d b* do *P* poprowadzoną. Tak np. *d P* przetnie 3, 3 i da punkt środkowy; poprowadzone od *e e*, przetną linije 2, 2 i t. d.— Dokładność tego rysunku głównie zależy od ilości punktów na bocznych łukach, i od akuratnego ich oznaczenia.

Uwaga. Sklepienia krzyżowe, tak walcowe jako też gotyckie, opierają się w narożnikach na słupach czyli filarach, jak to okazuje rys geometryczny przy fig. 128. Lecz filary te w niczém nie zmieniają wskazanego wykreślenia, gdyż na łuki przekątniowe żadnego nie mają wpływu, jak to przy sklepieniu gotyckiém zaraz widzieć będziemy. Za podstawę do wykreślenia przekątni, służy bowiem kwadrat jaki tworzą wewnętrzne narożniki filarów, jak to okazuje wspomniony rys geometryczny *a b c d* przy fig. 128. Jedynie dla uproszczenia rysunku, filary te w poprzedzających przykładach opuszczone zostały. Filary te mogą być w obie strony przedłużone, i wtenczas tworzą się przejścia czyli ganki (niższe), pokryte pojedyńczém sklepieniem. W walcowém sklepieniu krzyżowém przedłużenia te sklepień zawsze mają jednę i tę samą wysokość, jaką ma sklepienie krzyżowe; lecz w sklepieniach gotyckich mogą być boczne sklepienia rozmaitéj wysokości, jak to widzimy w kościołach z gotyckiém sklepieniem, w których niższe, przecinają główne, wyższe sklepienie.

89. Zadanie fig. 128. Z punktu *A* przy linii *A B* równoległéj do podstawy, mamy narysować sklepienie gotyckie krzyżowe, pokrywające kwadrat, którego bok ma 14 stóp, podług rysu geometycznego, z którego widzimy, iż sklepienie to ma spoczywać na 4 filarach po 2 stopy w kwadrat mających— a przekątnie w kwadracie wskazują. iż obadwa sklepienia schodzą się w jednym punkcie, są zatém równéj wysokości. Szerokość otworu 10 stóp; łuki zakreślone są całą szerokością otworu. Oznaczywszy na *A B* dane wymiary, rysuję rzut poziomy filarów i prowadzę przekątnie, które dają jako środek punkt *o* 1. Mając odmierzoną wysokość filarów, zakreślam łuki z *g*, i *m* całą otwartością *g m*, które się przecinają w *e*. Również z punktów *h*, *i* zakreślam łuki *h r*, *r i*. Łuki *m e*, *e g* dzielę na upodobalną liczbę części które nie potrzebują być równe, w punktach np. *f*, *g*. Do wykreślenia przekątni używa się sposobu podanego na fig. 125, podług którego przeniesiemy za pomocą pionowych punkta *f*, *g* łuków, na podstawę *A B*, a poprowadzone od nich do *P* dają przecięcia na przekątniach kwadratu. Prowadzę od *e*, *f*, *g*, na łukach do *P*, i przecinam je odpowiednią pionową z punktu na przekątni kwadratu wyprowadzoną. Otrzymane przecięcia łącząc linijami krzywemi, będziemy mieli narysowane sklepienie krzyżowe. Aby narysować przecięcie się sklepienia ze ścianami bocznemi, o ile takowe jest widzialne, potrzeba przenieść punkta *e*, *f*, *g* na pionowe z *A* i *B* wyprowadzone, i od nich prowadzić do punktu celnego. Oznaczone na przekątniach kwadratu punkta, przenoszę na boki *A D* i *C B*, i z nich wyprowadzam pionowe, które

Fig. 125

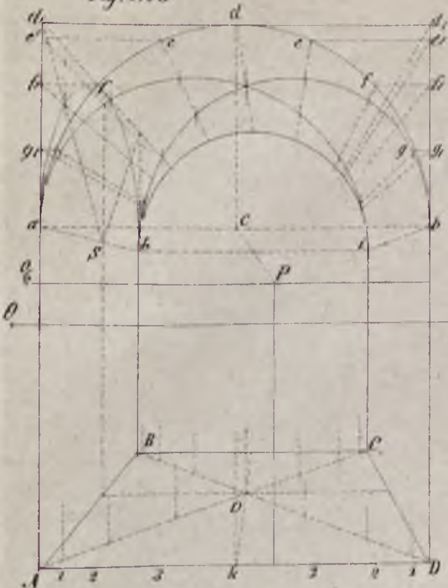


Fig. 126

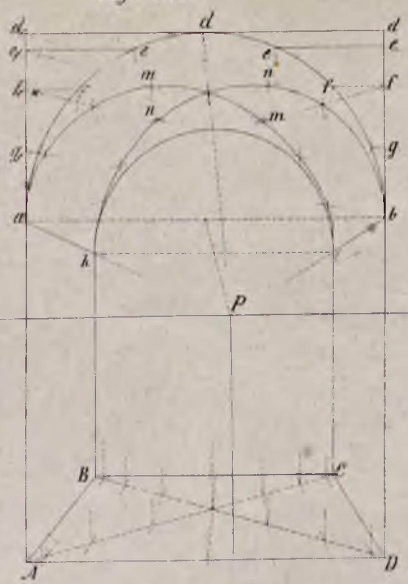


Fig. 127

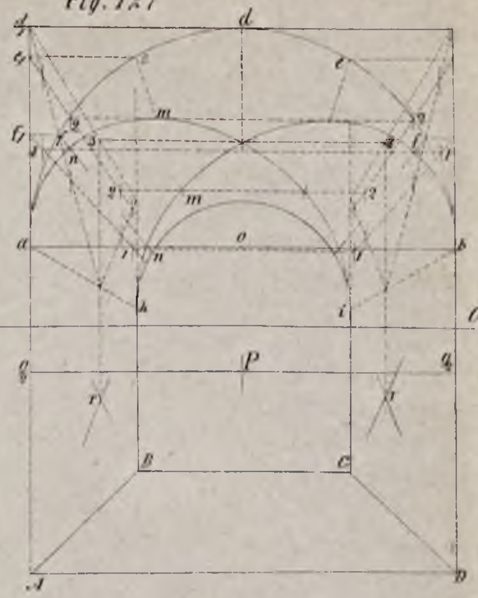


Fig. 128

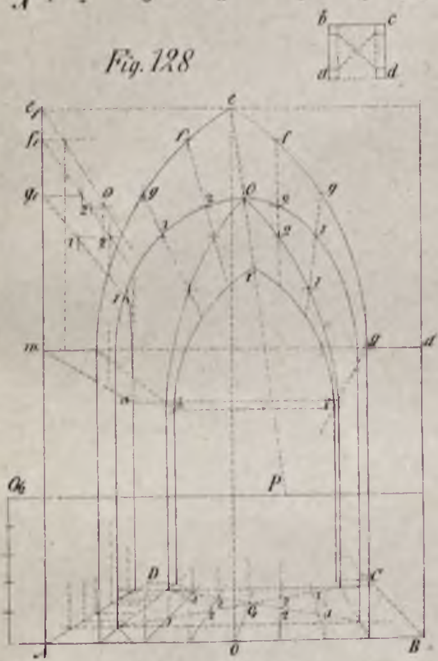


Fig. 130

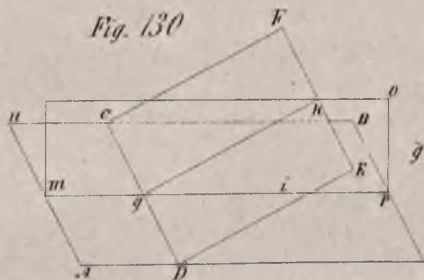


Fig. 131

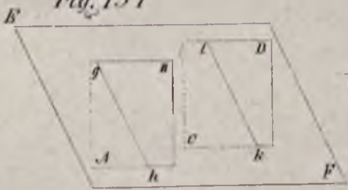


Fig. 132

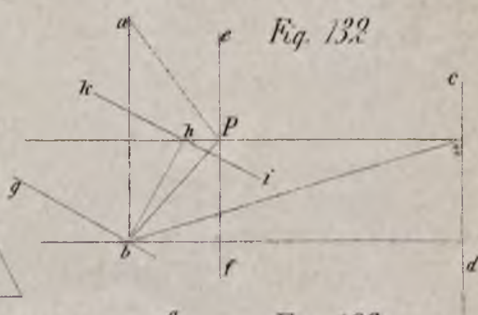


Fig. 133

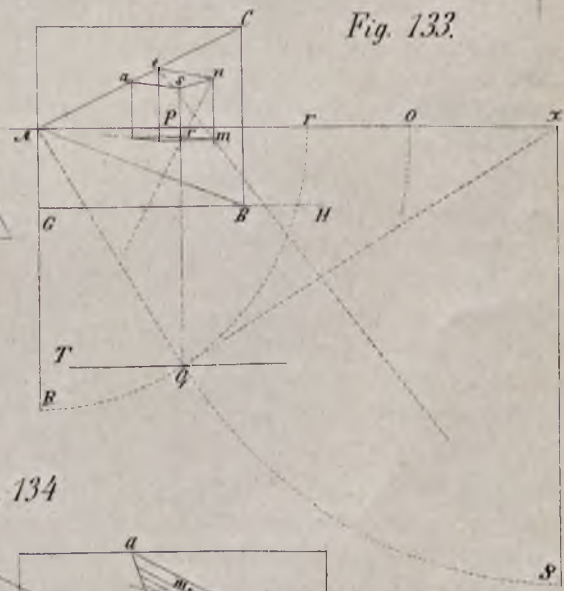


Fig. 129

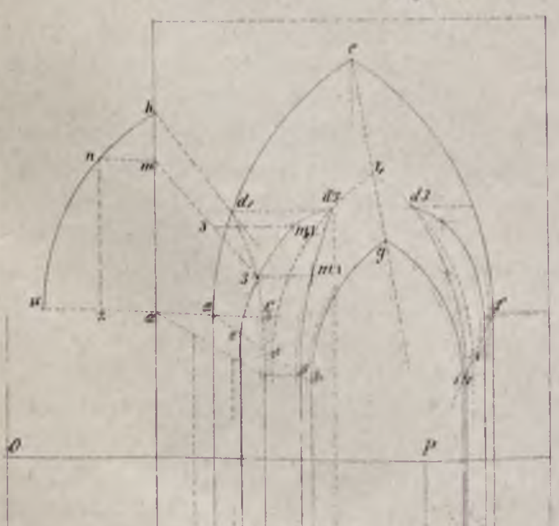
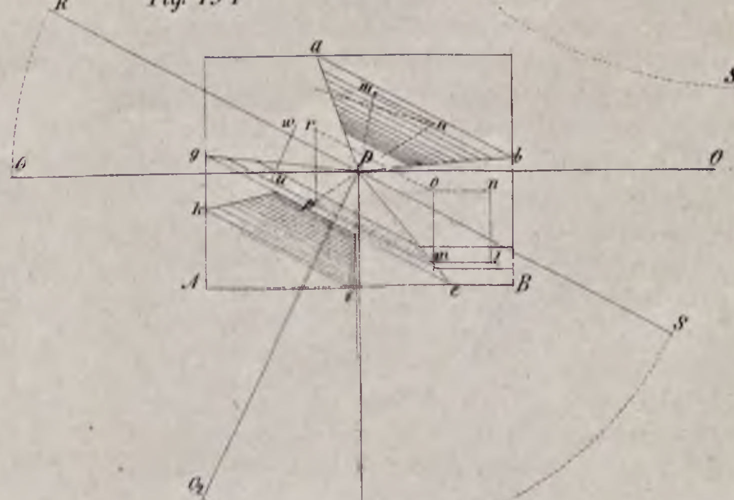


Fig. 134



dają przecięcia 1, 2, *o* 2, 1, które służą do nakreślenia żądanego łuku, dochodzącego do *n m.*

90. Zadanie fig. 129. Przy linii *A B* równoległéj do podstawy, zaczynając od punktu *A* narysować sklepienie gotyckie, w świetle 10 stóp szerokie, spoczywające na filarach 2' w kwadrat mających, przecięte niższém sklepieniem 8 stóp w świetle szerokiém. Narysowawszy podług danych wymiarów rzut poziomy filarów i oznaczywszy środki *r*, *r*, niższego sklepienia, wyprowadziwszy pionowe, rysuję geometrycznie łuki głównego sklepienia *d e f*, i *h g i.* Oznaczywszy środek tak głównego jak i mniejszego sklepienia w punktach *t t*, zakreślam całą otwartością łuki, które się przetną w *t* 1. Na tych łukach leży wierzchołek niższego sklepienia; aby ten punkt przecięcia *(d* 3) znaleść, przedłużam poziomą *d a* i robię *a u* — *a C* = 4 stopom. Z punktu *C* otwartością *C a* zakreślam łuk *u h*, od *h* prowadzę do *P*, a z punktu *w* jako środka szerokości otworu wyprowadzając pionową, otrzymam *d* 1; położona przez *d* 1 pozioma, da żądane przecięcie *d* 3.— Aby narysować łuki mniejszego sklepienia *d* 3 *s*, obieram, stosownie do wielkości rysunku, na łuku *u h* dowolną liczbę punktów, jak np. *n*, przez który kładę poziomą *n m*, i spuszczam pionową *n z*. Od *m* prowadzę do *P*, szerokość zaś *u z* przenoszę na rzut poziomy, do *z;* następnie do *z* 1, z którego wyprowadzam pionową, która daje punkt 3 — i przedłużam poziomą *z* 1, *z*, która przetnie linię *c p*, Położywszy przez 3 poziomą, z otrzymanego przecięcia na *c p*, wyprowadzając pionową, otrzymamy punkta jak *m* 1, służące do nakreślenia łuków.

ROZDZIAŁ IVty

O płaszczyznach pochyłych.

Wszystkie dotąd dane przykłady w zadaniach, rysowaliśmy na trzech płaszczyznach, wyżéj opisanych, to jest: albo na płaszczyznie poziomej, albo do obrazu równoległéj, albo też na pionowéj do obrazu prostopadłéj. Lecz należy także poznać i inne płaszczyzny, które się w ogólności nazywają pochyłemi. Z tych jedne są pojedynczo pochyłe, to jest albo do obrazu albo do płaszczyzny poziomej nachylone; drugie są podwójnie nachylone, to jest są nachylone tak do płaszczyzny obrazu, jako też do płaszczyzny poziomej. Jak ważną jest znajomość płaszczyzn pochyłych, najlepiéj przekonywają błędy, jakie popełniają autorowie nauki perspektywy, którzy z przedmiotem nie są dostatecznie obeznani. Tak np. Schrekfuss (1858) na Tabl. 4-ej, odniosł dwie różne płaszczyzny pochyłe do jednéj granicy; na tabl. 12 odbicie w zwierciedle zupełnie błędliwie jest narysowane — jakkolwiek z innych względów nauka jego ma swoje zalety. Nauki o cieniach perspektywicznych, gruntownie bez znajomości płaszczyzn pochyłych poznać nie można. O popełnionym przez Tenot'a (profesora perspektywy w Paryżu), błędzie w narysowaniu cienia na fig. 144, już wyżéj nadmieniliśmy.— Chcę więc w krótkości przynajmniéj wyłożyć ważniejsze własności płaszczyzn pochyłych. Samo się przez się rozumie, że przedmiot ten bez znajomości płaszczyzn z geometryi elementarnéj, zrozumianym być nie może.

Płaszczyzna jest powierzchnią, do której przyłożona w jakimkolwiek kierunku linija prosta, wszystkiemi punktami do niéj przystaje. Powierzchnie zaś są bardzo rozmaite, stosownie do kształtu bryłniemi otoczonych. Każde dwie płaszczyzny do siebie nachylone, przecinają się po linii prostéj; czyli przecięcie się dwóch płaszczyzn, jest liniją prostą. Wielkość nachylenia tych płaszczyzn względem siebie, oznacza się czyli mierzy kątem, tak zwanym kątem nachylenia, którego ramiona leżą na płaszczyznach przecinających się, i są do przecięcia tych płaszczyzn prostopadłe. Tak w fig. 130, płaszczyzna *D F* jest do płaszczyzny *A B* nachyloną, i przecięcie ich jest linija prosta *C D.* Wielkość tego nachylenia wyraża kąt *h g i*, którego ramiona *h g*, *i g* są do *C D* prostopadłe, i kąt ten jest kątem nachylenia tych dwóch płaszczyzn. Ponieważ przez trzy punkta jednę tylko płaszczyznę położyć można, przeto z wyobrażenia o kącie nachylenia wynika, iż płaszczyzna przez jego ramiona położona, jest do obudwóch płaszczyzn prostopadłą. Tak płaszczyzna *m n o p*, położona przez ramiona kąta nachylenia *h g i* jest do obudwóch płaszczyzn prostopadłą. Przecięcia jednéj płaszczyzny z płaszczyznami do siebie równoległemi, są także do siebie równoległe. Tak w fig. 131 płaszczyzny, *A B*, *C D* do siebie równoległe, przecinają trzecią *E F*, po linijach *g h*, *i k*; te więc linije są do siebie równoległe. Jak wszelkie płaszczyzny poziome schodzą się z sobą w znaczném oddaleniu, a na obrazie schodzą się na horyzoncie obrazowym—płaszczyzny pionowe do obrazu prostopadłe schodzą się na linii pionowéj przez punkt celny przechodzącéj i liniję tę nazwaliśmy granicą tych płaszczyzn—tak też wszelkie inne płaszczyzny do siebie równoległe schodzą się z sobą w znaczném oddaleniu, po linii prostéj, która się nazywa ich granicą, dla odróżnienia jéj od horyzontu poziomego. Przecięcie płaszczyzn z obrazem nazywa się ich podstawą obrazową; przecięcie z płaszczyzną poziomą, podstawą poziomą. Granice płaszczyzn pochyłych, równie jak prostych zawsze są do podstawy obrazowej równoległe. Jeżeli (fig. 132) linija pionowa *a b* wystawia nam przecięcie płaszczyzny z obrazem, linija ta, jak wiemy jest podstawą obrazową; a jeżeli płaszczyzna ta przecina poziomą po linii do punktu celnego idącéj, granica jéj jest pionowa przez punkt celny przechodząca, a zatém równoległa do *a b*—czyli, granica jest do podstawy obrazowéj równoległą. Jeżeli *a b* jest podstawą płaszczyzny, któréj podstawa pozioma idzie do punktu *z* na horyzoncie, poprowadzimy przez *z* pionową *c d*, a zatem równoległą do *a b*, i linija *c d* jest granicą téj płaszczyzny. Jeżeli *g b* jest podstawą obrazową płaszczyzny, któréj podstawa pozioma idzie do punktu *h*, linija przez *h* poprowadzona równoległa do *g b*, jest téj płaszczyzny granicą.

a) P ł a s z c z y z n y p o j e d y ń c z o p o c h y ł e. Trzy tylko mamy gatunki płaszczyzn pojedyńczo pochyłych, to jest: albo mają podstawę obrazową, a tém samém i granicę pionową, lecz ich podstawa pozioma idzie do punktu wypadkowego na horyzoncie, jak *a b z*; albo podstawa obrazowa jest nachylona, lecz podstawa pozioma idzie do punktu celnego; albo nakoniec takie, które są do obrazu równoległe, mają tylko podstawę poziomą do horyzontu i podstawy obrazu równoległą.—Jak dla płaszczyzn poziomych punktem celnym jest punkt w którym się schodzą linije do obrazu prostopadłe, tak też płaszczyzny pochyłe mają podobny punkt na swej granicy, w którym się schodzą linije do ich podstaw prostopadłe; punkt ten dla odróżnienia od punktu celnego, nazywać będziemy punktem głównym.

Pierwszy gatunek płaszczyzn pojedyńczo pochyłych przedstawia nam (fig. 133), płaszczyzna *A B C*, któréj podstawa obrazowa jest pionowa *C B*, lecz granica pozioma idzie do punktu wypadkowego *A*, a że *A B* jest do podstawy *B C* prostopadłą, przeto punkt *A* na granicy *A G R* jest punktem głównym, gdyż *A G R* jako pionowa jest do podstawy *B C* równoległą. Z powodu zamienionego horyzontu poziomego na granicę pionową, zmienia się także oddalenie, horyzont bowiem zamienił się na oś widzenia. Oddaleniem jest linija *A 0* 1, która się na horyzont do *r*, a na granicy do *R* przenosi. Punkta więc *R*, *r* są dla téj płaszczyzny punktami oddalenia. Możemy sobie w myśli wystawić figurę 133 tak obróconą, iż horyzont *A x* weźmie położenie pionowe, a granica *A R* położenie poziome. Mając oznaczoną granicę, punkt główny i punkt oddalenia, potrafimy na téj płaszczyznie wszystko rysować, gdyż się na niéj tak rysuje jak na płaszczyznie pozioméj. Chcąc np. na linii *m n* do podstawy *B C* równoległéj narysować kwadrat, poprowadzimy od *m*, i *n* do *A*; linija *n R* da przecięcie, przez które położona równoległa do *B C* dokończy kwadrat. Takie płaszczyzny przedstawiają nam ściany domów ukośnie do obrazu stojących. Przy ścianach takich mogą być przedmioty, np. balkony do nich prostopadłe; należy więc poznać sposób rysowania linij, do tych płaszczyzn prostopadłych. Linije do płaszczyzny *A B C* prostopadłe tworzą z nią kąt prosty, narysujemy więc kąt prosty *A 0* 1, *x*, a tak punkt *x* jest wypadkowym dla linij do *A B* prostopadłych. Poprowadzone więc od *x* przec *n*, *s*, *m*, *r* są żądane prostopadłe; lecz aby na nich odmierzyć długości równe *n m*, potrzeba z *x* spuścić pionową, która jest granicą płaszczyzn przez *t*, *n*, *m*, położonych. Przenosząc więc oddalenie *x 0* 1 do *S*, punkt *S* jest punktem oddalenia dla tych płaszczyzn; poprowadziwszy więc od *S* przez *m* otrzymamy *n t* = *m n*. Dalsze wykreślenie sześcianu jest jak na płaszczyznie poziomej, uważając punkt *A* za celny.

Kąt *A B G* nie jest kątem nachylenia płaszczyzny *A B C* do obrazu, gdyż *A B* nie jest do *G B* prostopadłą. Kąt ten jak wiemy, zmierzymy poprowadziwszy od *A* do *0* 1; zmierzymy kąt *A 0* 1 *P*; takowy odejmiemy od prostego czyli od 90°, a reszta daje kąt jaki linija *A B* tworzy z podstawą obrazu, to iest kąt *A 0* 1 *T*. Można także bezpośrednio ten kąt zmierzyć, prowadząc przez *0* 1 poziomą *0* 1 *T*, mierząc przenośnikiem kąt *A 0* 1 *T*. Ponieważ *A P* jest styczną kata *A 0* 1 *P*, przeto mając podziałkę stycznych i zmierzywszy za pomocą takowéj kąt *A 0* 1 *P*, odejmiemy takowy od kąta prostego, a reszta da kąt *A B G*, równy *A 0* 1 *T*.

Linije do podstawy *B C* równoległe, pozostają jako pionowe, geometrycznie równoległe i długości na nich mierzą się geometrycznie.

Drugi gatunek płaszczyzn pojedyńczo pochyłych przedstawia fig. 134, w któréj płaszczyzny, *a P b*, *g P e*, *k P i* są wprawdzie do obrazu prostopadłe, ale do poziomej są nachylone—podstawy bowiem poziome *e P*, *b P* idą do punku celnego *P*; lecz podstawa obrazowa *g e*, *k i* jest do płaszczyzny poziomej, a tém samém do podstawy obrazu nachyloną. — Ponieważ prostopadłe do ich podstaw idą do punktu celnego, przeto takowy jest zarazem punktem głównym, a poprowadzona przez ten punkt linija *R S* do podstawy obrazowéj równoległa, jest granicą tych płaszczyzn. Osią widzenia będzie linija *P 0* 2 do granicy *R S* prostopadła z punktu głównego *P* wyprowadzona. Na oś tę przeniosłszy oddalenie *0* 1 do *0* 2, punkt ten *0* 2 jest punktem pomocniczym, i odległość tę przeniósłszy do *R* i *S*, punkta te są punktami oddalenia. Widzimy więc, iż dla tych płaszczyzn oddalenie się nie zmienia. Podług tych punktów rysuje się na tych płaszczyznach wszystko jak na poziomej. Tak np. mając na linii *m n* równoległej do podstawy *a b* narysować kwadrat, użyjemy do narysowania takowego punktu *R* lub *S* jako punktu oddalenia, punktu *P* jako celnego. Mając z punktu *p* wyprowadzić pionową, równą danéj długości np. równą linii *l n*, prowadzę przez *p* równoległą do podstawy *g e*, aż do poziomej *e P*, do *m*, z którego wyprowadzam pionową *m o* równą danéj *l n*; przez *o* kładę równoległą do *p m*, która da przecięcie *r*, a tak *p r* = *m o* = *l n*. Ponieważ *g e* i *A e* są do przecięcia *e P* prostopadłe, przeto kąt *g e A* jest kątem nachylenia téj płaszczyzny do poziomej, i dla tego mierzy się bezpośrednio przenośnikiem. Lecz kąt *A e g* równy jest kątowi *R P 0*; przeto i te kąty dają bezpośrednio wielkość nachylenia. Ta sama miara jaka służy dla *A B* podstawy obrazu, służy też dla podstawy *e g*. Linije do téj płaszczyzny prostopadłe, jak *u w*, będąc równoległe do obrazu, są geometrycznie do siebie równoległe i dla tego nie mają punktu zbiegu.

Trzeci gatunek płaszczyzn pojedynczo pochyłych, przedstawia fig. 135 Tabl. IX w którój *a b* jest podstawą obrazu. Wystawmy sobie, iż na płaszczyźnie poziomój przechodzącój przez podstawę obrazu (płaszczyzna stanowiska) leży druga taka płaszczyzna, lecz ruchoma, która się około linii *c d* równoległój do *a b* jakby około osi obracała, tak iż albo *nad* płaszczyznę poziomą się wznosi, albo téż *pod* nią się spuszcza.

W pierwszym razie, to jest podnosząc się w górę, jak to na fig. 135 przyjęto, łatwo pojmujemy, iż jéj granica wzniesie się nad horyzont obrazu; a że jéj podstawa pozioma jest równoległa do horyzontu, przeto téż jej granica musi być poziomą czyli do horyzontu równoległą. Ponieważ względem téj płaszczyzny stanowisko, a tém samém położenie punktu ocznego się nie zmienia, przeto punkt główny będzie leżał na przedłużonéj osi widzenia. Dlatego przedłużając oś *P 0* 1, aż do przeciecia się z granicą w punkcie *Z*, punkt ten będzie puntem głównym, i takowy zawsze tą literą oznaczać będziemy. Oddalenie dla téj płaszczyzny jest linija *Z 0*; przenosząc więc długość tę na granicę od punktu głównego *Z* do *r*, po obudwóch stronach, punkta te będą punktami oddalenia. Przeniósłszy punkt ten na oś do *r* 1, będziemy mieli punkt pomocniczy dla téj płaszczyzny. Prowadząc od *Z* jakąkolwiek linię np. *Z e*, aż do przecięcia się z podstawą poziomą *c d* i prowadząc od *P* przez *e* aż do *f*, widzimy iż przedłużona *Z e* pójdzie pod płaszczyzną poziomą *a b d c*, a przedłużając takową aż do przecięcia się w *g* z pionową z *f* spuszczoną, kąt *Z e P*, i jemu równy *f e g* jest nachyleniem téj płaszczyzny do poziomój, który przez geometryczne wykreślenie trójkąta *e f g*, zmierzonym być może. Poprowadziwszy bowiem od *0* przez *e* do 2, linija *f* 2 równa jest *f e*, i kąt *e f g* jest prosty. Z takiego geometrycznego wykreślenia kąta *f e g* przekonywamy się, iż jest równy kątowi *Z 0 P*. Ztąd mając narysować taką płaszczyznę nachyloną pod danym kątem np. 30°, narysujemy kąt z punktu oddalenia *0*, mający 30°, a przecięcie się drugiego ramienia z przedłużoną osią, da punkt główny *Z*, przez który poprowadzona równoległa do horyzontu da granicę téj płaszczyzny. Mając punkt główny *Z*, punkta oddalenia *r*, *r* i na osi punkt pomocniczy *r* 1, wszystko na téj płaszczyznie tak jak na poziomój rysować możemy. Mając np. na linii *m n* równoległój do podstawy narysować kwadrat, poprowadzimy od *m* i *n* do *Z* i do punktu oddalenia *r*. Wszystkie linije do podstawy *c d* prostopadłe schodzą się w punkcie *Z*. Dla tego, mając linię *g h* do podstawy obrazu prostopadłą na płaszczyznie pochyłéj przedłużyć, poprowadzimy od *h* do *Z*. Mając w punkcie *s* narysować pionową danéj długości, poprowadzimy od jakiegokolwiek punktu *y* na granicy, przez *s*, aż do podstawy obrazu do *h* 1, i w punkcie tym zrobimy *h* 1 *i*, pionową równą danéj długości, i poprowamy od *i* do *y*, która da *s t* żądanéj długości. Tym samym sposobem zmierzymy wysokość linii pionowéj *s t*. Jeżeli chcemy linię *p w* do podstawy nachyloną, idącą do punktu *x* na horyzoncie, przedłużyć na płaszczyznie pochyłéj, wyprowadzimy z punktu *x* pionową, która na granicy da *x* 1; linija *w x* 1 jest przedłużeniem danéj linii *p w* na płaszczyznie poziomój. Jak wszystkie linije poziome schodzą się na horyzoncie poziomym w tym punkcie, przez który przechodzi promień oczny do tych linij równoległy, tak też wszystkie linije w przestrzeni do siebie równoległe, schodzą się na granicy płaszczyzny przez linije te położonéj w tym punkcie, przez który przechodzi promień oczny do nich równoległy. Mając przeto na płaszczyznie pochyłéj fig. 135 narysować linije do niéj prostopadłe, narysujemy przy linii *Z 0* z punktu *0* kąt prosty *Z 0 R* aż do przecięcia się z przedłużoną osią *P 0* 1 w punkcie *R*. Wystawiając sobie trójkąt *Z 0 P* jako obrócony około linii *Z P*, tak, aby wziął położenie prostopadłe do tablicy; i pamiętając, że w punkcie *0* znajduje się oko patrzącego, i że kąt *Z 0 P* jest kątem nachylenia téj płaszczyzny, widzimy iż linija *0 R* jest równoległą do linij na tę płaszczyznę prostopadłych. Wystawiając sobie w myśli przez linije *m k*, *n l* do téj płaszczyzny prostopadłe, położoną płaszczyznę, która daje przecięcie *m n* do podstawy równoległe, granica tych płaszczyzn jest, jak wiemy z poprzedzającego, do téj podstawy równoległą; a że linije *m k*, *n l*, schodzą się w punkcie *R*, przeto téż granica płaszczyzn przez nie położonych musi przechodzić przez *R*. Poprowadzona przeto przez *R* prostopadła do osi *R Z* linija *R S* jest tych płaszczyzn granicą, a zrobiwszy na niéj *R S* = *R 0*, punkt *S* jest punktem oddalenia. Mając przeto na kwadracie *m n u w* narysować sześcian foremny, poprowadzimy od *R* przez *m* i *n*, ażeby na nich odmierzyć długości równe *m n*; poprowadzimy od *S* przez *n*, i otrzymamy linię *m k* równą *m n*; a mając tę linię, dokończymy sześcianu znanym sposobem.

Taką samą płaszczyznę jak na fig. 135 lecz na dół się opuszczającą, przedstawia fig. 136. Od podstawy obrazu *a b* spuszcza się na dół płaszczyzna *a b c d*, aż do przecięcia się po linii *d c* równoległéj do podstawy z płaszczyzną poziomą *d c 0 0*. Podług poprzedzającego, granicą téj płaszczyzny będzie pozioma np. *r Z r*, punkt główny *Z* leżeć będzie na osi *P 0* 1 w punkcie *Z*, oddaleniem jéj będzie *Z 0*, którą długość przeniosłszy na granicę od *Z* do *r*, *r*, punkta te będą punktami oddalenia. Kąt nachylenia téj płaszczyzny jest kąt *P 0 Z*. Mając przeto narysować granicę płaszczyzny na dół idącéj, do płaszczyzny poziomój pod kątem np. 35° nachyloną, zrobimy przy *0* kąt *P 0 Z* mający 35°, a przecięcie drugiego ramienia z osią da punkt główny *Z*, przez który położona pozioma będzie granicą téj płaszczyzny. Dajmy, iż wysokość horyzontu, *b 0*, jest 30 stóp, i że na linii do podstawy prostopadłéj na téj płaszczyznie leżącéj, od punktu *a* mamy odmierzyć 20', jako początek płasczyzny poziomej. Poprowadzimy *a Z*, zrobimy *a f*=20' a linija *r f* da punkt *m* i będzie *a m* miała 20, stóp a położona przez *m* równoległa do podstawy oznaczy początek płaszczyzny poziomej. Jeżeli podług wysokości horyzontu *a e*=4' liniją *e Z* da punkt *n* długość *m n* będzie także równa 4'. Chcąc na linii *a e*, lub innej do podstawy równoległej narysować kwadrat, użyjemy punktu głównego *Z* i punktu oddalenia *r*. Jeżeli z punktu *h* mamy wyprowadzić pionową równą *h g* = *a e*, robimy geometrycznie *h i* = *h g*. Chcąc w punkcie *s*, na płaszczyznie poziomej leżącym, narysować liniję pionową pewnej długości np. równą pionowej *h i*, poprowadzimy od *h* do *Z*, aż do przecięcia podstawy w *m*. Z punktu *m* wyprowadzimy pionową i zrobimy na niej *m t*=*h i*; poprowadzona od *t* do *P* da przecięcie *u* i linija *s u* równa jest *m t*, a tem samem także danej linii *h i*. Linije do tej płaszczyzny prostopadłe, przedłużone, będą się od obrazu oddalać, i dlatego mają punkt wypadkowy nad horyzontem. Punkt ten znajdziemy rysując przy linii *Z O* kąt prosty *Z O R*, aż do przecięcia z przedłużoną osią, i punkt *R* jest wypadkowym dla linij do tej płaszczyzny prostopadłych. Granicą zaś dla płaszczyzn przez te prostopadłe położonych jest pozioma *R S*, na którą przeniosłszy do *S* długość *R O*, punkt *S* będzie dla tych płaszczyzn punktem oddalenia. Mając przeto na linii *k l* równoległej do podstawy narysować sześcian, zrobimy znanym sposobem na *k l* kwadrat *k l o p*, prowadząc od *k*, *l* do *Z* i przecinając jednę z nich liniją od *r* do *k* lub *l* poprowadzoną. Z *k*, i *l* wyprowadzimy prostopadłe prowadząc linije do *R*, i odetniemy na nich długości równe *k l* prowadząc do *S*; tak *l S* daje punkt *w*; poczem dokończymy sześcian jak poprzednio wykazaliśmy.— Wszystko to cośmy przy figurze poprzedzającej powiedzieli, stosuje się także do tej płaszczyzny; rysowanie bowiem na niej jest takie same, gdyż przewróciwszy rysunek tak aby punkt *R* był u dołu, będziemy mieli płaszczyznę wznoszącą się nad podstawą.

b) P ł a s z c z y z n y p o d w ó j n i e p o c h y ł e. Jak już wyżej nadmieniliśmy, płaszczyzny te są nachylone do obrazu i do poziomej. Nietylko w krajobrazach płaszczyzny takie się zdarzają, rysując pochyłości gór; ale także w odbiciach w zwierciadłach ukośnych i zarazem pochyłych, oraz w rysowaniu cieniów znajomość tych płaszczyzn jest potrzebną. Poznawszy główne własności płaszczyzn pojedyńczo pochyłych, nie będzie rzeczą trudną zrozumieć własności podwójnie pochyłych, jakkolwiek wykreślenie takowych jest nieco trudniejsze. Lecz kto poznał należycie rysowanie kątów na płaszczyznie poziomej, ten w rysowaniu tych płaszczyzn żadnej nie dozna trudności.

Taką płaszczyznę podwójnie pochyłą niech nam wystawia płaszczyzna *A B C* fig. 137, której granicą jest *B C*, a zatem podstawą na obrazie linija *A H* do niej równoległa; podstawa pozioma jest *A B*. Poprowadziwszy od *B* do *O* 1, nachylenie podstawy *A B* do osi jest kąt *P O* 1 *B*; aby znaleść kąt nachylenia tej płaszczyzny do poziomej, potrzeba do *A B* poprowadzić prostopadłe leżące na płaszczyznie pionowej do *A B* prostopadłej. Znajdziemy punkt wypadkowy linij do *A B* prostopadłych, leżących na płaszczyznie poziomej, rysując przy *O* 1, *B*, z punktu *O* 1 kąt prosty *B O* 1 *m*; a tak punkt *m* jest wypadkowym linij do *A B* prostopadłych. Kładąc przez *O* 1 *m* płaszczyznę pionową, granicą jej będzie linija pionowa *C m R* przez *m* poprowadzona. Przecięcie tej granicy z granicą *C B* w punkcie *C* jest obudwom płaszczyznom wspólne i jest wypadkowem dla linij do *A B* prostopadłych na płaszczyznie *A B C* leżących. Poprowadziwszy przeto *m A* i *C A*, kąt *m A C* jest kątem nachylenia tej płaszczyzny do poziomej. Dla narysowania płaszczyzny pionowej, której granicą jest *C m R*, punkt *m* jest punktem głównym, *m O* 1 oddaleniem, które przeniosłszy na horyzont do *d*, punkt *d* będzie pomocniczym na osi; a poprowadziwszy *d C*, kąt *m d C*, równy jest kątowi *C O* 1 *m* = *C A m*, który jest kątem nachylenia. *C R* jest bowiem granicą, punkt *m* punktem głównym, *m d* osią, punkt *d* punktem pomocniczym; styczna więc *m C* jest miarą wspólną obudwom kątom — a zatem też kąt *m A C* jest równy kątowi *m d C*. Mierząc więc kąt *C d m* przenośnikiem będziemy mieli kąt nachylenia; albo też za pomocą podziałki stycznych zmierzywszy do promienia *m d* styczną *m C*, będziemy mieli wielkość kąta *m d C*, czyli kąta nachylenia. Mając przeto do danej linii np. *A g* narysować płaszczyznę do poziomej pod kątem danym np. 30° nachyloną, przedłużymy *A g* do horyzontu do *B*, narysujemy kąt prosty *B O* 1 *m* i zrobimy *m d* = *m O* 1, i przy horyzoncie z punktu *d* jako wierzchołku narysujemy kąt dany, to jest 30° mający, który da przecięcie *C*. A tak *C B* będzie granicą żądanej płaszczyzny. Z poprzedzającego wiemy, iż znajdziemy punkt główny *Z* spuszczając z *P* prostopadłą do granicy *C B*, która przedłużona, jest dla tej granicy osią; z *P* wyprowadziwszy prostopadłą do *P Z* i zrobiwszy na niej *P O* 2 = *P O* 1 punkt *O* 2 będzie punktem ocznym, a zatem *Z O* 2 oddaleniem, a przeniosłszy tę długość na przedłużoną oś *Z P* do *r* 1, punkt ten jest pomocniczym; a przeniósłszy *Z O* 2 na granicę do *r*, punkt *r* jest punktem oddalenia. Mając tym sposobem narysowaną granicę i na niej punkta oddalenia i punkt główny, możemy na niej wszystko podług tych danych rysować i kąty mierzyć, tak jak na płaszczyznie poziomej. Przedłużywszy podstawę poziomą do przecięcia się z obrazem, jak tu do punktu *A*, poprowadzimy przez *A* równoległą do granicy *H A*, i na nią przeniesiemy miarę dla podstawy obrazu służącą.

Kąt nachylenia tej płaszczyzny pochyłej można także następującym znaleść sposobem. Niech na obrazie fig. 138 dana będzie płaszczyzna podwójnie pochyła *A C D*. Narysowawszy jak poprzednio kąt prosty, którym niech będzie kąt *C O* 1 *E* i granicę pionową płaszczyzny pionowej przez *A E* położonej, a tem samem

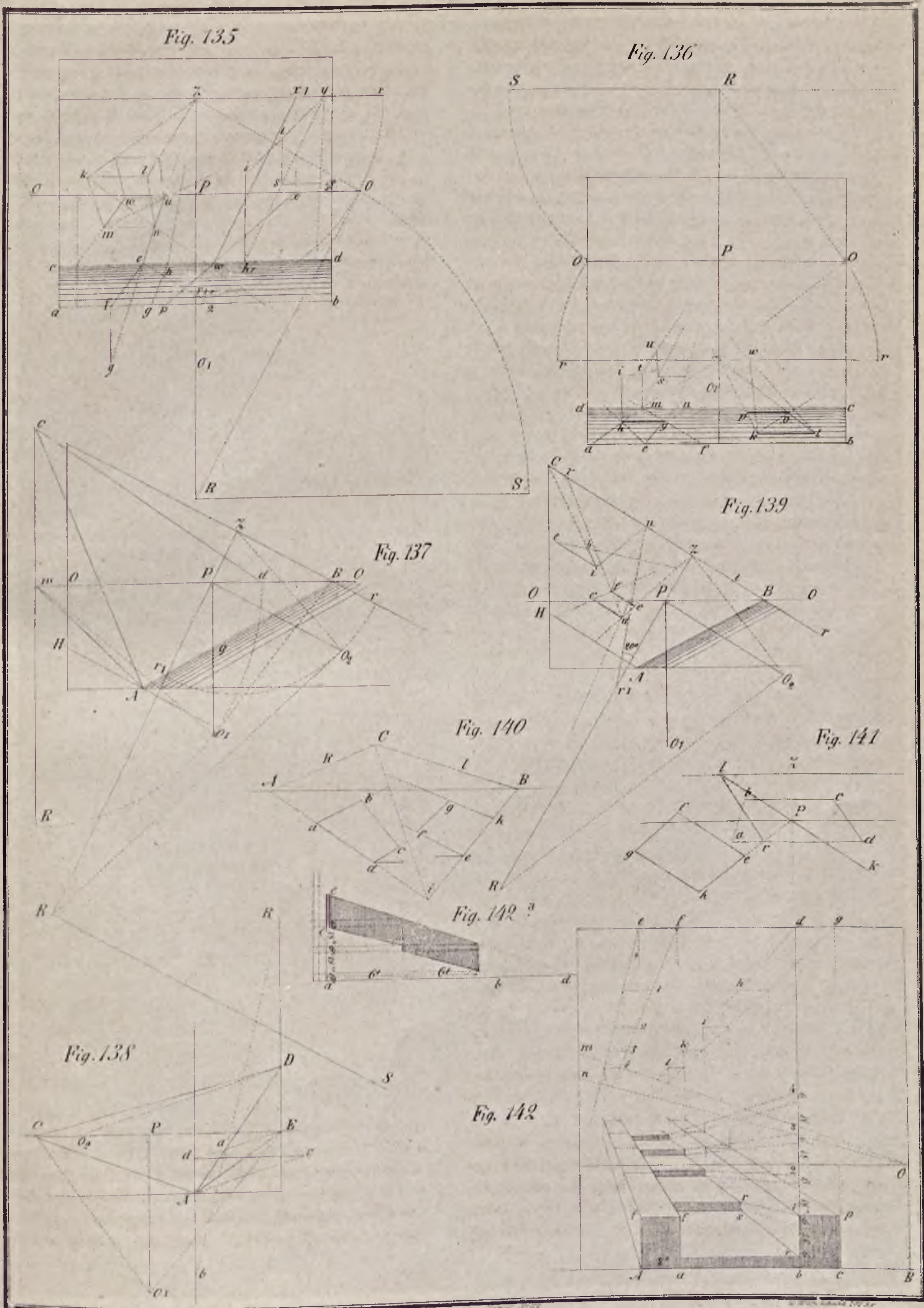


Fig. 135

Fig. 136

Fig. 137

Fig. 138

Fig. 139

Fig. 140

Fig. 141

Fig. 142

Fig. 142 a

oznaczywszy punkt *D* i przeniosłszy na granicę oddalenie *E 0* 1 do *R*—punkt *E* jest dla tych płaszczyzn punktem głównym, *E P* osią; i dla tego zrobiwszy *E 0* 2 = *E 0* 1, punkt *0* 2 jest pomocniczym, kąt *D 0* 2 *E* jest kątem nachylenia płaszczyzny *A C D*. Poprowadziwszy przez *A* pionową i z punktu *R* dowolną liniję *R b*, która przecina *D A* w punkcie *a*, i linije *E a* przedłużywszy do *d*, łatwo się przekonywamy, iż kąt *D a E* jest kątem nachylenia, gdyż jest równy kątowi *D A E*, linije bowiem *d E* i *A E* są do siebie równolegle jako schodzące się w jednym punkcie na horyzoncie, przecięte trzecią *D A*. Aby takowy mieć geometrycznie narysowany, wyprowadzam z *d* prostopadłą do *b A* i robię *d c* = *d b*; a tak trójkąt *d a A* równy jest trójkątowi *d c A*, gdyż *d a* = *d b*; *d A* wspólne i kąt *A d c* = *A d E* jako proste. Ponieważ *R E* jest granicą płaszczyzny pochyłej, *E* punktem głównym, *0* 2 punktem pomocniczym, przeto kąt *D 0* 2 *E* jest miarą kąta nachylenia *D A E*. Lubo na tej płaszczyznie pochyłej, mając oznaczony punkt główny, granicę, punkta oddalenia i punkt pomocniczy, możemy już wszystko rysować, jednakże przejdziemy jeszcze kilka przykładów.

Miejmy, fig. 139 tę samą płaszczyznę pochyłą *A B C*; *P* punkt celny, *Z* punkt główny, *r*, *r* punkta oddalenia, *r* 1 punkt pomocniczy. Mamy na niej, 1) z punktu *i* wyprowadzić linije do osi pod kątem 20° nachyloną. Rysuję kąt *Z r* 1 *n* mający 20°, a linija *i n*, ma żądane nachylenie. 2) Przy linii *i n* z punktu *i* narysować linije, którąby do *A B* była prostopadłą. Jeżeli wykreślenie jest takie same jak w fig. 138, iż *C H* jest granicą płaszczyzn do *A B C* prostopadłych, i punkt *C* wypadkowym linij do *A B* prostopadłych, poprowadzimy od *C* do *i*. 3) Na linii *c d*, do podstawy *H A* równoległej narysować kwadrat. Poprowadzimy od *d*, i *c* do *Z*, i od *d* do *r*, i narysujemy kwadrat znanym sposobem. 4) Na linii *C i*, odmierzyć daną długość, oznaczoną na równoległej do granicy linii *e i*. Prowadzę od *C* do *r* 1, i długość tę przenoszę do *t*; a tak punkt *t* jest dla linii *C i*, punktem dzielącym, a linija *e t* odetnie długość *i b* równą *e i*. 5) W punkcie *d*, narysować linije do płaszczyzny *A B C* prostopadłą. Narysujemy przy *0* 2 kąt prosty *Z 0* 2 *R*, a otrzymany punkt *R* na przecięciu się z przedłużoną osią, jest punktem zbiegu (wypadkowym) linij do tej płaszczyzny prostopadłych; poprowadzona więc od *R* przez *d* jest żądaną prostopadłą. Ztąd mając na kwadracie *c d e f* narysować sześcian foremny, użyjemy do wykreślenia, punktu *R*, a wyprowadziwszy z *R* prostopadłą do *R Z*, przeniesiemy na nią długość *R 0* 2 i otrzymamy punkt oddalenia, którego użyjemy jak w poprzedzających przykładach.

Często zachodzi potrzeba narysowania przecięcia się z sobą dwóch płaszczyzn, dla tego weźmiemy następujące zadanie.

91. Zadanie fig. 140. Dane są na obrazie dwie płaszczyzny: *a b c d* której granicą jest *A k*, podstawą poziomą *a d*, i płaszczyzna *e f g h* której granicą jest *B l*, podstawą poziomą *e h*; mamy narysować przecięcie się tych dwóch płaszczyzn. Ponieważ dane płaszczyzny, dostatecznie przedłużone przechodzą przez odpowiednią sobie granicę, przeto jasną jest rzeczą, iż przecięcie musi być obudwom granicom wspólne, to jest, musi przechodzić przez punkt, w którym się przedłużone granice przecinają. Dla tego przedłużymy te granice do przecięcia *C*, w którym się także obiedwie płaszczyzny przecinać muszą. Podstawy tych płaszczyzn przedłużone, przecinają się w punkcie *i*; ztąd płaszczyzny także obie przedłużone muszą przechodzić przez punkt *i*, to jest, punkt *i* musi być wspólny obudwom płaszczyznom. A że przecięcie dwóch płaszczyzn jest liniją prostą, a przez dwa punkta jednę tylko linije prostą poprowadzić można, przeto linija *C i* jest przecięciem obudwóch płaszczyzn.

Jeżeli dane są płaszczyzny (fig. 141) z których jedna *a b c d*, ma podstawę poziomą *a d* do horyzontu równoległą, i jej granicą jest takaż linija przechodząca przez punkt *Z*; druga zaś *e f g h*, której podstawą poziomą jest *e h*, granicą *k P l*—znajdziemy przecięcie się tych płaszczyzn, przedłużając ich granice aż do przecięcia się w punkcie *l*, przedłużymy oraz podstawy aż do przecięcia się w *r*, a tak linija *l r* jest przecięciem się obudwóch płaszczyzn.

§ 16. Zastosowanie płaszczyzn pochyłych.

92. Zadanie fig. 142. Narysować od punktu *A* prostopadłe do obrazu schody, które w języku niemieckim nazywają „ośle", podług rysu geometrycznego na którym wymiary w liczbach są wypisane. Grubość muru otaczającego te schody jest 2 stopy; wysokość jego nad początkiem każdego stopnia jest także 2 stopy, długość stopni, stóp 6; pochyłość czyli wzniesienie się każdego stopnia jest 18 cali, czyli $1^1/_2$ stopy, szerokość stopni, 6 stóp. Położywszy poziomą *A B* i oznaczywszy na niej punkta *a*, *b*, *c*, na grubość muru i szerokość stopni, wyprowadzam z *b* pionową na której jak w fig. 92 odmierzymy wysokości na przemian kolejno 6 cali na wysokość stopni i 18 cali na ich wzniesienie, a wykreślenie linij pomocniczych do oznaczenia długości, narysujemy jak w wspomnionej figuze 92 u góry, kładąc przez dowolnie obrany punkt *d* na pionowej *b d*, poziomą, na której mając dane całkowite oddalenie, odmierzymy także całkowite długości stopni po 6 stóp. Wyprowadziwszy z *A*, *a*, *c*, pionowe, otrzymamy punkta *e*, *f*, *g*, od których, oraz od *d* prowadzę do *P*. Ponieważ *d f* oznacza także długość stopni, to jest 6', gdyż są kwadratowe, przeto prowadzę od *f* do *0*, i naznaczam punkt *h*, który przenoszę do 1; linija od 1 do *0*, daje *i*, który przenoszę do 2 i tak następnie do 3, 4, przenoszę punkta *k*, *l*. Z punktów tych spuszczając pionowe, od punktów zaś na *b d* oznaczonych prowadząc do *P*, otrzymamy wysokość stopni *s r*, i narysujemy pochyłość stopni.

Lecz ponieważ tak powierzchnie stopni jako téż murów bocznych są płaszczyznami pochyłemi, których nachylenia są kąty *a b c*, i *a d e* na rysie geometrycznym, przeto przenoszę kąty te przy horyzoncie z punktu *0*, aż do przecięcia się ramion w punktach *n*, i *m*. Oznaczywszy wysokość murów, jak *c p*, prowadzę od punktów *f, f, p* do *m*, i będziemy mieli narysowane mury. Oznaczywszy wysokość pierwszego stopnia *b r*; poprowadzimy od *r* do *n*, która da *s*, i tak kolęjno; prowadząc od *r*, górnego brzegu, do *n*, narysujemy z większą dokładnością pochyłość stopni.

W rysowaniu krajobrazów, bądź z natury zdjętych bądź własnéj kompozycyi, bardzo często się zdarza, iż chcemy narysować jaką płaszczyznę wznoszącą się, np. górę, lub też na dół opadającą, jak np. wał jaki, mniéj mając na względzie dokładne oznaczenie pochyłości, jak raczéj kształt jaki życzymy sobie nadać téj płaszczyznie — zwłaszcza gdy tylko figury ludzkie lub drzewa, nie zaś budowle mają być na niéj rysowane, a tém samém gdy tylko chodzi o pewną miarę, jaką tym przedmiotom nadać mamy. Oznaczenie takiéj płaszczyzny pochyłéj, np. góry, podług pewnego kąta nachylenia, byłoby trudne, i potrzebaby długo szukać, nimbyśmy znaleźli kąt, który życzeniem naszym odpowiada. Dla tego w takim wypadku lepiéj jest, iż sobie to położenie naprzód podług upodobania narysujemy, a późniéj gdy tego zachodzić będzie potrzeba, oznaczymy jego granicę i punkt główny.

Dajmy, iż fig. 143 *A C B* jest płaszczyzną poziomą, leżącą pod płaszczyzną stanowiska, na któréj podług podziałki narysowaliśmy figurę ludzką 1, 2, i chcemy przy linii *A B* narysować górę. Poprowadzimy stosownie do tego jak chcemy mieć mniéj lub więcéj pochyłą, granicę upodobalną *B q*; przez *A* poprowadzimy jéj podstawę *A h* równoległą do *B q*. Na podstawie téj oznaczymy podziałkę, albo stosownie do wysokości horyzontu, albo też podług narysowanéj figury 1, 2, prowadząc przez 1 liniję poziomą i robiąc na niéj 4, 3, = 1, 2, i prowadząc od *P* przez 4, i 3, aż do podstawy, do *d*, *e* — a tak *d e* ma 5 stóp. Tę więc miarę przenoszę na podstawę od *A* do *h*; ztąd *A h* będzie wyrażało miarę 5 stóp dla płaszczyzny pochyłéj. Poprowadziwszy od *h* i *A* do upodobalnego punktu *q* na granicy, i równoległe do *h A*, będziemy mieli dla każdego punktu na téj płaszczyznie podziałkę szerokości, a tém samém i wysokości, wyrażające 5 stóp. Chcąc na téj pochyłości narysować figurę ludzką w punkcie *t*, możemy jéj wysokość dwojakim sposobem oznaczyć: Poprowadziwszy przez *t* równoległą do granicy *t u*, będziemy mieli na podziałce linię *u s* wyrażającą dla punktu *t* długość 5 stóp. Wyprowadzimy więc w *t* pionową, i zrobimy ją równą *u s*. Albo też, mając już poprowadzone linije *d P*, *e P*, kładę przez *n* równoległą do horyzontu, która daje długość *m n* wyrażającą 5 stóp. Długość ta *n m* od *n* do *o* na płaszczyznę pochyłą przeniesiona, daje także długość 5 stóp. Chcąc w punkcie *a* narysować drzewo np. 30 stóp wysokie, i mając poprowadzoną linię *u s*, na przedłużeniu któréj leży punkt *a*, równoległą do granicy wyrażającą 5 stóp, wezmę na wysokość drzewa takich miar sześć. Tym samym sposobem narysujemy figurę ludzką w *o*, prowadząc przez *o* równoległą do granicy; lub też mając w punkcie *p* narysować drzewo 30 stóp wysokie, mając już narysowaną podziałkę *h g A*, poprowadzimy przez *p* równoległą do granicy, która na podziałce da miarę 5 stóp dla punktu *p*. Również znajdziemy wysokość figury ludzkiéj w punkcie *k*, prowadząc przez *k* równoległą do granicy, która na podziałce da długość *f i*.

93. Zadanie fig. 144. Na obrazie dana jest płaszczyzna pozioma *R C B*. Przy linii *C R* zaczyna się płaszczyzna pochyła na doł idąca aż do linii *o R*, od któréj zaczyna się znów płaszczyzna pozioma. Chcemy na pochyłéj rysować przedmioty np. figury ludzkie. Stosownie do pochyłości jaką chcemy płaszczyznie *o R C* nadać, poprowadzimy jéj granicę, np. *R D*, spuścimy na nią z punktu *P* prostopadłą *P Z*, a tak punt *Z* jest punktem głównym dla téj płaszczyzny. Im większą téj płaszczyznie chcemy nadać pochyłość, tém bliżéj jéj granicę *R D*, od *o R*, poprowadzimy. Przez *C* narysujemy liniję *C E*, równoległą do granicy, która będzie podstawą téj płaszczyzny, na któréj zrobimy podziałkę stosownie do miary na podstawie obrazu, *C B*; np. jeżeli linija *C a* wyraża 5', przeniesiemy geometrycznie *C a* na podstawę *C E*, do *e*, robiąc *C e* = *C a*; a prowadziwszy od *C* i *e* do upodobalnego punktu *k* na granicy linije proste, możemy sobie zrobić podziałkę pięć stopową, prowadząc równoległe do granicy, jak np. *f g*, *i h*. Ponieważ płaszczyzna pochyła ma się przy *o R* kończyć, a od niéj inna pozioma zaczynać, przeto potrzeba znaleść dla téj pozioméj podziałkę, gdyż podstawa obrazu nie jest już podstawą dla téj płaszczyzny. Potrzeba przez *o* poprowadzić równoległą do granicy, którą tu jest przedłużona *f g*. A że *f g* wyraża długość 5 stóp, przeto też w punkcie *o* ta sama długość przeniesiona na podstawę obrazu do *r*, da nam podziałkę pięcio-stopową dla płaszczyzny pozioméj *o R t*. Narysujemy więc w *o* figurę ludzką, dając jéj wysokość równą *o r*: a poprowadziwszy od *o* i *r* do *t* na horyzoncie, będziemy mieli żądaną podziałkę dla téj płaszczyzny pozioméj. Podziałkę dla punktu *o*, możemy także znaleść prowadząc wspomnioną liniję *o f g* równoległą do granicy, przedłużając takową do *C R*, brzegu płaszczyzny pozioméj, i kładąc przez *p* równoległą do horyzontu; linija *a R* odetnie na niéj długość *p s*, która jest równa *C a*, a tém samém wyrażająca 5 stóp, która miara służy dla punktu *o*, i téj też wysokości zrobimy figurę w punkcie *o* narysowaną. — Podziałkę dla płaszczyzny pozioméj *t R o* możemy także znaleść prowadząc przez punkt *i* leżący na przecięciu się płaszczyzn, równoległą do granicy *D R*, która da długość *i h*. Na linii do horyzontu równoległéj, przez *i* poprowadzonéj, zrobimy *i u* = *i h*, a tak długość *i u*, wyraża także miarę

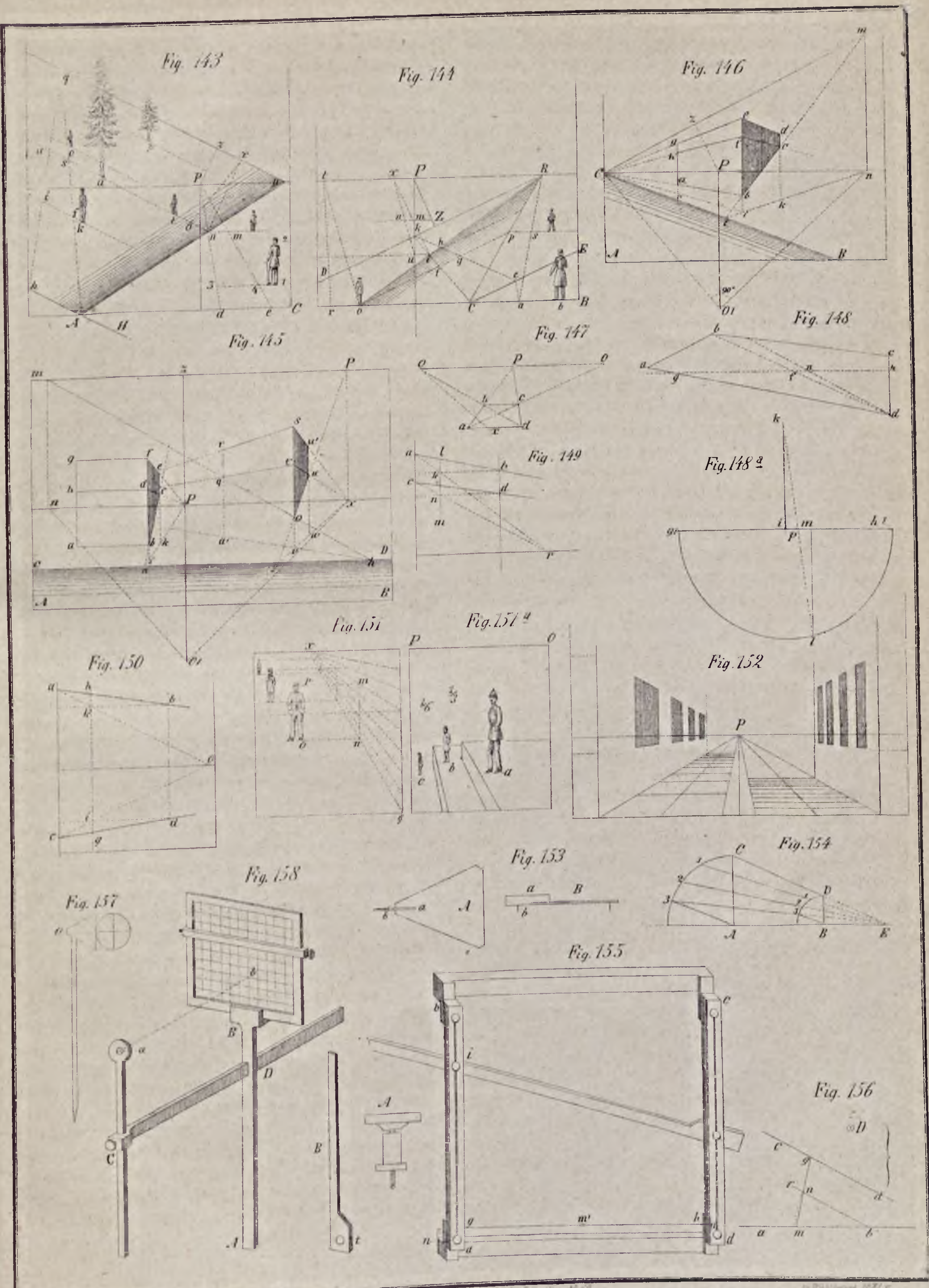


Fig. 143
Fig. 144
Fig. 146
Fig. 145
Fig. 147
Fig. 148
Fig. 149
Fig. 148 a
Fig. 150
Fig. 151
Fig. 151 a
Fig. 152
Fig. 153
Fig. 154
Fig. 157
Fig. 158
Fig. 155
Fig. 156

5 stóp mającą. Poprowadziwszy od i oraz u do upodobalnego punktu x na horyzoncie, będziemy mieli podziałkę dla téj płaszczyzny, prowadząc przez punkt dany równoległą do horyzontu, która daje up. liniję $n\ m$; linija ta wyraża miarę 5 stóp mającą, którą na podziałkę $r\ t\ o$, przenieść możemy. Tym sposobem postępując, to jest rysując przypuszczalną granicę płaszczyzny pochyłéj, na to uważać potrzeba, aby linije odgraniczające płaszczyzny poziome, jak tu $o\ R$ i $C\ R$ schodziły się w jednym punkcie na horyzoncie; również i granica téj płaszczyzny pochyłéj przez punkt ten przechodzić powinna. Podług tego cośmy o płaszczyznach pochyłych wyżéj powiedzieli, łatwą jest rzeczą znaleść kąt nachylenia danéj płaszczyzny, jej punkta oddalenia, oraz punkt główny; a mając takowe na obrazie oznaczone, łatwo na nich wszelki rysunek wykonać.

94. Zadanie fig. 145. Od linii $C\ D$ do podstawy równoległéj, wznosi się do góry płaszczyzna pochyła, któréj granica przechodzi przez Z. Mamy na niéj przy $a\ b$ równoległéj do podstawy, narysować budynek, którego ściany $a\ b$, i $b\ c$, tworzą kąt prosty. Narysujemy najprzód ścianę frontową tego budynku wzniesioną na linii $a\ b$, w którym linija $h\ d$ niech nam wystawia wysokość pierwszego piętra, $h\ d\ f\ g$ niech będzie drugie piętro. Poprowadziwszy od b do Z, linija ta wyrażać będzie przecięcie ściany pionowéj z płaszczyzną pochyłą. Aby więc znaleść jej długość, potrzeba od d poprowadzić do P, to jest liniję poziomą, która da przecięcie c; wyprowadziwszy w c pionową, od f zaś do P, otrzymamy punkt e dający wysokość ściany drugiego piętra.

Chcąc znaleść punkta w których przedłużone pionowe $f\ b$, $e\ c$ trafiają płaszczyznę poziomą przez $C\ D$ przechodzącą, przedłużymy $Z\ b$ do n, od n poprowadzimy do P, która da przecięcia i, k, leżące na płaszczyznie pozioméj.— Jeżeli jedna ściana budowli nie jest do podstawy pozioméj równoległą, jak $q\ o$ lub $u\ o$, a ściany téj budowli mają być do siebie prostopadłe, potrzeba kąt ten prosty na płaszczyznie pozioméj, przez $C\ D$ przechodzącéj, narysować. Dajmy, iż linija $o\ q$ jest liniją na któréj ściana ma być wzniesioną, i mamy oznaczyć kierunek drugiéj ściany $o\ u$, pod kątem prostym. Przedłużymy $o\ q$ do granicy i do podstawy, do m i do h, i spuścimy z punktów m, q, o pionowe i poprowadzimy $h\ n$. Przy punkcie pomocniczym na osi narysujemy kąt prosty $n\ 01\ x$; linija od x przez o poprowadzona daje y na podstawie $C\ D$; od y prowadząc przez o, otrzymamy liniję $y\ o\ p$. Wykonywając rysunek ścian jak w poprzedzającém zadaniu, poprowadzimy od n przez q, i r, które na pionowéj w o stojącéj dają t, s, od których prowadzę do x, co jest do punktu, który daje pionowa z p spuszczona; na horyzoncie, $t\ x$ daje przecięcie u, z którego wyprowadzam pionową do u'. Jeżeli rysunek dobrze jest wykonany, pionowa z p spuszczona powinna trafić na punkt x, który dało ramię narysowanego kata prostego $n\ 01$. — Chcąc znaleść punkta, w których narożniki budowy przedłużone trafiają płaszczyznę poziomą, przedłużymy pionowe $r\ q$, $u'\ u$ aż do przecięcia a' w z linijami $h\ n$ i $y\ x$.

95. Zadanie fig. 146. Na obrazie dana jest płaszczyzna podwójnie pochyła, któréj podstawą poziomą jest $C\ B$; mamy na téj płaszczyznie przy linii $a\ b$ równoległéj do $C\ B$ narysować budynek z ścianami tworzącemi kąty proste. Aby znaleść kierunek linii do $a\ b$ prostopadłéj, potrzeba przy punkcie pomocniczym 01 narysować kąt prosty $C\ 01\ n$, gdyż linija $a\ b$ idzie do punktu C; z punktu n wyprowadzić pionową aż do granicy do m, i poprowadzić $b\ m$, która jest do $a\ b$ prostopadłą. Wyprowadziwszy z a i b pionowe i oznaczywszy wysokość np. pierwszego piętra $b\ f$ drugiego $f\ e$, prowadzę od f, i e do n, gdyż to mają być linije poziome; linija $m\ b$ da przecięcie c, a pionowa z c wyprowadzona da wysokość d. Linije od e, f do C prowadzone, dają na pionowéj w a, punkta h, g. Mamy więc narysowany żądany budynek. Chcąc znaleść przecięcie się narożników z płaszczyzną poziomą, postąpimy jak w poprzedzającém zadaniu, a mianowicie: przedłużymy $m\ b$ aż do podstawy $C\ B$ do l, od l poprowadzimy do n, przedłużone pionowe $e\ b$, $d\ c$, dają i, k na linii $i\ C$ pionowa $g\ a$ da punkt r, punkta r, i, k są punkta, w których narożniki trafiają płaszczyznę poziomą.

§ 17. Często zachodzi potrzeba odszukania na obrazie głównych punktów do rysunku perspektywicznego potrzebnych, chcąc np. sprawdzić ukończony krajobraz, lub zagubiwszy przy nieukończonym jeszcze rysunku którykolwiek z potrzebnych punktów, np. punkt oddalenia, punkt oczny, lub pomocniczy. Często się też zdarza, iż w ukończonym już rysunku chcemy jeszcze coś dodać, a już linije i punkta pomocnicze wytarte zostały; albo też chcąc obraz jaki na mniejszą rysować podziałkę. W takich wypadkach potrzeba odszukać 1⁰ albo horyzont, albo 2⁰ punkt celny, albo 3⁰ oddalenie, albo 4⁰ podziałkę, to jest wysokość horyzontu. Jeżeli na obrazie niema ani figur ludzkich ani budowli prostokątnych, ani też linij do siebie równoległych które się na horyzoncie schodzą, trudno jest, a prawie rzeczą niepodobną punkta główne odszukać. Podamy tu tylko niektóre, w praktyce zdarzyć się mogące przypadki.

Już na fig. 45 okazaliśmy, jak z dwóch kątów prostych np. narożników domów, mając znany horyzont i punkt celny, można znaleść oddalenie.

Jeżeli na obrazie fig. 147, znajduje się kwadrat, którego jeden bok $a\ d$, jest do podstawy równoległy, znajdziemy punkt celny, a tém samém horyzont i punkta oddalenia, przedłużając jego boki $a\ b$, i $c\ d$ do przecięcia się w P, który jest punktem celnym; a położywszy przez niego poziomą, będziemy mieli narysowany horyzont. Przekątnie zaś tego kwadratu powinny dać punkta oddalenia. Rysunek tego kwadratu sprawdzimy zakreślając z P otwartością $P\ 0$ łuk; jeżeli pionowa z P spuszczona, przetnie obwód łuku w punkcie 01 tak, iż będzie $P\,O\,1 = P\,O$, natenczas rysunek kwadratu i oznaczony punkt celny, oraz punkta oddalenia są dobre.— Jeżeli przekątnie kwadratu nie schodzą się na horyzoncie obrazu, lecz trafiają horyzont za obrazem, potrzeba na podstawie *a b* szukać części, od któréj poprowadzona przekątnia trafia horyzont na brzegu obrazu. Jeż. np. wziąwszy $1/_3$ podstawy *a d*, w punkcie *x*, linija *x b* trafia na brzeg horyzontu, wniesiemy, iż na obrazie mamy $1/_3$ oddalenia; co także łatwo sprawdzić, spuszczając z *P* pionową i robiąc wykreślenie, jakiegośmy używali przy zmniejszoném oddaleniu.

Jeżeli na obrazie dany jest kwadrat ukośny (fig. 148, znajduję naprzód horyzont przedłużając jego boki aż do przecięcia się z sobą, a poprowadzona linija pozioma przez otrzymane przecięcia da horyzont. Przedłużam przekątnię aż do horyzontu i na niéj biorę upodobalną część np. $1/_4$ od *d* do *f*, przez *f* kładę poziomą, (zniżony horyzont), która daje punkta *g*, *h*. Na oddzielnem miejscu fig. 148 *a* przenoszę punkta *g*, *f*, *h* do *g* 1, *f* 1, *h* 1, połowię tę liniję w punkcie *i*, zakreślam półkole otwartością *i g* 1. Ze środka *i* wyprowadzam pionową i robię na niéj *i k* = *i g* 1, od *k* przez *f* 1 prowadzę aż do przecięcia się z obwodem w punkcie *l*, z którego wyprowadzam pionową, która daje punkt *m*. Przeniosłszy długość *f* 1 *m* od *f* do *n*, poprowadzona od *d* przez *n*, przetnie horyzont w punkcie, który jest punktem celnym. Z dwóch linij do siebie równoległych, *a b*, *c d*, fig. 149, można znaleść horyzont, spuściwszy pionowe *a c*, *l m*, poziome z *b* i *d* dają *k*, *n*, linije *a k*, *c n* przedłużone, przecinają się w punkcie *r*, przez który przechodzi horyzont.— Również mając dwie linije do siebie równolegle jak *a b*, *c d* fig. 150, znajdziemy horyzont spuszczając pionowe z dowolnie obranych punktów *a*, *h*, *b*, oraz kładąc przez *b*, i *d* poziome, które dają przecięcia *i k*. Przedłużone *a k*, *c i* przecinają się w punkcie *o*, przez który przechodzi horyzont.— Jest zbytecznem szukać dwóch punktów, to jest brać dwie pary linij przecinających się, gdyż wiemy, że horyzont jest liniją poziomą, do podstawy obrazu równoległą. Kładąc więc przez znaleziony punkt *o* taką poziomą, ta da horyzont.

Podziałkę obrazu czyli wysokość horyzontu wyrażoną np. w stopach, wtenczas tylko odszukać można, gdy na obrazie są przedmioty, mające pewną oznaczoną wysokość, np. figury ludzkie, zwierzęta, w części domy i t. p. Mając takie przedmioty na obrazie, można znaleść podziałkę przez porównanie, jeżeli przedmioty te leżą na jednéj płaszczyźnie poziomej. Dajmy, iż w punkcie *o* fig. 151 stoi osoba *o p*, przypuszczalnie 5 stóp wysoka. Poprowadziwszy upodobalną liniję *g x* do horyzontu, oraz przez *o*, i *p* poziome, a z punktu *n* pionową, otrzymamy wysokość *n m*, którą podzieliwszy na 5 części równych i poprowadziwszy od *x* przez punkta podziałowe linije, będziemy mieli podziałkę wysokości wyrażającą stopy. Podług téj podziałki, wysokość horyzontu na fig. 151 byłaby 8 stóp.— Jeżeli figury ludzkie nie leżą na jednéj płaszczyźnie, a znany jest horyzont na obrazie, natenczas figury te mogą służyć za miarę. Dajmy, iż fig. 151 *a*, na obrazie znajdują się figury ludzkie na rozmaitych płaszczyznach, np. w punktach *a*, *b*, *c*. Przy *a*. podzielimy wysokość figury na 5 części równych i porównamy ile takich części znajmuje wysokość horyzontu nad głową téj figury. Przy *b* i *c*, weźmiemy całą figurę za miarę, i porównamy ile razy ta wysokość mieści się w linii od głowy do horyzontu, tak nad *b* mieści się dwa razy, nad *c* pięć razy. Byłaby więc wysokość horyzontu w punkcie *b*, 15 stóp. przy *c*, 30 stóp.

§ 18. Ogólne uwagi i narzędzia. Bardzo rzadko rysujemy na obrazach stojących na płaszczyźnie stanowiska, zwykle obiera się wyższe stanowisko, i ztąd wysokość horyzontu nad podstawą obrazu, rzadko jest tylko 5 stóp. Zwykle przyjmuje się wyższe stanowisko, aby większą przestrzeń wzrokiem objąć można. Płaszczyznę tę na któréj rysujemy, a która leży pod płaszczyzną stanowiska, nazywaliśmy płaszczyzną gruntu. Rysując np. widok z okna pierwszego lub drugiego piętra, płaszczyzna gruntu dopiero w pewnéj odległości od domu w którym się rysujący znajduje, będzie widzialną, i taką też przy podstawie narysuje. Lecz ta płaszczyzna nie dochodzi do podstawy obrazu, do stanowiska, gdyż na niéj stoi dom, a rysujący znajduje się w nim na pierwszém lub drugiém piętrze. Podziałka więc wzięta z wysokości horyzontu licząc od stanowiska, nie służy już dla płaszczyzny gruntu, daleko niżéj położonéj. Dla tego też na fig. 144, podziałka horyzontu służy tylko dla płaszczyzny stanowiska *C R E B*; dla płaszczyzny zaś *t R o* daleko niżej położonéj, podziałka ta służyć nie może. W ten sam sposób w jaki na figurze 135 oznaczyliśmy przedłużenie płaszczyzny pochyłéj i jéj przecięcie się w punkcie *g* z płaszczyzną obrazu, w taki też sposób należy oznaczyć liniję, po któréj płaszczyzna gruntu przecina obraz. Potrzeba więc w takim razie, chcąc być akuratnym w wykreśleniu, przedłużyć obraz aż do przecięcia się z płaszczyzną gruntu, i od téj linii rysować długości czyli zagłębienie przedmiotów. Albo też narysować profil czyli przecięcie horyzontu, płaszczyzny stanowiska i płaszczyzny gruntu, narysować podziałkę jak np. na fig. 151, i oznaczyć podziałkę czyli miarę dla punktu na płaszczyźnie gruntu, który jest przy brzegu obrazu narysowany.

Każdy rysunek perspektywiczny ma przedstawiać przedmiot tak, jak go widzimy, jak się oczom naszym przedstawia. A że jeden i ten sam przedmiot zmienia swe kształty stosownie do położenia i oddalenia patrzącego, przeto też i obraz tego samego przedmiotu zmienia się stosownie do stanowiska i oddalenia, w jakim przedmiot był uważany. Jeżeli więc obraz ma zrobić takie samo wrażenie, jak gdybyśmy rzeczywisty przedmiot widzieli, potrzeba też na obraz ten patrzeć w takiém oddaleniu, w jakiém był rysowany. Przyjęliśmy wprawdzie dla ułatwienia nauki i wykreśleń największy kąt optyczny, jako prosty, lecz pod tym kątem przedmiotu jednym rzutem oka dobrze widzieć nie możemy, dla tego też obrazy rysowane z całkowitém na horyzoncie oddaleniem, nabierają kształty nieforemne, przy brzegu obrazu. Aby obraz cały, a przynajmniéj jego szerokość jednym rzutem oka wyraźnie widzieć, potrzeba aby kąt optyczny nie przechodził 40°, czyli aby połowa szerokości obrazu, była trzecią częścią oddalenia oka od obrazu, czyli jeden i pół całéj szerokości obrazu. Jeżeli jak inni utrzymują, oddalenie oka od obrazu ma być równe całéj szerokości obrazu trzy razy wziętéj, wtenczas na brzegu horyzontu byłby $^1/_6$ oddalenia, a kąt optyczny wynosiłby tylko 20°. Takie oddalenie jest zbyt wielkie, stawając bowiem w takiém oddaleniu od obrazu większych nieco wymiarów, nie będziemy mogli wszystkich przedmiotów dobrze rozpoznać, i dla tego zwykle bliżéj nich stawamy. Małe obrazki których oddalenie niekiedy kilku cali nie przechodzi, stanowią wyjątek, w takiem bowiem oddaleniu od oka przedmiotu dobrze nie widzimy. Małe obrazki uważa Lambert jako kopiję większego obrazu, zrobioną na małą podziałkę, a na takiéj kopii nie chodzi o prawidła optyczne, lecz o to, aby w nich oddalenie w tym samym było stosunku w jakiem jest podziałka kopii do oryginalnego obrazu.

W stosunku oznaczonego oddalenia, powinien malarz wykonać znajdujące się na tym obrazie przedmioty. Mniejszy bowiem obraz mający zatém mniejsze oddalenie, koniecznie winien być w drobnych szczegółach bardziéj wykończony niż wielki, ten ostatni zaś winien być tak wykonany, aby uważany w odpowiedniem oddaleniu, zdawał się równie wykończony jak ów mały. Obraz mający 7 do 8 stóp wysokości, przedstawiający figurę ludzką w naturalnéj wielkości, nie może być uważany w tak małem oddaleniu, jak obraz saméj tylko głowy ludzkiéj mający może 12—14 cali wysokości. Że zaś każdy obraz w należytém oddaleniu uważany być powinien, przeto jasną jest rzeczą, iż mały obraz wymaga koniecznie lepszego wykończenia, większy zaś obraz wymaga innego postępowania. W obrazie figury ludzkiéj naturalnéj wielkości, byłoby rzeczą zbyteczną, każdy, najdrobniejszy szczegół, np. pojedyncze włosy, brwi lub rzęsy wyrabiać, gdyż takowe w tém oddaleniu w jakiém obraz ten uważany być powinien, nikną. Do naturalnego przedmiotu mogę wprawdzie przystąpić jak najbliżéj i w nim najdrobniejsze rozpoznawać szczegóły, lecz wtenczas całego przedmiotu jednym rzutem oka objąć nie potrafimy; obraz zaś nie jest naturalnym przedmiotem, jest obrazem tego przedmiotu widzianego w pewném oznaczoném oddaleniu. Jak wielki ma wpływ na obraz oznaczone oddalenie, to jest oka patrzącego od przedmiotu, przekonywamy się z fig. 152 w któréj jeden i ten sam przedmiot, przy jednakowéj wysokości horyzontu, lecz w różném oddaleniu jest narysowany. Po lewéj stronie przyjęto całkowite oddalenie, po prawéj czwartą część takowego. W pierwszym razie przedmiot blisko obrazu leżący wiele zajmuje miejsca, bardziéj zaś oddalone nagle się zmniejszają. W drugim przeciwnie, blisko obrazu będące są ścisaione, lecz zwolna się zmniejszają. Ta sama długość ściany, przy całkowitém oddaleniu po lewéj stronie, daleko więcéj zajmuje miejsca, aniżeli ta sama ściana przy $^1/_4$ oddalenia. Dla tego dla przedmiotów oddalonych, w pierwszym razie pozostaje bardzo mało miejsca, i takowe ściśnione i niewyraźne przedstawiać się muszą. Przeciwnie w obrazie po prawéj stronie, dla przedmiotów oddalonych daleko więcéj pozostaje miejsca i dla tego wyraźniéj przedstawiać się będą. Na obudwóch obrazach kwadraty jednakowe mają wymiary po 4 stopy, i widzimy że po lewéj stronie pierwsze kwadraty wiele zajmują miejsca, dalsze zaś nagle się zmniejszają. Po prawéj stronie, długość czyli zagłębienie pierwszych kwadratów jest bardzo małe, lecz wymiar ten zwolna się zmniejsza. Przy danéj na figurze wysokości horyzontu, będziemy mogli na pierwszych dwóch kwadratach przy całkowitém oddaleniu wygodnie kilka nawet figur ludzkich umieścić, gdy tymczasem po prawéj stronie na linii do obrazu prostopadłéj ledwie jednę taką pomieścimy figurę. Lecz w większém oddaleniu od podstawy stosunek ten zupełnie się zmienia. Oznaczenie więc oddalenia patrzącego od przedmiotu, zależy od celu jaki osiągnąć chcemy. Jeżeli bowiem zamierzamy tylko przedmioty blisko leżące wyraźnie przedstawić, obierzemy mniejsze oddalenie, przeciwnie jeżeli chcemy głównie bardziéj odległe przedmioty wyraźnie przedstawić, obierzemy większe oddalenie.

Punkt celny zwykle umieszczamy w środku horyzontu, lecz mogą być powody do zbliżenia go do jednego boku obrazu. Ponieważ na obraz powinniśmy tak patrzéć jak był rysowany, jeżeli chcemy, aby nam się przedmiot dobrze przedstawiał, przeto jeżeli przedmiot główny, dla towarzyszących mu okoliczności nie może być umieszczony w środku obrazu, a na ten przedmiot główny promień oczny zwracamy, przeto też w takim razie malarz umieszcza punkt celny nie w środku, lecz w przedmiocie głównym lub jego bliskości, i na ten punkt patrzący powinien zwrócić główny promień oczny. Takie umieszczenie punktu celnego, to jest nie w środku, lecz bliżéj jednego boku, wymagają zwykle przedmioty architektoniczne, i w takim razie potrzeba umieć wzrokiem szukać punktu celnego, aby obraz dobrze się przedstawiał. Lubo na małym obrazku różnica ta nie tak mocno daje się uczuć, jednakże sądzę, iż skutku tego na fig. 128 i 129 każdy dozna. W nich bowiem punkt celny nie jest w środku horyzontu, lecz bardziéj ku prawéj stronie umieszczony. Jeżeli główny promień oczny rzucimy na środek horyzontu, na środek obrazu, sklepienia te nie przedstawią nam się tak wyraźnie jak kiedy wzrok nasz na punkt celny skierujemy. W ocenieniu więc takich obrazów co do effektu, należy być bardzo ostrożnym, i sąd nasz dopiero wtenczas wydać gdy mamy zupełne przekonanie żeśmy punkt celny znaleźli.

Narzędzia do rysunków perspektywicznych. Rysując bądź przykłady w jakiéj nauce podane, bądź na mniejszą podziałkę, linije, figury, i t. d., które chcemy na większą skalę przenieść na obraz, potrzeba aby narzędzia do rysunku użyte były dokładne. Linijały bez uchybienia proste, trójkąty akuratnie prostokątne, bok reizbretu na którym rysujemy i brzeg reiszyny który do reizbretu przykładamy, dokładnie proste, aby wszędzie do siebie przystawały. Jeżeli bowiem chcemy mieć akuratnie oznaczone pewne punkta w rysunku, nie osiągniemy naszego celu, jeżeli narzędzia będą niedokładne. Gdzie wypada ozn. żyć punkta przez przecięcie się z sobą dwóch linij prostych, należy unikać przecięć pod kątem bardzo ostrym, gdyż w takim razie punkt przecięcia nie jest dokładny, i należy się starać innym sposobem punkt ten oznaczyć. Przy zmniejszoném oddaleniu, przy użyciu tylko części tego oddalenia, otrzymaliśmy z wykreślenia część długości, którąśmy tyle razy wzięli, jaka była użyta cześć oddalenia, jak np. w fig. 76 i 77 Tabl. IV. Popełniwszy w téj małéj części jakie uchybienie, jaką niedokładność, jasną jest rzeczą, iż błąd ten tylokrotnie się powiększa, ile razy ta mała część powtórzoną została. Słusznie więc robiono zarzut, iż taki rysunek dokładnym być nie może, lecz zważając, że rysunek perspektywiczny nie jest rysunkiem ściśle geometrycznym, że o to tylko głównie chodzi aby nie robić błędów rażących—śmiało tego sposobu, gdzie tego potrzeba wymaga, użyć możemy. Ponieważ często potrzeba do jednego punktu np. do celnego, lub oddalenia, wiele prowadzić linij, a przykładanie linijału akuratnie do oznaczonego punktu jest mozolne; przeto dla ułatwienia stawia się w tym punkcie igła, aby do niéj przyłożyć linijał. Lecz środek ten ma swoje niedogodności, albowiem igła gruba, robi punkt ten niedokładny, cienka zaś częstemu ulega złamaniu, wskutek czego drugiéj igły w tym samym punkcie zatknąć nie można. Do zapobieżenia tym niedogodnościom służy mały przyrząd, który przedstawia fig. 153 w naturalnéj wielkości. *A* jest widok z dołu, *B* widok z boku; *a* jest blaszka stalowa przy któréj wyrobiony jest sztyfcik (kolec) cienki *b*, dobrze zaostrzony. Ta blaszka stalowa wpuszczona jest i przylutowana do platy mosiężnéj, w któréj znajdują się jeszcze dwa przylutowane i zanitowane sztyfciki zaostrzone. Blaszka stalowa ma zakończenie płaskie lecz ostre, i końcem tym stawia się ten przyrząd nad punktem do którego mamy prowadzić linije i przytwierdza się za pomocą znajdujących się, wyżéj wymienionych sztyfcików.

Rysowanie licznych niekiedy linii perspektywicznie do siebie równoległych jest mozolne, i dla tego starano się wynaleść przyrząd któryby kreślenie tych linii ułatwił. Thibault w roku 1798 wynalazł narzędzie, które jednak będąc bardzo skomplikowane, nie okazało się w praktyce korzystném. Narzędzie to, które starano się uprościć i zrobić dogodniejszém, zasadza się na następującém geometryczném wykreśleniu. Przy stałéj linii (fig. 154) *A B E*, przytwierdzony jest czworobok ruchomy *A C D B*, tak, iż boki *A C* i *B D* mogą się około punktów *A* i *B* obracać. Zakreślając więc, przy obrocie tego czworoboku, łuki otwartoś iami *A C*, *B D*, z punktów *A* i *B*, jasną jest rzeczą, iż jeżeli przedłużony bok *C D*, trafia przedłużoną *A B* w punkcie *E*, natenczas wziąwszy położenie 1, 1—2, 2,—3, 3, linije te przedłużone, muszą także przechodzić przez punkt *E*. Uproszczone narzędzie Thibault'a przedstawia fig. 155. W ogólnym składzie podobne jest zupełnie do podwójnego linijału, jakiego używają dzieci do linijowania. W dwóch bokach *a b*, *d c* wyrobiona jest szpara w któréj posuwa się sztyft śruby *A*, dającéj się dowolnie za pomocą górnéj śruby, przytwierdzić lub zwolnić. Pod bokiem *a d* leży linijał mosiężny *g h*, ku środkowi czworoboku tak wystający, iż brzeg jego przechodzi dokładnie przez środek sworzni (sztyftów), w punktach *a*, *d*, około których czworobok się obraca. Takie same dwa sworznie są w końcach górnych przy *b* i *c*. W linijale *B* (oddzielnie narysowanym) znajduje się otwór *t*, przez który przechodzi sztyft dolny śruby *A*. Dajmy, iż dana (fig. 154) linija *C D* do któréj mamy prowadzić równoległe, to jest schodzące się w jednym punkcie wypadkowym na horyzoncie; przykłada się linijał mosiężny brzegiem *g h* do horyzontu, albo do drugiéj danéj linii równoległéj, linijał zaś *B*, zapomocą śrub przykłada się do linii *C D*. Nadawszy narzędziu to położenie, posuwają się boki *a b*, *d c*, bacząc na to aby linijał mosiężny stale w swém położeniu pozostał, linijał zaś *B* opierać się musi o drugi sztyft przy *i* zapomocą śruby przytwierdzony. Linijał weźmie kolejno położenie 1, 1—2, 2—3, 3, a poprowadzone przy nim linije będą do siebie perspektywicznie równoległe gdyż w jednym punktcie na linii *A E* schodzić się będą. W razie iżby narzędzie przyłożone do linii *a b* (fig. 156) nie dochodziło do punktu *D*, przez który mamy poprowadzić równoległą do *c d*, naznacza się na linii *a b* środek *m*, linijału *g h*, prowadzę *f b* równoległą do *d c* i na niéj robię $b\ n = b\ m$, przez *m*, *i n*, prowadzę liniję która przecina daną *c d* w punkcie *g*, kładę narzędzie tak, aby środek linijału mosiężnego *m* padł na punkt *g*. Narzędzie to wymaga bardzo dokładnéj roboty, szczególniéj aby brzeg mosiężnego linijału przechodził przez środek dolnych sworzni i oddalenie takowych od siebie na boku *a b* było równe oddaleniu środków sworzni na boku *d c*. Przy użyciu tego narzędzia potrzeba takowe przycisnąć jakim ciężarem, aby nie uległo usunięciu. Użycie tego narzędzia nie ułatwia roboty tak, jakby się tego spodziewać należało.

Warunkiem obrazów perspektywicznych jest, aby tyle tylko obejmowały ile jednym rzutem oka objąć możemy, a tém samém aby miały jeden tylko punkt celny.

Gdybyśmy rysując krajobraz z natury, obracali wzrok na prawo lub lewo, nietylko główny promień oczny niebyłby już do obrazu prostopadły, ale powstałoby kilka punktów głównych na horyzoncie naturalnym do których schodzące się linije rysowalibyśmy mylnie jako schodzące się w punkcie celnym, lub przeciwnie. Aby tym niedogodnościom a raczéj błędom pochodzącym ze zmiany głównego promienia ocznego, który zawsze do obrazu powinien być prostopadły, zapobiedz, wymyślano rozmaite narzędzia. Najprostsze do tego celu służące narzędzie, aby nie zmieniać położenia oka, a tém samém punktu celnego, jest to które przedstawia fig. 157. Składa się ono z ściętego, z blachy zrobionego ostrokręgu, osadzonego na koszturze u dołu w żelazo okutym opatrzonego w szerszym końcu dwiema do siebie prostopadłemi nitkami, w położeniu poziomém i pionowém, których punkt przecięcia odpowiada punktowi celnemu na obrazie. Kosztur tak jest wysoki, i tak się ustawia, aby mały otwór ostrokręgu przy O odpowiadał wysokości oka stojącéj przy nim osoby. Tym sposobem nie zmienia się ani horyzont ani punkt celny i podług nich widziane przez otwór przy O przedmioty, na obraz przeniesiemy. Inne narzędzie celowi temu odpowiadające, i do wykonania rysunku perspektywicznego służące, przedstawia fig. 158, którego już Albrecht Dürer (w roku 1525) używał i w dziele swém do użycia zalecał. Składa się z ramy kwadratowéj podzielonéj na małe, równéj wielkości kwadraty, za pomocą cienkiego drutu. Rama ta osadzona jest na listwie A B, przez który przechodzi listwa C D, dająca się w kierunku poziomym posuwać, stosownie do oddalenia w jakiem chcemy mieć ustawioną ramę od oka. Przez koniec C téj listwy przechodzi inna, pionowa listwa, opatrzona w górnym końcu małym otworem, służącym do patrzenia, który się tak ustawia aby promień oczny poziomy, był do ramy prostopadły, i trafiał na przecięcie się dwóch nitek, jak okazuje linija a b. Do ramy przytwierdzona jest listwa dająca się pionowo posuwać, to jest do góry podnosić lub na dół opuszczać w celu uławienia rysowania, i zakryć nią te przedmioty które już mamy narysowane. Podzieliwszy obraz na taką samą ilość kwadratów, jaką rama obejmuje, rysujemy w każdym kwadracie to co w odpowiednim kwadracie ramy widzimy. Do nabycia wprawy w rysowaniu krajobrazów z natury, narzędzie to bardzo jest dogodne, gdyż nietylko horyzont i punkt celny stale są oznaczone, ale także oddalenie stosownie do naszego celu oznaczyć możemy. Inne do tego samego celu służące narzędzia, jako mniéj praktyczne, pomijam, równie jak rozmaite cyrkle proporcyonalne, do rysowania linij równoległych służyć mające.

ROZDZIAŁ V.

Rysowanie przedmiotów odbitych w zwierciadle.

§ 19. W krajobrazach przedstawiających powierzchnie wód spokojnych, oraz w obrazach wnętrza mieszkań i t. p. w których się znajdują zwierciadła, często zachodzi potrzeba rysowania przedmiotów, w zwierciadle odbitych. Dla tego każdy malarz krajobrazów, zasady takiego rysunku znać powinien, aby nie robić błędów rażących oko znawcy.— Jak mamy dwa główne gatunki zwierciadeł, to jest naturalnych, jakiemi są powierzchnie wód spokojnych, i sztucznych jakich do wygody i ozdoby mieszkań używamy, tak też oba te gatunki oddzielnie w krótkości wyłożymy, podług nauki Lamberta i Hummela.

Widzimy przedmiot, gdy promienie światła od niego wychodzące w prostym kierunku do oka naszego dochodzą; jeżeli zaś w biegu tym prostolinijnym, promienie te trafiają na jaką przeszkodę, np. ciało nieprzezroczyste, natenczas przedmiotu tego bezpośrednio nie widzimy. Możemy jednakże widzieć przedmiot pośrednio, odbity w zwierciadle.— Powierzchnie gładkie mają bowiem tę własność, iż się o nie promienie światła odbijają. Każde ciało, jeżeli w biegu swoim trafia na przeszkodę, np. na ciało twarde, odbija się od takowego i biegnie daléj, lecz już w kierunku zmienionym. Kierunek ten dalszego biegu zależy od kierunku pierwotnego biegu. Doświadczenie uczy nas, iż ciała odbite idą daléj pod tym samym kątem nachylenia do przedmiotu odbijającego, pod jakim biegły przed uderzeniem. Temu samemu prawu podlega także światło, jeżeli w biegu swoim trafia na powierzchnię gładką.

a) Zwierciadła naturalne, a zatém poziome. Niech $a\,b$ fig. 159, wystawia nam powierzchnię wody spokojnie stojącéj, tworzącą zwierciadło naturalne; w punkcie C jest przedmiot, od którego rozchodzą się promienie światła na wszystkie strony. Z tych promieni mogą jedne dochodzić bezpośrednio do oka naszego, drugie dochodzą do oka odbite od zwierciadła a b. Jeżeli oko patrzącego jest w e, natenczas te tylko promienie, jak np. C d dochodzą do e, które z powierzchnią zwierciadła $a\,b$ tworzą kąt $C\,d\,a$ równy kątowi e d b. Z tego samego powodu do oka będącego w f lub n, dojdzie tylko promień C l, C m.— Kąty $C\,d\,a$, C l a, C m a, nazywają się kątami wpadania, kąty zaś e d b, f l b, n m b, równe odpowiednio pierwszym, nazywają się kątami odbicia. Spuszczając z punktu C pionową C a i przedłużając takową dostatecznie, przedłużając także promienie odbite d e, l f, m n, widzimy, iż linije te schodzą się w punkcie g, i że $C\,a$ równe jest a g. Oko ludzkie nie może odróżnić oddalenia przedmiotu, dla tego też, jakkolwiek do oka dochodzą promienie odbite *d e*, *l f*, *m n*, zdaje nam się, iż widzimy ten przedmiot na przedłużeniu tych linij. — Przyjmując, iż w punkcie *D*, pionowo pod *C* położonym, znajduje się jaki przedmiot, natenczas rysując kąty wpadania i odbicia jak poprzednio, przekonywamy się, iż przedmiot ten będzie widziany w punkcie *E*. Prawda ta tłómaczy nam, dla czego w zwierciadle poziomém widzimy przedmiot przewrócony; w rzeczywistości bowiem punkt *C* leży nad *D*, w zwierciadle zaś przeciwnie, punkt *g*, leży pod *E*.— Ponieważ punkta *g*, *E* w których widzimy przedmioty *C*, *D*, leżą na pionowéj z punktów *C*, *D* spuszczonych i linija *a g* równa *C a*, linija *a E* równa *D a*; przeto rysujemy odbicia w zwierciadłach poziomych, spuszczając od przedmiotów linije pionowe i robiąc na nich oddalenie odbicia równe oddaleniu przedmiotu od zwierciadła.

Lecz odbicia przedmiotów bliżéj zwierciadła położonych, zakrywają w części lub w całości odbicia przedmiotów od zwierciadła bardziéj oddalonych. Niech nam fig. 160 wystawia profil czyli przecięcie pionowe zwierciadła poziomego *a c* do *b* przedłużonego, w *O* znajduje się oko patrzącego. Odbicie brzegu *c d* do *c g* znajdziemy spuszczając z *d* pionową i robiąc na niéj *c g* = *c d*; również znajdziemy odbicie linii *e f* pionowo stojącéj, przedłużając takową i robiąc *m e* = *m n*, *m i* = *m f*. Lecz promień oczny od *O* przez *g* poprowadzony, trafia pionową *m i* w punkcie *h*, odbicie, więc *e g* zakrywa część *h m* i dopiero promień *O l* będzie widział punkt *i*, który jest odbiciem punktu *f*, a tak dla oka będącego w *O* będzie tylko widzialna część *h i*.— Miejmy ten sam przedmiot na figurze 161 perspektywicznie narysowany, tak iż *O P* jest horyzont, *P* punkt celny *A B* brzeg zwierciadła. Aby znaleść odbicie przedmiotu *e f g h*, potrzeba w myśli przedłużyć zwierciadło i oznaczyć punkta w których przedłużone pionowe *f e*, *g h* trafiają to zwierciadło, które jako poziome idzie do horyzontu. Dajmy, iż pionowa *g h* przedłużona, trafia zwierciadło w punkcie *m*, zrobimy przeto *m p* = *m g*, pozioma przez *p* poprowadzona, da na pionowéj *f e* przecięcie *r*, a tak *p r* jest odbiciem linii *f g*.— Odbicia punktów *n*, *s*, *z* nad brzegiem położonych, podług poprzedzającego, znajdziemy, spuszczając z nich pionowe i robiąc *u* 1 = *n* 1, *t* 2 = *s t*, *w x* = *w z*; odbicia linij poziomych są także linijami poziomemi, pionowych, pionowemi, linii idących do punktu celnego lub wypadkowego, odbicia do tych samych idą punktów.

b) Zwierciadła sztuczne. Pod tym wyrazem rozumiemy nietylko zwierciadła i lustra zawieszone w mieszkaniach, sztuką zrobione, ale także każdą płaszczyznę dającą odbicia. Tak np. widzimy odbicia w oknach (taflach szklanych) gdy na ziemi jest tło ciemne, również na powierzchniach gładko polerowanych, na zwierciadłach z podlewą czarną, i t. p.— Wszystko to cośmy o zwierciadłach poziomych naturalnych powiedzieli, stosuje się także do zwierciadeł sztucznych, które dwojakie mogą mieć położenie, albo pionowe, albo do poziomej płaszczyzny nachylone.

1. Zwierciadła pionowe.

96. Zadanie fig. 162. Dane jest zwierciadło *A B C D*, stojące pionowo i równolegle do obrazu, którego punkt celny jest *P* i punkta oddalenia *O*, *O*, narysować w niém odbicie sześcianu *a b e g*, którego krawędź *a g* jest równoległą do podstawy, a tém samém także do *A B* podstawy zwierciadła, mamy także narysować obraz figury ludzkiej *R S*.— Podług poprzedzającego należy poprowadzić od sześcianu prostopadłe do zwierciadła, a tém samém do podstawy obrazu, a że boki *h a*, *f g* są takiemi prostopadłemi, przeto takowe przedłużam prowadząc linije do *P*, na których robię *m* 1 = *m f* prowadząc przekątnię *a f* do *O*, która na podstawie zwierciadła da *k*, od *k* do *O* poprowadzona, da nietylko przecięcie 1, ale także punkt 8 i będziemy mieli *m* 1 = *m f* 1, 2 = *f h* 2, 8 = *h a*. Wyprowadzając z 1, 2, 8, 7 pionowe, otrzymamy na nich punkta 3, 4, 6, 5 prowadząc od boków *b c* i *d e* sześcianu do *P*, a kładąc przez 3, oraz 5 poziome, dokończymy rysunek sześcianu. Narysujemy odbicie posadzki przedłużając linije do obrazu prostopadłe do *P*; odbicie pierwszéj poziomej *n p*, znajdziemy prowadząc od *n* do *O*, od przecięcia z zwierciadłem poprowadzimy przekątnię *l r O*, która przetnie poprowadzone do *P* linije; a kładąc przez te przecięcia poziome; będziemy mieli narysowaną posadzkę. Punkt *R* znajduje się na czwartéj poziomej od zwierciadła; w tym samym więc punkcie i na téj saméj linii będzie odbicie; z punktu tego wyprowadzimy pionową a linija od *S* do *P* poprowadzona, da wysokość figury w zwierciadle. Gdyby nie było kwadratów, znaleźlibyśmy odbicie punktu *R*, tak jak znaleźliśmy odbicie punktu *f*.— Gdyby dany był przedmiot w punkcie *M*, od którego poprowaozona do zwierciadła prostopadła nie przecina podstawy zwierciadła, przedłużymy takową, jak okazuje linija *B C*, i wykonamy wykreślenie jak gdyby na linii *B C* było zwierciadło.

Podobnież postąpimy, gdy zwierciadło nie stoi na płaszczyźnie poziomej, nie dochodzi do posadzki; w takim razie przedłużymy boki pionowe zwierciadła i narysujemy jego przecięcie czyli podstawę, i postąpimy tak jak gdyby rzeczywiście zwierciadło dochodziło do płaszczyzny poziomej, jak w fig. 162 do posadzki. Oba te wypadki stosują się do wszelkich zwierciadeł, to jest, że w każdym razie przedłużają się takowe i znajduje ich podstawa, i rysuje na nich tak jak gdyby rzeczywiście były przedłużone.

W zwierciadłach pionowych (sztucznych) wszystko się tak rysuje jak w poziomych, naturalnych; gdyż sobie możemy w myśli wystawić zwierciadła leżące poziomo, przez obrót zamienione na pionowe.

97. Zadanie fig. 163. Dane jest zwierciadło pionowe, do obrazu prostopadłe, mamy narysować odbicie sześcianu *a b c d*, podstawą *a b* równolegle do obrazu

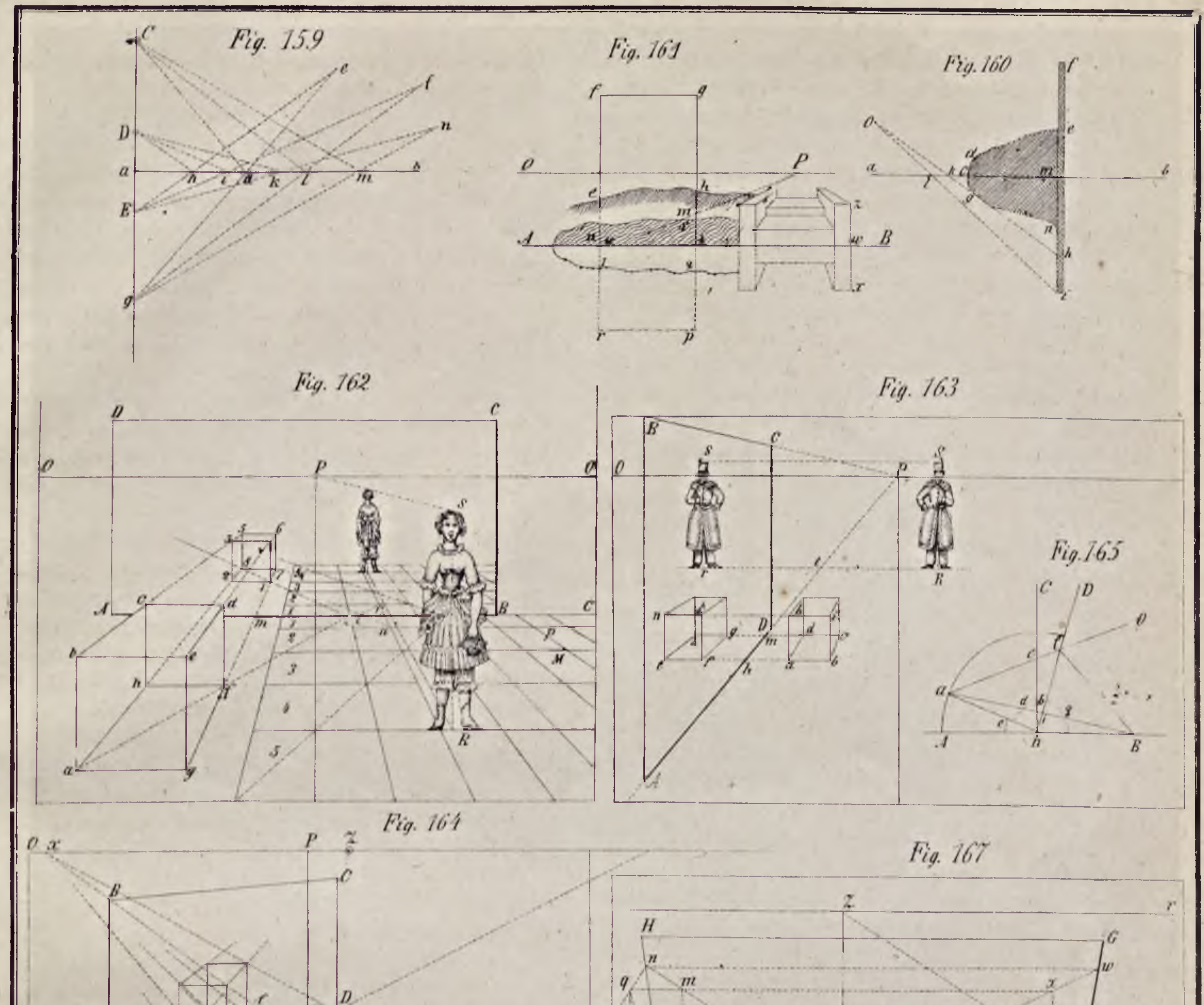


Fig. 159
Fig. 160
Fig. 161
Fig. 162
Fig. 163
Fig. 164
Fig. 165
Fig. 166
Fig. 167

stojącego, oraz odbicie figury ludzkiej $R S$.— Ponieważ podstawa zwierciadła jest do obrazu prostopadłą, przeto przedłużona idzie do punktu celnego P, i do niéj bok sześcianu, $a b$ jest prostopadły. Przedłużam przeto boki $a b$, $c d$, robię przedłużenie $m g$, i $f h = m d$, $h a$, $e f = a b$ $h g = d c$, a linije $e h f g$ przedłużone powinny iść do punktu celnego. Można z tego powodu przenieść tylko długości $h a$, i $a b$ do f i e i poprowadzić do P, a otrzymamy przecięcia h, g. Z oznaczonych punktów wyprowadzam pionowe, a przedłużony bok $i k$, da l, n, od których prowadząc do P, dokończę rysunek sześcianu. Prostopadła do zwierciadła z R poprowadzona, nie trafia takowego, lecz jak wyżéj nadmieniono, przedłuża się jego podstawa i robi $t r = t R$. z r wyprowadzam pionową aż do przecięcia się z liniją poziomą $S s$, a tak $r s$ jest odbiciem $R s$.— Jak w poprzedzającym przykładzie fig. 162 widzimy w zwierciadle tylną niewidzialną stronę sześcianu i figury ludzkiéj, tak w obecnym przykładzie podobne odwrócenie przedmiotu ma miejsce. W zwierciadle bowiem widzimy ścianę kwadratu $a d k$, która nie jest widzialna, w figurze ludzkiéj widzimy w zwierciadle lewą rękę po prawéj stronie i odwrotnie.

98. Zaaanie fig. 164. Dane jest zwierciadło pionowe, lecz do płaszczyzny obrazu nachylone, tak, iż podstawa jego przedłużona idzie do punktu wypadkowego y; mamy narysować odbicie w nim sześcianu, ścianą $a b c d$ równolegle do obrazu stojącego. Ponieważ od przedmiotów danych chcąc mieć odbicie w zwierciadle, potrzeba prowadzić od tego przedmiotu prostopadłe do zwierciadła, przeto też, prostopadłe te od sześcianu idące narysować potrzeba. Przyjmując, iż możemy oś dostatecznie przedłużyć i na niéj punkt pomocniczy O 1 oznaczyć, rysuję kąt prosty $y O 1 x$, a tak punkt x jest wypadkowym dla linii do $A y$ prostopadłych. Aby znaleść w zwierciadle odbicie punktu a, przedłużam bok sześcianu $a d$ aż do przecięcia się z podstawą obrazu, lub jéj przedłużeniem w punkcie E. Widzimy, iż linija $E a d$ odbije się pod kątem $y E a$, potrzeba więc z punktu E przy podstawie $E D$ narysować z drugiéj strony kąt $D E Z$ równy kątowi $y E a$. Kąt jaki tworzy zwierciadło z osią $P O$, równy jest kątowi $P O 1 y$, kąt zatém $y E a$ jest dopełnieniem tego kąta do prostego równy kątowi $y O1 T$. Pottzeba więc z punktu pomocniczego O 1 przy linii $y O$ 1 narysować geometrycznie kąt $y O$ 1 z, równy kątowi $y O1 T$, tym sposobem oznaczony punkt z, jest wypadkowym dla linii tworzących z podstawą obrazu kąt $y O1 T$. Linije więc do podstawy równoległe, jak $a E$, przedłużona $c h$, będą się w zwierciadle schodziły w punkcie z. Prowadzę więc od E oraz od i do z, z których pierwsza przecina $a x$ w punkcie 2; tym samym sposobem znajduję punkt 1, prowadząc od e do x, która przecina $i z$, w punkcie 1. Mając poprowadzone linije od E, i, do z, znajduję odbicie punktów h, d, prowadząc od nich do x, które dają 3, 4. Z punktów 1, 2, 3, 4, wyprowadzam pionowe, które przecinam linijami od b, f, do x poprowadzonemi, a prowadząc od nich do z, mogę dokończyć odbicie sześcianu.— W tym przykładzie tak jak w poprzedzających widzimy w zwierciadle odbicie ściany $a b f e$, która nie jest widzialna. — Podług tego wykreślenia potrafimy narysować odbicie w tém zwierciadle każdego innego przedmiotu.

2. Zwierciadła pochyłe.

W zwierciadłach pionowych o których mówiliśmy w poprzedzających zadaniach, odbicie płaszczyzny pozioméj było także taką płaszczyzną poziomą, lecz w zwierciadłach bądź naprzód bądź w tył nachylonych, płaszczyzna pozioma nie da odbicia poziomego, lecz okaże się także albo naprzód albo w tył nachyloną. Aby więc odbicie płaszczyzny poziomej w zwierciadle pochyłém dobrze narysować, należy poznać skutki tego nachylenia. Niech nam w fig. 165 linija $A B$ wystawia przecięcie płaszczyzny poziomej, na któréj w punkcie h stoi zwierciadło $D h$ do płaszczyzny pionowéj, $c h$, pod kątem $C h D$ nachylone; w punkcie O znajduje się oko patrzącego, który odbicie a, punktu B widzieć będzie pod kątem $A h a$, dwa razy większym, aniżeli jest nachylenie zwierciadła do płaszczyzny pionowéj, to jest kąt $A h a$ będzie równy dwom kątom $C h D$. Wiemy, iż odbicie przedmiotu w zwierciadle znajdujemy prowadząc od tego przedmiotu prostopadłą do zwierciadła, którą niech będzie linija $B a$, wiemy oraz, że długości $a i$, $i B$ są sobie równe i kąt odbicia $D f O$ równy jest kątowi wpadania $B f h$. Poprowadziwszy przeto $h a$, linija ta $h a$ jest odbiciem linii $h B$, gdyż $h B$ dochodzi do zwierciadła w punkcie h, i długość $h a$ równa $h B$. Linija więc $h a$ przedstawia nam odbicie płaszczyzny poziomej $h B$. Trójkąty $a h i$, $h i B$ są sobie równe, gdyż bok $h i$ jest wspólny $a i = i B$ z wykreślenia i kąty przy i są równe jako proste, z tego wynika, iż kąt $a h i$, czyli $d + b$ równy kątowi $i h B$ czyli kątowi g. Mamy więc $d + b = g$, ztąd $b = g - d$: A że $e_1 + g = e + g$ jako czyniące kąt prosty, przeto $b = e + d - g$, a dodając do siebie te dwa równania, otrzymamy $2 b = e$, gdyż d i g znoszą się. Widzimy więc, iż kąt $A h a$ czyli nachylenie odbicia płaszczyzny poziomej jest dwa razy większe, aniżeli nachylenie zwierciadła do płaszczyzny pionowéj. O prawdzie téj przekonywamy się także uważając odbicia w zwierciadle pionowém $C h$. W położeniu pionowém odbicie płaszczyzny poziomej $h B$ podług poprzedzającego, będzie także płaszczyzną poziomą $h A$ i kąty $C h A$ i $C h B$ są sobie równe jako proste. Wystawiając sobie w myśli to pionowe zwierciadło $C h$ coraz bardziéj nachylane, iż weźmie położenie poziome $h B$, widzimy, iż zwierciadło przebiegnie kąt prosty $C h B$, lecz odbicie $A h$ przebiegnie dwa kąty proste, gdyż gdy zwierciadło padnie czyli przystanie do płaszczyzny $h B$, odbicie zejdzie się z obrazem; a zatém gdy zwierciadło przebiegło 90^0, odbicie $A h$ przebiegło 180^0. Przekonywamy się ztąd, iż w zwierciadle pochyłém odbicie płaszczyzny poziomej wznosi się pod kątem dwa razy większym, aniżeli jest nachylenie zwierciadła do pionowéj.— Można się o tém łatwo przekonać nachylając zwierciadło pionowe.

99. Zadanie fig. 166. Dane jest zwierciadło *A B C D*, do pionowéj pod kątem *B A E* nachylone, idąc w kierunku do obrazu prostopadłym, którego zatém podstawa *A D* idzie do punktu celnego *P*; mamy w niém narysować odbicie sześcianu, którego bok *a b* jest do podstawy obrazu równoległy i figury ludzkiéj *R S*.— Ponieważ zwierciadło nachylone jest do pionowéj *E A* pod kątem *B A E*, przeto płaszczyzna pozioma *M A P*, na któréj stoją przedmioty przed zwierciadłem, odbije się w niém pod kątem dwa razy większym. A że kąt *B A E* jest kątem nachylenia, przeto zakreślam łuk z punktu *A* dowolną otwartością cyrkla i robię kąt *s A z* równy dwom kątom *t A u*; a tak linija *A s* jest podstawą (przecięciem na obrazie) płaszczyzny *M A P* odbitej w zwierciadle, gdyż jest prostopadłą do *A P*. Przez punkt celny *P* poprowadzimy *P T* granicę tej pochyłej płaszczyzny, prowadząc równoległą do *As*. Znajdziemy więc odbicie punktów *b*, *h* prowadząc do *A D* prostopadłe, a tém samém do podstawy równoległe, aż do przecięcia się w punktach *i*, *k*, od których poprowadzimy równoległe do granicy *P T* i zrobimy *k b* 1 = *k b*, *i h* 1 = *i h*, *i g* 1 = *i g*, *k a* 1 = *k a*, geometrycznie. Jak *a g*, *b h* idą do punktu celnego, tak też *b* 1, *h i*, oraz *a* 1, *g* 1, powinny w tym samym schodzić się punkcie *P*.— Mając na téj płaszczyznie rysować kwadraty, zrobimy na granicy *P T* = *P O*, punkt *T* będzie oddaleniem i do niego poprowadzimy przekątnie. Ponieważ ściana sześcianu *a b c d* i odpowiednia jéj w zwierciadle są równoległe do obrazu, a na takich płaszczyznach wszystko się rysuje geometrycznie, przeto też z punktów *b* 1, *a* 1, *g* 1, *h* 1, wyprowadzimy geometrycznie prostopadłe, i zrobimy je odpowiednio równe *h* 1, *g* 1, oraz *b* 1, *a* 1; z otrzymanych punktów poprowadzimy do *P* i dokończymy odbicie sześcianu. Aby narysować odbicie figury *R S*, prowadzę przez *R* równoległą do horyzontu aż do przecięcia się z przedłużoną podstawą zwierciadła w punkcie *w*, od którego prowadzę równoległą do granicy, robiąc na niéj *w r* = *R w*. Z punktu *r* wyprowadzam geometrycznie prostopadłą do *w r* i robię na niéj *r s* = *R S*, i otrzymam żądane odbicie, w którém tak jak w poprzedzających, strony prawa i lewa będą w odwrotném położeniu.

100. Zadanie fig. 167. Na zwierciadle *E F G H*, nachyloném naprzód, to jest ku patrzącemu pod kątem 16° do linii pionowéj, którego podstawa *E F* jest równoległą do podstawy obrazu, mamy narysować odbicia.— Horyzont, punkt celny i oddalenia są dane i przyjmujemy, iż oś widzenia dostatecznie przedłużyć można. Ponieważ zwierciadło nachylone jest do pionowéj pod kątem 16°, przeto płaszczyzna pozioma podniesie się w niém pod kątem podwójnym, to jest pod kątem 32° mającym. Na horyzoncie więc, z punktu oddalenia *O* narysujemy geometrycznie kąt 32° mający, którego drugie ramię przetnie oś pionową w punkcie *Z*, przez który poprowadzimy granicę do *E F* równoległą i oznaczymy na niéj punkt oddalenia *r* robiąc *Z r* = *Z O*. Aby narysować odbicie boku *B C* sześcianu, którego bok *A B* jest do podstawy obrazu równoległy, przedłużymy boki *A D* i *B C* do przecięcia się z zwierciadłem w punktach *f*, *i*, gdyż boki te są do *E F* prostopadłe. Od *i*, *f*, poprowadzimy do *Z*, a linije te są do *E F* prostopadłe, zrobimy *f e* = *f C* prowadząc od *C* do *O*, która daje *l*, od *l* do *r*, daje *e*, a prowadzona przez *e* pozioma daje *d*, linija od *d* do *r* da przecięcie *b*, i narysujemy kwadrat *a b e d*, na którym narysujemy sześcian jak na figurze 135, narysowawszy kąt prosty *Z O R*, i prostopadłą *S R* do *P R* i zrobiwszy *R S* = *R O*.— Kwadraty posadzki narysujemy tym samym sposobem jak kwadrat *a b c d*. Jeżeli *E F* stoi na boku kwadratu, jak tu przyjęto, poprowadzimy od *w* do *r*, która jako przekątnia da przecięcia na przedłużonych do *Z* prostopadłych. Gdyby zwierciadło nie stało na boku kwadratów, potrzeba narysować odbicie pozostałéj części, a potém kwadratów.— Dajmy, iż figura ludzka *M N* stoi na brzegu drugiego kwadratu licząc od zwierciadła, z punktu więc odpowiedniego *m* na zwierciadle poprowadzimy do *R*. Aby na niéj zrobić *m n* = *M N*, przenoszę wysokość *M N* na poziomą do *t*, od *t* prowadzę do *P* aż do przecięcia z podstawą *E F*, od przecięcia tego prowadzę do *Z*, która da *x*, robię więc *m n* = *m x*, a tak figura w odwrotném położeniu narysowana, ma wysokość *m n* = *M N*. Mając na obrazie fig. 167 narysować boki zwierciadła *E H*, *F G* nachylone do linii pionowéj pod danym kątem, jak w tym przykładzie pod kątem 16° potrzebaby w punkcie oddalenia *O* jako wierzchołku narysować pod horyzontem kąt dopełnienia 16° do 90° czyli kąt 74°, lecz że przecięcie ramienia tego kąta z przedłużoną osią daleko pod obrazem pada, przeto można w następujący sposób postąpić. Z punktu *E*, przez który ma przechodzić podstawa zwierciadła, wyprowadzam pionową *E m* i rysuję geometrycznie kąt *m E q* mający 16°.— Z punktu *q* prowadzę *q m* prostopadłe do *E m*, a tak mam trójkąt prostokątny, z kątem 16° geometrycznie narysowany, który potrzeba narysować perspektywicznie prostopadle do obrazu. Poprowadziwszy od *P* przez *m*, od punktu oddalenia *O* przez *q*, linije te przecinają się w punkcie *n*, a łącząc *n* z *E* będziemy mieli narysowany bok zwierciadła pod kątem 16° nachylonego. Na drugiéj stronie, wyprowadzimy z *F* pionową, która przetnie poziomą z *m* w punkcie *x*. Prowadzę od *P* przez *x* oraz poziomą przez *n*, które dają przecięcie *w*, linija *w F* jest bokiem zwierciadła.

101. Zadanie fig 168. Na zwierciadle *A B C D*, którego podstawa *A D* jest pozioma, równoległa do podstawy obrazu, lecz górny brzeg *B C* w tył jest nachylony, mamy narysować odbicia. Zadanie to jest właściwie takie same jak poprzedzające, z tą tylko różnicą, iż zwierciadło jest w przeciwném położeniu. Dla tego zamiast narysować kąt nachylenia w górę, nasysujemy takowy z punktu oddalenia pod horyzontem, oznaczymy punkt

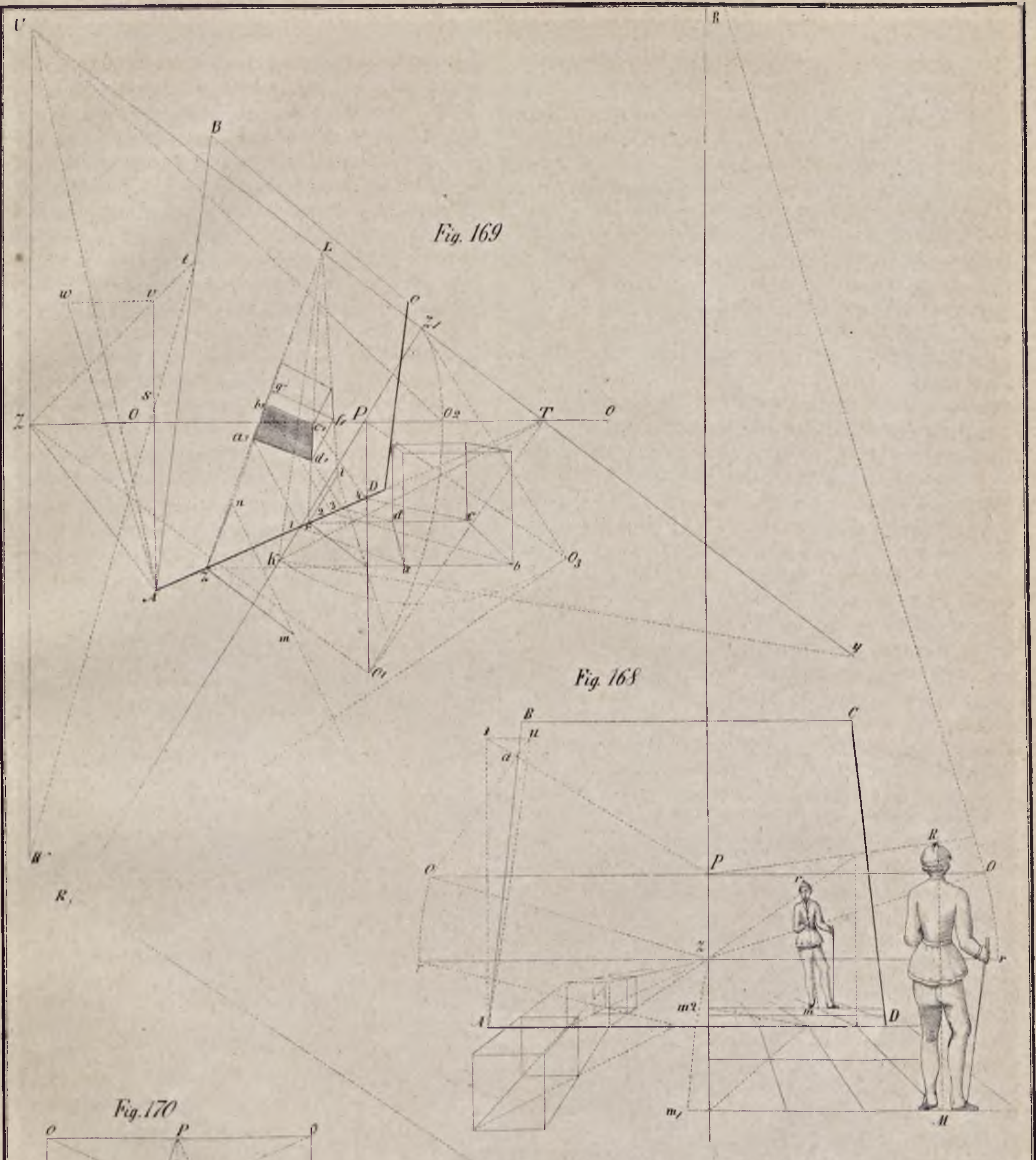


Fig. 169
Fig. 168
Fig. 170

główny *Z*, granicę, i na niéj oddalenia *r*, *r*. Aby mieć punkt wypadkowy dla linii do téj płaszczyzny prostopadłych, narysujemy w górę kąt prosty *Z 0 R* i postąpimy jak w poprzedzającém zadaniu, odnosząc się do tego cośmy o takich płaszczyznach przy fig. 136 powiedzieli. Jeżeli jest dany kąt pod którym mamy narysować takie zwierciadło do pionowéj w tył nachylone przy linii *A D*, wyprowadzimy jak poprzednio z *A* pionową. narysujemy kąt dany *t A U*, położymy poziomą, a zatém do *t A* prostopadłą *t u*, przecięcie linii *t P*, *U 0* da punkt *a* i linija *a A* jest żądanym bokiem zwierciadła. W poprzedzającym przykładzie narysowaliśmy trójkąt geometryczny po lewéj stronie pionowéj, w tym zaś przykładzie należy go narysować po prawéj stronie pionowéj *t A*. Punkt *m* znajdziemy tym samym sposobem jak w fig. 167, a zrobiwszy $Mm1 = MR = m2$, zrobimy wysokość $mr = mr2$. Narysujemy w punkcie *m* prostopadłą, prowadząc od *m* do *R*.

102. Zadanie fig. 169. Mamy narysować odbicie sześcianu stojącego na kwadracie *a b c d*, którego bok *a b* jest równoległy do podstawy obrazu, w zwierciadle *A B C D*, którego podstawa *A D* idzie do punktu wypadkowego *T*, jest zatém nachylone do osi pod kątam *P 0 1 T*, który ma np. 35°. Do linii zaś pionowéj, jak *V A*, zwierciadło nachylone jest pod kątem 20°. Płaszczyzna więc pozioma odbije się w tém zwierciadle pod kątem 40°.— Potrzeba naprzód oznaczyć granicę płaszczyzny pochyłéj, która jest odbiciem pozioméj pod kątem 40°. W tym celu rysuję kąt prosty *T 0 1 Z*, przez *Z* prowadzę pionową *U Z W*, która jest granicą płaszczyzn do zwierciadła prostopadłych, na niéj punkt *Z* jest punktem głównym, *Z 0 1* oddaleniem, które przenoszę do *W* i do *0 2* na horyzoncie, który punkt jest dla granicy *U W* punktem pomocniczym. Rysuję więc przy *0 2* kąt *Z 0 2 U* mający 40°, a poprowadziwszy *U T*, linija ta jest granicą płaszczyzn do poziomej pod kątem 40° nachylonych, punkt *U* wypadkowym dla linii do poziomej pod kątem 40° nachylony. Poprowadziwszy przeto od *A* do *Z* i do *U* kąt *U A Z* ma 40°, i linija *U A* jest do podstawy zwierciadła prosopadłą. Spuściwszy z *P* prostopadłą do *U T* otrzymamy punkt główny *Z 1*, wyprowadzając z tegoż punktu *P* prostopadłą *P 0 3* do przedłużonej osi *Z 1 P R* i zrobiwszy $P03 = P01$, linija *Z 1 0 3* jest oddaleniem, które przenoszę na oś do *K*, tak *K* jest punktem pomocniczym dla granicy *U T*. Mając narysowaną płaszczyznę do poziomej na 40° nachyloną i do niéj potrzebne punkta oznaczone, będziemy mogli rysować na niéj odbicie w zwierciadle. Aby znaleść odbicie punktów *a b c d* sześcianu, kładę przez *a* i *d* poziome czyli przedłużam boki *a b*, *c d*, gdyż te jako równoległe do podstawy obrazu są dane, aż do podstawy zwierciadła, do *z*, i *r*.— Linije te tworzą z *A D* kąt 55° jako dopełnienie 35° do 90°; a że kąt *T K Z 1* ma 35°, przeto rysuję kąt *Z 1 K L* mający 20°, a tak punkt *L* jest wypadkowym dla linij tworzących z podstawą *A D* kąt 55°, równy kątowi *T z a*, na płaszczyznie poziomej, i odbicie punktów *a*, *b*, *d c* musi leżeć na linijach od *z*, i *r*, do *L* poprowadzonych. Ponieważ *Z* na horyzoncie uważane na płaszczyznie poziomej jest wypadkowém dla linii do podstawy *A D* prostopadłych, przeto prowadzę od *a*, *b*, *c*, *d* do Z aż do przecięcia się z podstawą zwierciadła, do 1, 2, 3, 4, od których linije te po płaszczyznie pochyłéj przedłużyć należy; a że mają być do podstawy prostopadłe, przeto prowadzę od nich do *U*, który jest wypadkowym dla linii do *A D* prostopadłych, a tak otrzymamy na linijach *z L*, *r L* przecięcia *a 1* *b 1*, *d 1* *c 1*, które są odbiciem punktów *a*, *b*, *c*, *d* sześcianu. Aby z punktów tych wyprowadzić prostopadłe do płaszczyzny pochyłéj, rysuję kąt prosty *Z 1 0 3 R*, a punkt *R* jest wypadkowym dla tych linij, do niego więc od *a 1*, *b 1*, *c 1*, *d 1* poprowadzimy. Aby odmierzyć na nich długości równe *a 1*, *d 1*, postąpimy jak w fig. 139, rysując kąt prosty *Z 1 R S*, i robiąc $RS = R03$ i prowadząc od *S* przez *d 1* i *c 1*, i znanym sposobem narysujemy odbicie sześcianu. Znalazłszy odbicie boku *a b*, w punktach *a 1*, *b 1*, można także narysować odbicie boków do *a b* prostopadłych, rysując przy linii *K L* kąt prosty, przedłużając drugie jego ramię do *y*, przecięcia się z granicą *U T*. Punkt *y* jest wypadkowym dla linij do *a 1*, *b 1* prostopadłych, od nich więc poprowadzone do *y*, dają przecięcia *d 1*, *c 1*.

Jeżeli jest dany kąt pod jakim z punktu np. *A* mamy narysować nachylenie zwierciadła do pionowéj, wyprowadzimy z *A* pionową *A v*, narysujemy kąt dany *v A w*, i z punktu *v* prostopadłą do *v A* dającą punkt *w*, zrobimy $vs = vw$ i poprowadzimy od *W* przez *s* aż do przecięcia się z liniją od *Z* przez *v* poprowadzoną w punkcie *t*. Linija *t A* daje żądane nachylenie zwierciadła. Trójkąty bowiem *w A v*, i *v A t* są sobie równe, gdyż $vt = vs = vw$, bok *v A* wspólny, kąty przy *v* proste, ztąd téż i kąt perspektywiczny *v A t* równy jest danemu *v A w*. Można także znaleść wysokość prostopadłych od *R* przez *a 1* i *d 1* poprowadzonych, to jest punkta *f 1*, *g 1*, wyprowadzając z punktu *z* na podstawie *A D* oznaczonego *z m*, prostopadłą do *A D* i robiąc ją równą *a b*, bokowi sześcianu, od *S* przez *m* poprowadzona da na linii *z R*, przecięcie *n*, $zn = zm$. Oznaczywszy punkt *n*, prowadzę od niego do *L*, i otrzymamy przecięcie *g 1*; tym samym sposobem rysuję w punkcie *r*, a linija *S t* da przecięcie *f 1*.

Podawszy, stosownie do zamierzonego celu, główne zasady rysunku perspektywicznego mógłbym na tém co dotąd wyłożonem zostało, naukę tę zakończyć, dla lepszego jednakże zrozumienia przebiegu téj nauki i należytego ocenienia podawanych przez rozmaitych autorów sposobów czyli metod rysowania, przejdziemy takowe w krótkości, wyjąwszy metody Adhémar'a, która tyle doznała rozgłosu, o któréj obszerniej pomówić wypada.

ROZDZIAŁ VI[ty]

Metody, czyli sposoby rysowania.

Przy zadaniach w téj nauce podanych, zwykle tylko jeden podaliśmy sposób rozwiązania takowych, lecz każdy, wykonywając liczne rysunki perspektywiczne, rysując przykłady w rozmaity sposób, na większą podziałkę, przy zmienionym horyzoncie i przy rozmaitem oddaleniu sam natrafi na rozmaite sposoby wykonania niekiedy jednego i tego samego rysunku. Takie więc rozmaite sposoby opisywać, nie widziałem potrzeby i o nich też w obecnym rozdziale zamilczam; lecz przejdziemy w krótkości tak dawniejsze jakoteż nowsze sposoby przez rozmaitych autorów podawane.

Viator (1509) wystawiając sobie płaszczyznę poziomą czy stanowiska czy grunta na któréj się znajdują linije i figury prostolinijne które na obraz chcemy przenieść jako wysuniętą przed obraz, przenosił z niéj dane linije na obraz za pomocą prostopadłych do podstawy, prowadząc od naznaczonych punktów linie do punktu celnego i przecinając takowe linijami do punktu oddalenia poprowadzonemi. Taki obraz i wysuniętą przed niego poziomą płaszczyznę, przedstawia fig. 170, Tab. XII. Na płaszczyznie téj dana jest linija a b którą na obraz przenieść mamy. Spuściwszy z a i b prostopadłe do podstawy A B, do punktów c, d prowadził, jak być powinno, od nich do punktu celnego P. Przeniosłszy długości c a, a b do c e, d f, poprowadzone od e i f linije do punktów oddaleń dają przecięcia a 1, b 1, i linija a 1, b 1 jest (albo raczéj ma być) obrazem danéj a b. Dosyć jest wejrzeć na taki rysunek, aby nie widzieć, iż linija dana a b, ma na obrazie zupełnie przeciwny kierunek, i dla tego wszystkie figury tym sposobem narysowane mają odwrotne położenie. Dziwić się trzeba, że ten błędliwy z prawdą niezgodny sposób, aż do naszych przeszedł czasów, i że go w swéj perspektywie używa Leroy znakomity matematyk; zamieszcza go także w liczbie innych sposobów Hertel (1857). Dziś sposób ten liczy się do zabawek nie zaś do gruntownéj nauki, lecz i początkującym o sposobie przez Viator'a podanym wspominać nie należy, gdyż do mylnych prowadzi wyobrażeń.

Z bardzo licznych sposobów przenoszenia danego punktu lub linii na obraz, wspomniemy o wykreśleniu które przedstawia fig. 171. Różni się ono od poprzedzającego tém, że daje obraz linii w właściwym kierunku, lecz uważa także płaszczyznę stanowiska jako wysuniętą przed obraz, a ten podniesiony w górę. A B D C wystawia nam tę płaszczyznę tak, iż właściwie linija A B jest podstawą obrazu, obraz zaś sam podniesiony jest w górę i linija C D jest jego podstawą. Dana jest linija a b (na płaszczyznie stanowiska którą mamy przenieść na obraz, na którym horyzont, punkt celny, punkta oddalenia i na pionowéj osi punkt pomocniczy są dane. Przez punkt O 1 (pomocniczy) prowadzi się linija O 1 x równoległa do danéj a b, którą przedłużam do podstawy A B i otrzymam punkt g, z którego wyprowadzam prostopadłą do A B, do punktu h, i prowadzę h x. Z punktów a i b, prowadzę do A B, prostopadłe do k, m, od których poprowadzone do P dają na h x przecięcia a 1, b 1, i linija a 1, b 1, jest obrazem danéj linii a b. Leroy korzystając z znajomości punktu dzielącego, nie prowadzi prostopadłéj b m i linii m P do oznaczenia punktu b 1, lecz przenosi długość O 1 x, od x do D na horyzoncie, a mając g b przeniesioną do h p, i już oznaczony punkt a 1, prowadzi od p do D która daje b 1, gdyż punkt D jest punktem dzielącym dla linii a b.

Guido Ubaldi (1600) podał w swéj perspektywie 23 sposobów oznaczenia na obrazie punktu danego, lecz wszystkie między któremi mieszczą się także podane tu dwa sposoby historyczną tyko mają wartość. Do zrobienia perspektywicznego obrazu pojedyńczego jakiego przedmiotu, używano sposobu który przedstawia fig. 172. Mając narysować np. ostrosłup na podstawie kwadratowéj stojący, robi się jego rzut pionowy g, f, l, oraz rzut poziomy a, b, c, d, z oznaczeniem w punkcie e rzut wierzchołka f. Wystawiając sobie obraz około linii B C jakby około osi, tak obrócony, iż z obrazu tylko jego przecięcie C B widzieć będziemy, punkt oczny padnie na punkt O u góry, podstawę zaś obrazu przedstawia linija B D, do któréj w tém samém oddaleniu jak u góry naznacza się punkt oddalenia w O 1. Linija A E jest jakby podstawą obrazu. Prowadząc od punktu ocznego O do punktów g, h, i k l oraz f, rzutu pionowego promienie oczne, takowe przecinają obraz w punktach c, d, e, b, a. Prowadząc znów od punktu ocznego O 1 do punktów rzutu poziomego promienie oczne, otrzymamy na podstawie obrazu przecięcia 1, 2, 3, 4, 5. Po takiém oznaczeniu wysokości i szerokości przedmiotu, wystawmy sobie obraz w pierwotne położenie obrócony i niech takowy przedstawia czworobok F G H I, a obrawszy na téj płaszczyznie dowolną liniję poziomą jako podstawę, przenoszą się podług danéj podziałki, tutaj np. dwa razy większéj od rysu geometrycznego punkta 1, 2, 3, 4, 5 od dowolnie obranego punktu 1 do 2, 3, 4, 5 z których wyprowadzam pionowe i na takowe przenoszę wysokości oznaczone na linii B C odpowiednio B c do 4 c, B d do 1 d, B e, 3 e, B m do 3 M, a poprowadziwszy od M liniję do a, b, c, d, będziemy mieli perspektywicznie narysowany ostrosłup. Punkta perspektywiczne kwadratu a b c d, nie odpowiadają co do położenia rzutowi poziomemu; lecz, jeżeli się w myśli postawimy w punkcie O, patrząc z tego punktu na rzut poziomy łatwo zmianę tę zrozumiemy.

Wspomnieliśmy już wyżéj (§ 2), iż Alleaume i Migon w roku 1600, oznaczyli jak okazuje fig. 173 na horyzoncie obrazu styczne kątów jakie tworzą linije ukośne do punktów wypadkowych idące z osią pionową. Jak ważną jest ta nauka o kątach, przekonaliśmy się z jéj zastosowania przy wielu zadaniach, i zaprzeczyć nie można, że jedna ta prawda; że na horyzoncie część zawarta między punktem celnym a wypadkowym jest styczną kąta jaki tworzy linija idąca do tego punktu wypadkowego z pionową osią, wiele się do rozwinięcia całéj nauki przyczyniła. Jeaurat w r. 1750 wydał naukę perspektywy, pod tytułem: „Traité de perspective à l'usage des artistes" podaje kilka sposobów rysowania, między niemi znajduje się także sposób podany przez Battaz (1644) który przedstawia fig. 174. Punkt *a* jest dany, który na obraz mamy przenieść. Otwartością oddalenia, a żatém liniją *P O* zakreśla upodobalny łuk *O O'*: pionowa przez *a* poprowadzona daje na podstawie przecięcie *e* przez które prowadzi *e c* równoległą do upodobalnie prowadzonéj *P O'*, otwartością *e a* zakreśla łuk który daje *c*, oraz na podstawie obrazu punkt *b*. Prowadząc od *c* do *O'*, zaś od *b* do *O*, otrzymamy przecięcie *a* 1, które jest obrazem punktu *a*. Prawda, iż sposób ten dokładniejszy od tego jaki podał Viator, jednakże zawsze jest niedogodność, że punkt dany leży przed obrazem.

Sposób przez Jeaurat podany okazuje figura 175. Oznaczywszy na osi pionowéj do góry prowadzonéj punkt oczny w *O*, prowadzi od niego do brzegów podstawy do *A* i *B*. Aby mieć obraz punktu *a*, prowadzi od *a* do *O*, która przecina podstawę w *f*; z punktu tego wyprowadza pionową *f a* 1, *b* 1; z punktu *a* prowadzi *a e* prostopadłą do *A B*, a linija od *e* do *P* poprowadzona daje przecięcie *a* 1, które jest obrazem punktu *a*. Jeżeli punkt dany *a* jest w przestrzeni i wzniesiony nad punktem *a* o wysokość równą *e b*, natenczas prowadzi się od *b* do *P* która daje przecięcie *b'*, które będzie obrazem wzniesionego punktu *a*. Inny sposób jest ten, iż chcąc mieć obraz punktu *c*, wyprowadza prostopadłą *c h*, łączy *h* z punktem celnym *P* przez dany punkt *c* prowadzi równoległą do *O A*, którą jest *c g*, *g* łączy z punktem oddalenia *M*, która przecina *h P* w punkcie *c'*, punkt ten jest obrazem punktu danego *c*. Można także dla sprawdzenia wykreślenia użyć drugiego punktu oddalenia, prowadząc przez *c*, równoległą do *O B*, a od przecięcia *g* 1 prowadząc do *N*.

Gdy na obrazie nie można umieścić całkowitego oddalenia, natenczas przedłużenie horyzontu albo jest połączone z licznemi niedogodnościami, albo całkiem wykonać się nie da. Ztąd zaczęto używać pewnéj części oddalenia, któraby się na horyzoncie obrazu zmieściła. Powstają ztąd niedogodności, iż dla linij które mają punkt wypadkowy za obrazem potrzeba rysować jakby obraz na mniejszą podziałkę, i znalezioną, długość kilkakrotnie powtarzać aby mieć rzeczywistą długość. Lecz jakkolwiek w ścisłym geometrycznym rysunku, błędy ztąd wynikające mogą szkodliwie na cały rysunek wpływać, jednakże w rysunkach perspektywicznych, od których takiéj dokładności nie wymagamy, śmiało sposobu zmniejszonego oddalenia lub zniżonego horyzontu użyć można. Niektórzy bowiem robią różnicę, iż zmiejszone wykreślenie jak okazuje fig. 176, wykonane przy horyzoncie i na osi pionowéj, jak np. linija *c d* równoległa do *E F* poprowadzone przez *c* i $^1/_4$ oddalenia oznaczona jest na osi, nazywają to: *zmniejszeniem oddalenia.* Jeżeli zaś na linii *E P* weźmiemy pewną część od *E* do *p*, przez *p* poprowadzimy równoległą do horyzontu i z tego samego punktu *p* spuścimy pionową na której robi się *p R* równe pewnéj części oddalenia, nazywają to *zniżonym horyzontem.* Lecz obadwa wykreślenia w niczem się od siebie nie różnią tylko miejscem. Wiedząc, że wysokość horyzontu jest miarą czyli podziałką dla rysunku perspektywicznego i na téj téż zasadzie wszelkie były w téj nauce robione wykreślenia; użyto także w miejsce zmniejszonego oddalenia, zmiejszonéj wysokości horyzontu. Sposobu tego użyliśmy w fig. 18 Tab. I, i bardzo dogodnie do mierzenia szerokości (na linijach do podstawy równoległych) oraz wysokości (na linijach pionowych) da się zastósować. Jeżeli wysokość horyzontu *P r* wyraża 8 stóp, natenczas podzieliwszy takową na 4 części równe, każda taka część na brzegu obrazu wyrażać będzie 2 stopy, lecz dla punktów w oddaleniu, położonych, wysokości 1 $o/_2$ 2 $o/_2$ 3 $o/_2$ będą odpowiednio wyrażały 8 stóp. Przekonaliśmy się o téj prawdzie na podziałkach szerokości i wysokości na figurach 83, 84, 85. Tak też na fig. 176 wysokością horyzontu dla punktu *E* jest *E m*, dla punktu *c*, wysokość tę wyraża linija *c n*, i każda z nich wyraża taką długość jaką wyraża *P r* na płaszczyznie obrazowéj. Nie można więc z jakiegokolwiek punktu na obrazie wyprowadzić pionową, lub położyć poziomą, i nadać im dowolny wymiar, gdyż miara ta zależy od wysokości horyzontu.

Jeżeli, podług przyjętéj wysokości horyzontu *P r*, długość *A d* na podstawie *A B* wyraża 4 stopy, natenczas wszystkie miary brane na téj podstawie do rysowania figur na obrazie, podług téj długości *A d* mierzyć będziemy. Lecz mając rysować nad liniją 3, 3, możemy takową wziąść za podstawę i wtenczas długość 3 *c* będzie służyła za podziałkę wyrażającą 4 stopy. To samo rozumie się, biorąc liniją 2, 2, lub 1, 1, za podstawę, tak, iż rysując nad niemi weźmiemy odpowiednio długości 2, *b*, lub 1, *a*, za podziałkę wyrażającą długość 4 stóp. Sposób ten dzielenia wysokości horyzontu na upodobalną liczbę części, nazywa się także, lecz niewłaściwie, zniżeniem horyzontu, jest bowiem podniesieniem podstawy, podstawę *A B*, podnieśliśmy do 3, 3, — 2, 2, — 1, 1.

Po takiém wyjaśnieniu znaczenia zmniejszonego oddalenia, zniżonego horyzontu oraz podniesienia podstawy, przystąpmy do rozbioru, metody ogólnéj, przez matematyka

Adhémar podanéj jako jedynéj zastępującéj wszelkie inne metody i uwalniającéj od wszelkich niedogodności jakie wynikają z odległych punktów oddaleń leżących za obrazem i t. d. Na str. VI-éj przedmowy mówi bowiem autor: „Wszystkie trudności nikną zupełnie przez metodę którą wr. 1836 ogłosiłem".

Rysowaliśmy na płaszczyźnie poziom éj figury, podług danego rysu geometrycznego; autor czyni to samo lecz postępowanie w przeniesieniu danego rysu na obraz jest inne. Taki rzut poziomy geometryczny niech nam wystawia fig. 177, w któréj narysowany jest geometrycznie punkt *u*. Na rzucie tym rysuje autor kąt optyczny upodobalny, lecz do rysu geometrycznego zastósowany, *M o N*, połowi takowy liniją *o P* i rysuje prostopadłą *a x*, która przedstawia rzut poziomy, stojącego pionowo obrazu; linija więc *o v* jest osią widzenia, która dzieli obraz na dwie równe części, następnie wyprowadza z punktu *a* prostopadłą do *a x*, linię *a b*, która przedstawia podziałkę długości, czyli jak ją autor nazywa podziałkę skróceń (échelle de fuite). W rozdziale IV-tym wykłada swą metodę ogólną zastósowaną do rysowania na płaszczyźnie stanowiska, w następujący sposób, str. 15:

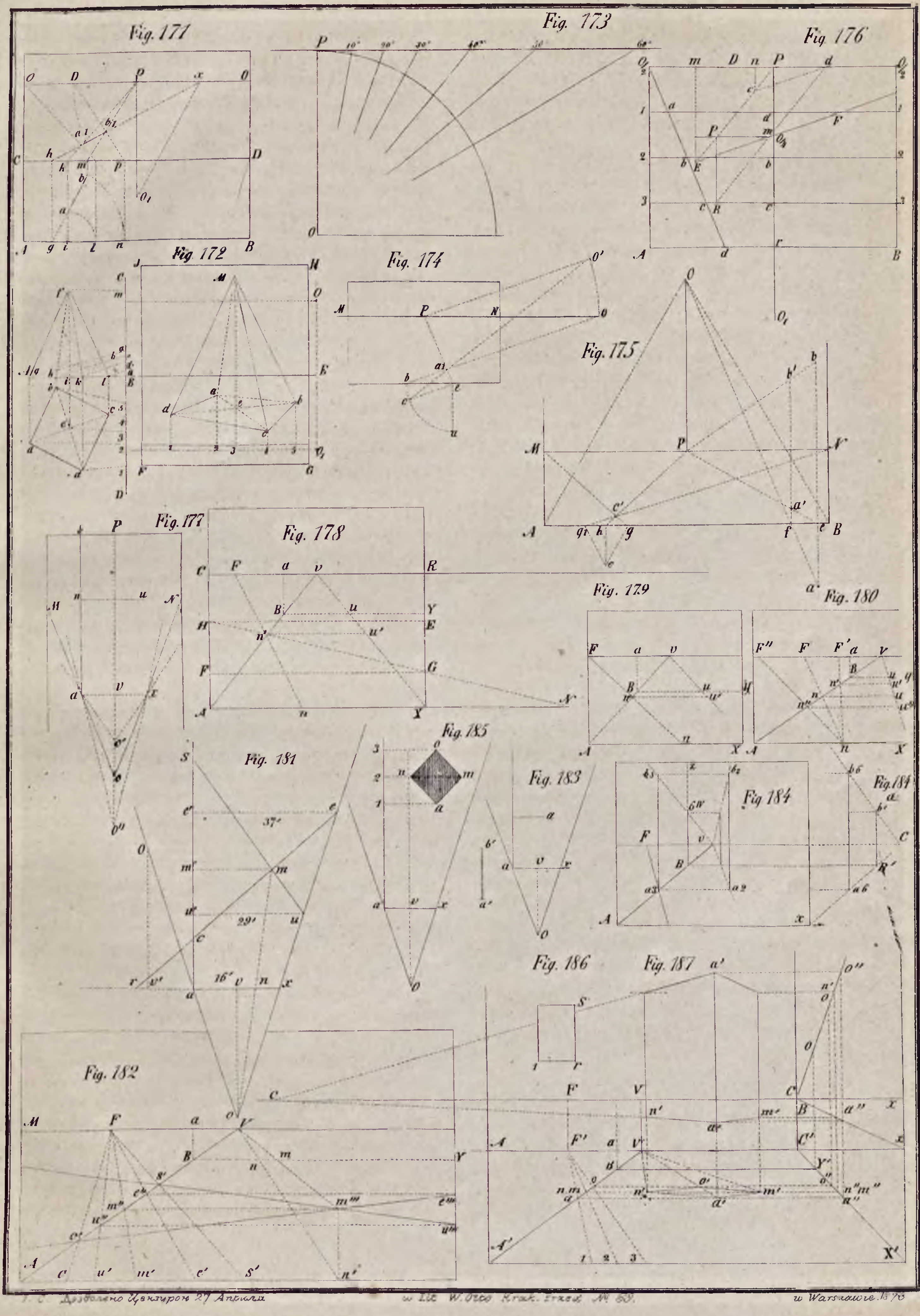
„Podziałki zagłębień (skróceń) i szerokości. Miejmy narysowany kąt optyczny *M o N*, fig. 177, na rzucie poziomym jakiéj budowy lub placu publicznego, który chcemy perspektywicznie narysować, dajmy dla uproszczenia wykreślenia, że podstawa obrazu *A X* (fig. 178 jest w oznaczonym stosunku do *a x*, fig. 177) np. że jest 4-ry razy większa; narysujemy horyzont naznaczymy na nim punkt celny *V* i oddalenie *V D* równe 4 *a v*; poprowadzimy *A V*, która jest obrazem linii *a b*. Chcąc na tak przygotowanym obrazie narysować punkt *u*, spuścimy z niego do *a b* prostopadłą *n u*, którą przeniesiemy na podstawę *A X* od *A* do *N*, a połączywszy punt *N* z punktem oddalenia *D* (który tu nie jest narysowany) otrzymamy na *A V* przecięcie *n'*, które jest obrazem punktu danego *n*; i *A n'* jest równe 4 *a n*. Przez *n'* położymy poziomą *n' u'* która jest obrazem linii *n u*, co do kierunku. Aby oznaczyć jéj długość przeniesiemy *n u* na podstawę obrazu cztery razy od *A* do *X*, a linija *X V* da przecięcie *u'*, które jest obrazem punktu danego *u*. Rzeczą jest jasną, iż używając tego sposobu nie potrzeba pod podstawą obrazu rysować przedmiot, który chcemy przenieść na obraz; lecz potrzeba zawsze mieć dostatecznie wielki obraz, aby można na podstawę *A X* przenieść 4-ry razy odległość każdego punktu na rysie geometrycznym".

Dziwić się trzeba, iż znakomity matematyk i nauczyciel perspektywy nie wie, że nie potrzeba tak wielkich obrazów, aby na horyzoncie oznaczać dalekie punkta oddalenia, a na podstawę przenosić długości 4-ry razy wzięte; nie wie że można na horyzoncie obrazu, na jego brzegu oznaczyć $^1/_4$ oddalenia. W téj niewiadomości autor tak daléj mówi:

„Punkt zagłębień (skróceń), (Point de fuite). Unikniemy téj ostatniéj wzmiankowanéj niedogodności postępując w następujący sposób:

Oddalenie *o v* (fig. 177) przeniesiemy raz tylko na horyzont od *V* do *F* (fig. 178) i punkt ten nazwiemy punktem zagłębienia. Przeniesiemy *a n* na podstawę obrazu od *A* do *n* i poprowadzimy *n F*, a przecięcie na podziałce skróceń *A V* da punkt *n'* perspektywę punktu *n*; i nie potrzebujemy ani punktu *N* na podstawie ani punktu oddalenia *D*. A zatem przez wykreślenie bardzo proste, nietylko unikniemy rysowania rzutu poziomego pod obrazem, ale także oznaczenia na obrazie po prawéj i po lewéj stronie punktów oddaleń w stosunku obrazu (fig. 178) do danego rysu geometrycznego (fig, 177). Jedynie dla dania lepszego wyobrażenia przyjęliśmy liczebny stosunek pomiędzy dwoma obrazami *A X* (fig. 178) i *a x* (fig. 177). Lecz jasną jest rzeczą, iż dowodzenie jest to samo w każdym innym przypadku. A zatém metoda któraztąd wynika jest ogólna, i może być zastosowaną jakakolwiek jest wielkość obrazu i jego oddalenie od patrzącego. Aby dokończyć rysunek perspektywiczny punktu *u*, weźmiemy małą długość *a v* (fig. 177), która przedstawia połowę szerokości obrazu *a x* i przeniesiemy takową na horyzont od *V* do *a*, z punktu *a* spuściwszy pionową, która przetnie podziałkę zagłębień w punkcie *B* przez który położymy poziomą *B Y*; linija ta będzie podziałką szerokości. Wziąwszy długość *n u* (fig. 177) przeniesiemy takową na liniję *B Y* od *B* do *u* i poprowadzimy *V u*, która przetnie poziomą *n' u'* w punkcie *u'* który jest obrazem perspektywicznym punktu *u*".

Lecz nie wyjaśnił autor, ani geometrycznie dowiódł, że na obrazie *A C R X* w punkcie *B*, w którym wysokość horyzontu *B a* wyraża 5 stóp długość geometryczna *n u* równa jest długości *B u*. Prawda, iż jakąkolwiek przyjmiemy wysokość horyzontu czy *C A*, czy *C F* lub *C H*, zawsze, oznaczywszy długość *V a* i postępując podanym sposobem, otrzymam na podstawach tę samą długość *A X*, *H E*, *F G*, wyrażającą długość linii *B u*, a tém samém linii *n u* (fig. 177). Lecz zupełnie co innego jest na obrazie perspektywicznym; jeżeli bowiem będzie *A X* równe *B u*, a *B a* wyraża 5 stóp, natenczas *A X* wyraża 27 stóp, a tém samém także *B u*. Przy wysokości horyzontu *C F* ta sama długość *F G* wyrażać będzie długość około 37', a przy wysokości *C H*, ta sama długość *H E* równa *B u*, równa *n u*, będzie wyrażała 90 stóp. Widzimy więc, iż oznaczenie na obrazie długości geometrycznéj *n u* (fig. 177) zależy od wysokości horyzontu, nie zaś od dowolnie przyjętych punktów *a*, lub *B*, (fig. 178), *B u* na obrazie nie ma i nie może mieć więcéj ani mniéj stóp, tylko tyle ile razy się miara pięciostopowa *B a* w niej mieści. Lepiéj się o tém przy podziałce wysokości przekonamy, o któréj niżéj mówić będziemy. Zgoła niczem nie uzasadnione przyjęcie punktu *B* i oznaczenie, że w tym punkcie długość



Дозволено Цензурою 27 Апреля w Lit. W. Orzo Krak. Przedm. № 63. w Warszawie 1878

perspektywiczna $B\ u$ ma być równa geometrycznéj $n\ u$, nie ma żadnéj zasady, jest niedorzecznością. Co innego jest stosunek geometryczny, a zupełnie co innego stosunek długości linii odpowiednio do wysokości horyzontu. Nie można na tém polegać, że stosunek geometryczny linii $A\ X$ do $B\ u$ jak $A\ X$ podstawa do podstawy $a\ x$, lecz idzie o to czy na obrazie długość $B\ u$ wyraża, tyle stóp, łokci, lub metrów ile ich wyraża długość $n\ u$ na rzucie geometrycznym (fig. 177), a długość $B\ u$ zależy od wysokości $B\ a$ która jest miarą, podziałką, wyrażającą nie mniéj nie więcéj jak pięć stóp, czyli jak autor liczy 1,7 metra. Daléj mówi autor str. 18. „Fig. 179 przedstawia rozkład rysunku, uwolnionego od linii $D\ N$ i $u'\ X$, które stają się zbyteczne i które służyły tylko do udowodnienia zasady. Zachowamy w dalszym ciągu przyjęte nazwiska $A\ V$, jest podziałką zagłębień, $B\ Y$ podziałką szerokości, F punkt skróceń (point de fuite). $F\ V = o\ v$ jest zawsze oddalenie wzięte z rzutu poziomego (fig. 177) od oka patrzącego do przecięcia obrazu $a\ x$. Fig. 180 przedstawia rozmaite położenia punktu u, podług oddalenia oka w punktach o', o, o'' (fig. 177); w pierwszym bowiem razie punkt skróceń będzie w F'' w drugim w F, w trzecim w F'''. Można także punkt F tak umieścić na brzegu obrazu, iż $V\ F$ będzie pewną np. $^1/_3$ całkowitego oddalenia". A zatém nie podaje autor co do punktu F nic nowego, oznaczenie bowiem na horyzoncie obrazu pewnéj części oddalenia, jest rzeczą bardzo dawno znaną. Daléj na str. 20 uczy autor rysować na obrazie linije dane na rzucie poziomym, w następujący sposób: „Linije proste. Wyłożyliśmy metodę ogólną jak narysować perspektywę punktu stanowiącego część rzutu poziomego obejmującego podstawę obrazu. Zrobimy kilka ważnych zastósowań téj metody. Niech na figurze 181 linija $a\ x$ wystawia nam rzut obrazu na płaszczyznie pozioméj na któréj się znajdują narysowane linije proste $c\ c$, $s\ u$, które chcemy narysować perspektywicznie, narysowawszy kąt optyczny $a\ o\ x$, pionowa $a\ s$ jest podziałką zagłębień. Jeżeli papier nie jest tak wielki abyśmy na nim mogli narysować wierzchołek o kąta optycznego $a\ o\ x$; aby narysować oś widzidzenia $o\ v$, zrobimy $a\ v' = a\ v$ i wyprowadzimy z punktu v' pionową aż do przecięcia się z przedłużoném ramieniem $o\ a$, w punkcie o, linija $v'\ o$ daje oddalenie punktu o od tablicy $a\ x$ czyli długość linii $o\ v$. Rozkład rysunku. Mając dany obraz (płaszczyznę do rysowania) narysujemy horyzont $V\ F$ (fig. 182) naznaczymy punkt V w środku obrazu, przeniesiemy na prawo i na lewo długość $V\ F$ równą $v'\ o$, potém $V\ a = v\ a$, narysujemy podziałkę zagłębień $A\ V$ i pionową $a\ B$ i oznaczymy podziałkę szerokości $B\ Y$. Wysokość horyzontu powinna być zawsze równa wysokości oka. Przysposobiwszy tym sposobem rysunek (épure), chcąc narysować linię prostą $c\ c$, przeniesiemy $a\ c$, na podstawę od A do c i poprowadzimy $c\ F$, a przecięcie na podziałce $A\ V$ da punkt c' który jest obrazem punktu c. Aby oznaczyć perspektywę punktu e poprowadzimy na fig. 181 poziomą $e\ e'$, przeniesiemy długość $a\ e'$ na podstawę od A do e', oznaczymy przecięcie e'' i położymy poziomą $e''\ e'''$ aż do przecięcia się z brzegiem obrazu w punkcie e''', a tak punkt e''' jest obrazem punktu e, promień bowiem oczny $o\ x\ e$ trafia brzeg obrazu $a\ x$. Tym samym sposobem narysujemy linije $s\ u$ i oznaczymy ich przecięcie w punkcie m'''„—Geometrycznie rysunek dobrze jest wykonany, lecz zapomniał autor, iż oznaczywszy wysokość horyzontu na 5 stóp, rysunek do téj miary stósować się powinien. Podług zasady przez autora przyjętéj wysokości $M\ A$ i $B\ a$ wyrażają 5 stóp i tą miarą długości poziome $m''\ m'''$—$e''\ e'''$ mierzone być muszą i podług tego $m''\ m'''$ jest równe około 14, $e''\ e''$ około 25 stóp. Jeżeli na rzucie poziomym fig. 181 linije $c\ m$, $m\ e$ oznaczają ściany domów narysowanych podług podziałki, iż $a\ n$ ma np. stóp 16, $u'\ u$ stóp 29, $e''\ e''$ stóp 37; na obrazie téż podług odpowiedniéj wysokości horyzontu linije $B\ n$, $u''\ u'''$—$e''\ e'''$ te same miary wyrażać powinny. Tymczasem $B\ n = a\ n$ zamiast 16 stóp, ma ledwie 11 stóp, $u''\ u''' = u'\ u$, zamiast 29 ma około 19 stóp, $e''\ e''' = e'\ e$ powinna miéć 37' ma ich tylko 25. Zrobiony więc rysunek perspektywiczny bynajmniéj nie odpowiada danemu rzutowi geometrycznemu fig. 181. Bardziéj jeszcze uderzające, okażą się te różnice, gdy przyjmiemy, że na rzucie poziomym fig. 181, wyrażone liczby, oznaczają nie stopy lecz łokcie lub arszyny, gdyż wysokość horyzontu $M\ A$, lub $a\ B$, zawsze tylko 5 stóp wyrażać może, a tą miarą wszystkie linije na obrazie mierzyć wypada.

Nie dostrzegł znakomity matematyk, że robiąc na obrazie długość Va równą np. 11 stóp lub łokci, $V\ F$ równe 32 stopom lub łokciom w stosunku w jakim chce zrobić obraz do rzutu geometrycznego, to jest w stosunku, czy punkt F ma oznaczać połowę lub $^1/_3$ albo $^1/_4$ oddalenia, nie można dowolnie zrobić wysokość horyzontu $M\ A$ równą 5 stopom. Biorąc zaś tę wysokość dowolnie, jak to czyni autor, otrzymamy obrazki bynajmniéj z rzutem poziomym niezgodne. Po wyłożeniu w księdze pierwszéj rysowania na płaszczynie poziomej, zaczyna drugą księgę od rysowania przedmiotów w przestrzeni, do oznaczenia których potrzeba znać rysowanie wysokości. Od rysowania więc wysokości księgę tę zaczyna, a w szczególności od narysowania podziałki wysokości.— Na str. 61 mówi: „Przypuśćmy, iż chcemy zrobić rysunek perspektywiczny linii pionowéj stojącéj w punkcie a rzutu poziomego fig. 183, któréj wysokość jest $a'\ b'$ oddzielnie narysowana. Z punktu B fig. 184 (który tym samym sposobem jest oznaczony jak punkt B, na fig 178 i 182), wyprowadzimy pionową $B\ z$, którą nazwiemy podziałką wysokości, i na niéj zrobimy $B\ b^{IV} = a'\ b'$ (fig. 183), tak, iż $V\ B$ i $V\ b^{IV}$ przedstawiają dwie linije poziome równoległe oddalone od siebie na całą długość $a'\ b'$.— Przysposobiwszy w ten sposób rysunek i oznaczywszy na nim punkt a 2 jako obraz punktu a, podług ogólnéj metody, narysujemy poziomą *a* 2, *a* 3, pionową *a* 3, *b* 3, poziomą *b* 3, *b* 2, która daje wysokość pionowéj *a* 2, *b* 2. Poprzedzające wykreślenie uzupełnia ogólną zasadę perspektywy. I w rzeczy saméj, punkt w przestrzeni jest oznaczony znając jego oddalenie od trzech płaszczyzn znanych. Dla tego, aby otrzymać punkt *b* 2, oznaczono perspektywicznie: 1º *A a* 3, która jest oddaleniem od płaszczyzny obrazu: 2º *a* 3 *a* 2 oddalenie od płaszczyzny pionowéj, która obejmuje podziałki skróceń i wysokości; 3º *a* 2 *b* 2, która jest oddaleniem od płaszczyzny pozioméj, na któréj się znajduje *A X* podstawa obrazu.— Nie jest rzeczą konieczną, aby płaszczyzna pionowa na któréj się znajduje podziałka wysokości, przechodziła przez punkt *B*. Jeżeli rysunek jest bardzo zkomplikowany, a mamy dosyć miejsca po prawéj lub po lewéj stronie, można w następujący sposób postąpić: Obiera się na przedłużonym horyzoncie punkt upodobalny *C* (fig. 184 *a*), który się łączy z punktem *X*, lub z jakimkolwiek innym, leżącym na podstawie obrazu. Poczém z punktu *B'* który daje pozioma przez *B* położona wyprowadza się pionowa *B' b'* robiąc na niéj *B' b'* równą wysokości geometrycznéj *a' b'* (przy fig. 183). Poprowadziwszy od *C* przez *b'* będziemy mieli podziałkę wysokości; przeniosłszy *a* 2 do *a* 6, wyprowadzimy pionową *a* 6 *b* 6, która jest żądaną wysokością *a' b'* w punkcie *a* na rzucie poziomym (fig. 183).— Aby nie uczynić rysunku niezrozumiałym i zagmatwanym przez narysowanie licznych linij, można wykreślenie na oddzielném miejscu wykonać. Zamiast użycia do rozkładu rysunku np. całego arkusza papieru, wygodniéj będzie pozostawić u dołu, jak to okazuje fig. 187, potrzebne miejsce do narysowania rzutu poziomego w perspektywie, a po prawéj stronie miejsce na podziałkę wysokości, którą zrobimy obok obrazu. Jest rzeczą jasną, iż taki rozkład rysunku jest właściwie zastąpieniem płaszczyzny poziomej, na któréj znajduje się *A X* podstawa obrazu przez inną, którą w dowolnéj wysokości obrać można z odpowiednią podstawą *A' X'*.

Dajmy, iż na rysie tym sposobem przysposobionym chcemy narysować w perspektywie graniastosłup, którego rzut poziomy przedstawia kwadrat *a n o m* (fig. 185) wysokość jego fig. 186. Postąpimy jak w poprzedzających przykładach, poczém weźmiemy wysokość *r s* i przeniesiemy takową na podziałce wysokości od *B* do *0* (po prawéj stronie obok *C*), narysujemy *C o* przedłużając takową dostatecznie, a tak wszystkie wysokości pomiędzy linijami *0" C* i *C X* zawarte będą równe danéj wysokości graniastosłupa *r s*. Aby narysować krawędź pionową w punkcie *a'*, narysujemy poziomą *a' a"*, pionową *a" o"*, dwie poziome *a" a'* oraz *o" a'*, i otrzymamy krawędź *a' a'*. Tym samym sposobem znajdziemy inne dwie krawędzie, i t. d.“

Ponieważ w tym także przykładzie tak jak przy fig. 178, z punktu *B* wyprowadzoną została pionowa i na niéj odmierzono wysokość geometryczną *r s*, graniastosłupa, bez względu na podziałkę z wysokości horyzontu; przeto łatwo się przekonać, iż narysowany perspektywiczny graniastosłup bynajmniéj miarom geometrycznym nie odpowiada. Jeżeli bowiem przyjmiemy, iż podług podziałki, podług któréj rzut poziomy fig. 185 jest zrobiony wysokość *r s* graniastosłupa fig. 186 ma np. stóp 12, wysokość ta na rysunku perspektywicznym, to jest krawędź *a' a'* powinna mieć także 12 stóp, ma zaś stóp 35, jakakolwiek jest miara wysokości *r s*.— Widzimy więc, iż ta zachwalana metoda ogólna, na samowolnych przypuszczeniach oparta, prowadzi do obrazków, których wymiary z rysem geometrycznym wcale się nie zgadzają i zgodzić nie mogą, skoro podziałki zagłębień, szerokości i wysokości na prawdach perspektywicznych nie są oparte.— Nie potrzeba być koniecznie biegłym matematykiem, aby dostrzedz, że skoro w punkcie *B* odmierzymy wysokości i szerokości dowolne, nie zaś takie jakie temu punktowi podług wysokości horyzontu nadać należy, cały rysunek będzie obrazkiem, perspektywicznym wprawdzie, ale nie odpowiadający wymiarom rysu geometrycznego. Na tych zasadach uważam całą tę metodę ogólną za szarlatanerye, podając metodę niezgodną z zasadami nauki perspektywy.

CZĘŚĆ DRUGA.

NAUKA O CIENIACH PERSPEKTYWICZNYCH.

§ 1. Jak we wstępie części I-éj powiedzieliśmy, nauka cieniów perspektywicznych zajmuje się oznaczeniem kierunku i granic cieniów, nie wchodząc w ich stopień mocy, gdyż przedmiot ten należy do perspektywy powietrznéj.

Światło. Jak badania uczonych, nie zdołały zgłębić i wyjaśnić, co jest światło, tak też dla nauki o cieniach znajomość istoty światła, jest rzeczą obojętną. Lecz skutki działania światła ze względu na przedmioty oświecone, a ztąd tworzące się cienie, w krótkości przynajmniéj poznać należy.

W starożytności mniemano wprawdzie, iż widzenie przedmiotów jest skutkiem własności oka, rozsyłając promienie na wszystkie strony, dziś jednakże nie ulega wątpliwości, iż widzimy przedmioty w skutek promieni światła, które się od przedmiotów na wszystkie rozchodząc strony, do oka naszego dochodzą. Ponieważ każde światło, każda iskra, jednocześnie z wszystkich stron jest widzialną, przeto nie ulega wątpliwości, iż promienie światła na wszystkie rozchodzą się strony.— Że zaś w bliskości ciała świecącego, np. palącéj się świecy, lepiéj widzimy, aniżeli w pewnéj od niego odległości, jasną jest rzeczą, iż moc światła zmniejsza się stosownie do odległości. Fizycy uczą, iż zmniejszanie to rośnie w stosunku kwadratów z odległości tak, iż jeżeli odległość jest dwa, trzy i t. d. razy większa, siła światła będzie 4, 9 i t. d. razy mniejsza.

Ilość światła, jaka na pewną powierzchnię pada, zależy nietylko od jego oddalenia, ale także od położenia powierzchni światło odbierającéj. Jeżeli fig. 1, *a* jest ciało świecące, *b d* płaszczyzna na którą padają promienie tego światła, widzimy, iż punkt *c* na który pada promień prostopadły *a c*, bardziéj będzie oświecony aniżeli punkta *b*, *d*, które od *a* bardziéj są oddalone, przeciwprostokątnie bowiem *a b*, *a d* są dłuższe od boku prostopadłego *a c*.

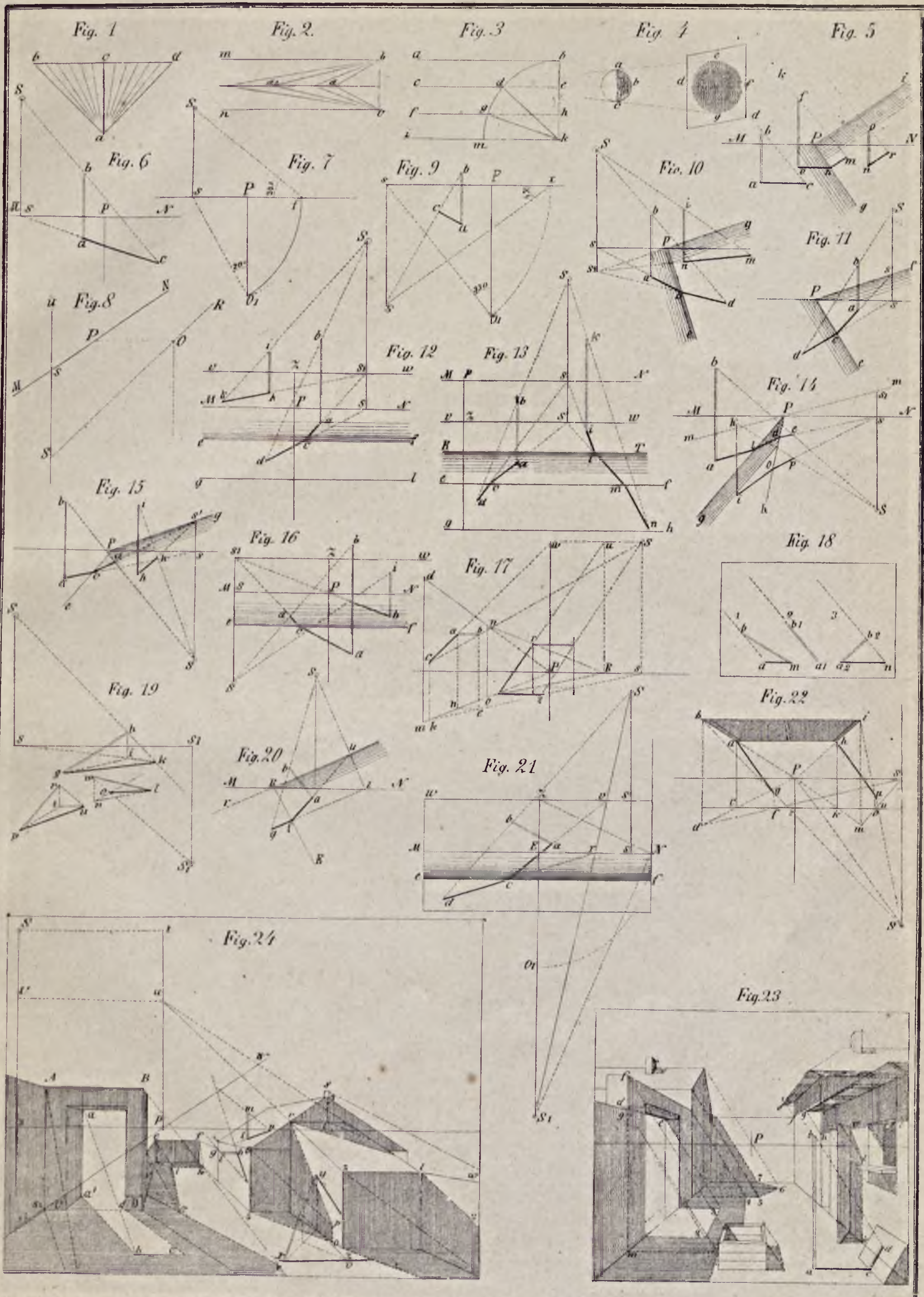
Światło mamy albo pochodzące od słońca lub księżyca, które jest światłem naturalném, albo sztuczne, jak np. od zapalonéj świecy, pochodni i t. p. pochodzące.— Od słońca przedmioty w dwojaki sposób oświecone być mogą, albo przez bezpośrednie jego promienie, albo przez światło pochodzące z odbicia się i łamania tych promieni; światło to nazywamy światłem dziennem.

Jeżeli, fig. 2 w punkcie *a* jest światło, od którego idą promienie na powierzchnię *b c*, promienie brzeżne *b a*, *c a* tworzą kąt *b a c*.— Wystawiając sobie w myśli punkt świecący *a*, coraz bardziéj od powierzchni *b c* oddalony, jak np. do *a'*, kąty te jak *b a' c* i t. d. będą coraz mniejsze, a ramiona tych kątów coraz bardziéj zbliżać się będą do równoległych *m b*, *n c*. Ponieważ słońce jako ciało świecące od ziemi naszéj bardzo jest oddalone, gdyż odległość jego do 20 milijonów mil dochodzi, oraz że ziemia względem słońca jest bryłą bardzo małą, przeto promienie słońca możemy uważać za równoległe. Ztąd wszystkie ciała na kuli ziemskiéj jednakowo są oświecone, jeżeli powierzchnie ich względem słońca jednakowe mają nachylenie. Przy światłach zaś sztucznych, stopień oświecenia zależy od oddalenia i położenia powierzchni światło odbierającéj. Dajmy, iż na płaszczyznę *b k* (fig. 3) pada prostopadle promień słoneczny *a b i k;* jeżeli płaszczyznę tę nachylimy tak, iż weźmie położenie *d k*, a ostatni promień *c d e* odetnie część *b e* równą $\frac{1}{3}$ *b k*, widzimy, iż ta sama powierzchnia odbierze tylko $\frac{2}{3}$ tego światła, jakie odbrała w położeniu prostopadłém. Nachylając tę samą powierzchnię do *k g* tak, iż ostatni promień będzie miał wysokość *k h*, równą $\frac{1}{3}$ całéj wysokości promienia *a b i k*, powierzchnia *g k* odbierze tylko trzecią część światła. Jeżeli następpnie weźmie położenie *m k*, równoległe do kierunku promieni, wtenczas żadnego nie odbierze światła. Od nachylenia więc powierzchni względem kierunku promieni światła, zależy moc czyli stopień oświetlenia.

Swiatło jakie ciała oświecone na wszystkie strony rozsyłają, nazywa się światłem odbitém, a jako takie, nie ma nigdy tego stopnia mocy, jaki ma światło pierwotne. Ciało oświecone tak działa na nasze oko jak światło pierwotne, tylko w daleko mniejszym stopniu, który od powierzchni tego ciała zależy. Powierzchnie bowiem zupełnie gładkie albo koloru białego, odbijają więcéj światła, aniżeli chropowate lub koloru ciemnego, ztąd też pierwsze lepiéj i w większéj odległości widzimy aniżeli drugie. Gdyby światło nie miało własności odbijania się i łamania, natenczas każda chmura, któraby przeszkadzała promieniom słońca do nas bezpośrednio dochodzić, sprawiłaby zupełną ciemność. Jednakże mimo chmur, które nie dozwalają całkowitego przejścia promieniom słonecznym do powierzchni ziemi, mamy dostateczną jasność. Gdyby nie było światła pochodzącego z odbicia i łamania się promieni, powierzchnie nieoświecone bezpośrednio od słońca byłyby w zupełnéj ciemności, nie byłoby stopniowania cieniów. Nadmieniliśmy już wyżéj, iż światło dzienne jest skutkiem łamania i odbijania się promieni słońca; gdyby znów światło dzienne nie odbijało i łamało się na wszystkie strony, nie mielibyśmy światła ani w mieszkaniach naszych ani w ciasnych ulicach miast i t. p.— Gdzie światło bezpośrednio nie dochodzi, tworzy się mniejsza lub większa ciemność, którą nazywamy cieniem. Że zaś trojakie przyjęliśmy światło, przeto też trojakie będziemy mieli cienie, a mianowicie: 1. cienie od bezpośrednich promieni słońca pochodzące; 2, cienie od światła dziennego; 3, cienie od światła sztucznego.

§ 2. O cieniach w ogólności. Jeżeli promienie światła idąc w kierunku prostym natrafiają na ciała przezroczyste, np. na wodę czystą, szkło, przechodzą przez te ciała i żadnéj za niemi nie sprawiają ciemności. Lecz jeżeli przeciwnie, trafiają na ciała nieprzezroczyste, natenczas ta część tych ciał do któréj promienie nie dochodzą, jako nie oświecona, jest ciemną, i ciemność tę nazywamy cieniem. Jeżeli (fig. 4) *a b c* wystawia nam kulę nieprzezroczystą, na którą padają promienie światła od lewéj strony, część jej do światła obrócona będzie oświecona, będzie, jak mówią, w świetle, strona przeciwna na którą promienie nie padają, będzie ciemna, będzie w cieniu, a jeżeli za tém ciałem znajduje się jaka powierzchnia nieprzezroczysta, natenczas te tylko promienie, które przez bryłę *a b c* wstrzymane nie zostały, padną na takową i oświecą. Miejsce zaś do którego promienie dojść nie mogą, jak tu *d e f g* będzie mniéj lub więcéj ciemne, i ciemność tę także nazywamy cieniem. Pierwszy cień *a b c* na kuli lub jakiejkolwiek innéj bryle, nazywa się cieniem bryłowym; drugi, pochodzący od tej bryły lecz powstający na powierzchni innéj bryły, nazywa się cieniem rzuconym. Jak na fig. 4 kula rzuca cień okrągły, mający obwód koła, tak każda bryła do swego kształtu i położenia da cień sobie właściwy. Zadaniem nauki o cieniach perspektywicznych jest, oznaczyć granice obudwóch tych gatunków cieniów, to jest bryłowych i rzuconych, nie zajmując się stopniem ich mocy.

§ 3. Cienie rzucone od słońca.— Słońce względem obrazu trojakie może mieć położenie, albo się znajduje za obrazem, to jest przed patrzącym na obraz, albo promienie słońca idą równolegle do obrazu, tak, iż słońce znajduje się z boku, albo nakoniec znajduje się przed obrazem, z tyłu patrzącego na obraz. Ponieważ promienie słońca są do siebie równoległe, a jako takie schodzą się w pewnym punkcie na obrazie, przeto punkt ten nazywamy punktem zbiegu, domyślając się promieni słonecznych. Promienie do obrazu równoległe, podług tego cośmy o takich linijach w części I-śj powiedzieli, nie mają punktu zbiegu. Promienie słońca które się nad horyzont wzniosło, mają punkt zbiegu także nad horyzontem położony, jak okazuje fig. 6 w punkcie *S*.— Gdy słońce jest przed obrazem w pewnéj nad horyzontem wysokości, promień jeden przechodzi przez oko patrzącego. Z powodu wzniesienia słońca nad horyzont, promień przechodzący przez punkt oczny (przez oko), przedłużony zawsze trafi obraz pod jego horyzontem, a jeżeli wzniesienie słońca jest znaczniejsze, promień przez oko przechodzący pójdzie pod podstawą obrazu, trafi przedłużoną płaszczyznę obrazu· A że promienie słońca są do siebie równoległe, przeto schodzą się na obrazie lub na jego przedłużeniu w tym punkcie, przez który przechodzi promień od słońca przez punkt oczny poprowadzony, czyli gdzie trafia obraz promień oczny do promieni słońca równoległy.. Ztąd punkt zbiegu, w tém położeniu słońca zawsze jest pod horyzontem, zwykle pod podstawą obrazu, stosownie do wzniesienia słońca nad horyzont. Tak w fig. 9 punkt *S*, jest punktem zbiegu promieni słońca, znajdującego się przed obrazem, z tyłu patrzącego się na obraz.— Jeżeli linija jaka stoi na pewnéj płaszczyznie, np. linije *a b* fig. 5 i 6, stoją w punktach *a*, *a* na płaszczyznie pozioméj, jasną jest rzeczą, iż cień tych linij zaraz od punktu *a* zaczynać się musi, gdyż bezpośrednio za nim promienie słońca dochodzić nie mogą.— Aby znaleść cień rzucony od linii na płaszczyznie stojącéj, wystawiamy sobie przez liniję tę i punkt zbiegu położoną płaszczyznę, która przecina tę na któréj stoi linija dana. Że zaś przez trzy punkta jednę tylko płaszczyznę położyć można, przeto kierunek jéj jest oznaczony. Mając np. daną liniję pionową *a b* fig. 6 i punkt zbiegu *S*, przez te trzy punkta *a b S* jednę tylko płaszczyznę położyć można, a jeżeli linija *a b* jest pionową, natenczas położona przez te trzy punkta, płaszczyzna jest także pionową. Kładąc w myśli wiele takich płaszczyzn pionowych przez punkt *S* przechodzących wszystkie się schodzić będą na linii pio-



Дозволено Цензурою 27 Апреля   w Lit. W. Otto Krak. Przed. № 69   w Warszawie 1873

nowéj z S spuszczonéj, która trafia horyzont w punkcie s. Cień więc linii $a\ b$ leży na przecięciu płaszczyzny pionowéj przez S przechodzącéj z płaszczyzną poziomą, i tém przecięciem jest linija s, a, c. A że przecięcie to jest liniją prostą przez s, i a przechodzącą, przeto przez punkt s przechodzą wszystkie takie linije od wszystkich linij pionowych na płaszczyznie poziomej stojących, i dla tego nazwano punkt s punktem cieniów.

Jeżeli słońce stoi z boku obrazu, to jest gdy promienie jego są do obrazu równoległe, natenczas cienie także będą do obrazu równoległe, i jak promienie słońca w tém położeniu nie mają punktu zbiegu, tak też cienie nie mają punktu cieniów. Długość cieniów w tém położeniu słońca, zależy od kierunku promieni czyli od wysokości słońca. Tak np. jeżeli fig. 5 $M\ N$ jest horyzont obrazu i promienie idą w kierunku $d\ c$, znajdziemy cień od linii $a\ b$ prowadząc przez b liniję $d\ c$, przez a równoległą do horyzontu, a linija $a\ c$, jest cieniem linii $a\ b$. Jeżeli $g\ P\ i$ jest płaszczyzną pochyłą, któréj granica jest $P\ i$, narysujemy cień linii pionowéj $e\ f$, kładąc przez e równoległą do horyzontu, która przecina $g\ P$ w punkcie h, przez h kładę na płaszczyznie pochyléj liniję do granicy $P\ i$ równoległą, przez punkt f liniję pod tym kątem nachyloną, pod jakim idą promienie, a przecięcie téj linii da punkt m, linija $e\ h\ m$ jest cieniem linii $e\ f$. Jeżeli na téj płaszczyznie pochyłéj stoi linija pionowa $n\ o$, poprowadzimy przez O promień słońca, przez n równoległą do granicy $P\ i$, a przecięcie takowych daje punkt r. $n\ r$, jest cieniem linii $n\ o$. Kątem nachylenia promieni do podstawy jest kąt $a\ c\ d$, od którego wielkości zależy długość cieniu; nachyleniem promieni do osi widzenia jest kąt $a\ b\ c$, dopełniający kąt $a\ c\ b$ do prostego.

Już wyżéj wykazaliśmy, iż mając (fig. 6) dane słońce za obrazem, którego punkt zbiegu jest w punkcie S, narysujemy cień od linii pionowéj $a\ b$ stojącej na płaszczyznie pozioméj, spuszczając z S pionową aż do przecięcia się z horyzontem w s. Linije $S\ b$ i $s\ a$ przedłużone przecinają się w c, a zatém linija $a\ c$ jest cieniem linii $a\ b$.

W położeniu słońca, czy takowe jest przed czy za obrazem, a ztąd czy punkt zbiegu jest pod czy nad horyzontem, uważać potrzeba jego wzniesienie nad horyzontem oraz jego zboczenie od osi pionowéj, czyli jego oddalenie na prawo lub lewo od punktu ocznego. Jeżeli na obrazie nie jest dany punkt zbiegu, lecz mamy go oznaczyć tak, aby wzniesienie jego nad horyzontem było pod kątem 30^0, oddalenie zaś od osi pod kątem 20^0; narysujemy (fig. 7) przy punkcie pomocniczym $O\ 1$ kąt 20^0, a punkt s oznaczy oddalenie słońca od osi pionowéj. Wyprowadziwszy z s pionową i oznaczywszy na horyzoycie punkt f, robiąc $s\ f = O\ 1\ s$, narysujemy przy f kąt 30^0, który da punkt S; a tak punkt zbiegu S ma żądane położenie.

Powiedzieliśmy wyżéj, iż punkt zbiegu, gdy słońce jest przed obrazem, zawsze pada pod horyzontem, wyjąwszy przy jego wschodzie lub jego zachodzie. Do lepszego wyjaśnienia tego szczegółu posłuży jak mniemam fig. 8.— Wiemy, iż mając znaleść cienie linij pionowych, kładziemy w myśli przez linije te płaszczyzny, które są także pionowe, granica więc tych płaszczyzn jest także liniją pionową, którą niech nam wystawia linija $u\ S$. Jeżeli $M\ N$ jest horyzont obrazu, punkt O punktem ocznym, i słońce znajduje się w punkcie R, promień od R przez O poprowadzony, trafi granicę $u\ S$ w punkzie S, który jest zbiegiem promieni do promienia $R\ O\ S$ równoległych, leżących na płaszczyznie pionowéj. Że zaś na przecięcin tych płaszczyzn pionowych z płaszczyzną poziomą leżą cienie linij pionowych, przeto przecięcia te muszą przechodzić przez punkt obudwom płaszczyznom wspólny, a tym punktem jest s na horyzoncie; punkt więc s jest punktem cieniow dla linij pionowych na płaszczyznie poziomej stojących. Mając przeto na obrazie dany punkt zbiegu S, znajdziemy punkt cieniów dla linij pionowych, wyprowadzając z S pionową aż do horyzontu do punktu s.— Z wykreślenia tego widzimy, iż punkt zbiegu S zawsze leży naprzeciw słońca z drugiéj strony punktu ocznego.

Jeżeli punkt S na obrazie nie jest dany, lecz mamy takowy podług położenia słońca oznaczyć, a położenie to w stopniach jest wyrażone, natenczas postąpimy podobnie jak na fig. 7. Dajmy iż słońce wzniesione nad horyzont na 45^0, z osią zaś tworzy kąt 35^0, narysujemy przy punkcie pomocniczym kąt mający 35^0 który na horyzoncie daje punkt s. Kąt ten rysuje się z przeciwnéj strony słońca, przyjąwszy słońce z prawéj strony, narysowaliśmy kąt ten po lewéj stronie. Zrobiwszy $s\ x = s\ O\ 1$, narysujemy pod horyzontem przy punkcie x kąt $s\ x\ S$ mający 45^0, a przecięcie drugiego ramienia z pionową da punkt zbiegu S.

Mając w takiem położeniu słońca i punktu zbiegu jak na fig. 9, znaleść cień od lininii pionowéj $a\ b$, stojącéj na płaszczyznie poziomej gdy punkt zbiegu jest w S, wyprowadzimy z niego pionową, która na horyzoncie da punkt cieniów s. Poprowadzimy od S przez b, od s przez a, a przecięcie tych linij da punkt c, linija $a\ c$ jest cieniem linii $a\ b$. Że punkt S nie jest punktem świecącym, nie jest punktem wyrażającym słońce, przekonywamy się z kierunku cieniu. Gdyby bowiem punkt S był punktem świecącym, cień linii $a\ b$ leżałby na przedłużonéj płaszczyznie $S\ b\ a$. Kierunek cieniu $a\ c$ pokazuje, iż słońce jest po prawéj stronie osi $P\ O\ 1$.

§ 4. Cienie rzucone od linij pionowych. Jak punkt cieniów od linij pionowych stojących na płaszczyznie poziomej jest przecięcie pionowéj z punktu zbiegu spuszczonéj z horyzontem, tak dla takichże linij pionowych stojących na płaszczyznach pochyłych, punkt cieniów leży na przecięciu pionowéj z punktu zbiegu spuszczonéj z granicą téj płaszczyzny pochyłéj. Znajomość cieniów na rozmaitych płaszczyznach bardzo jest potrzebną, zwłaszcza w rysowaniu krajobrazów, dlatego ważniejsze przynajmniéj położenia przejdziemy.

Na obrazie fig. 10; słońce jest za obrazem, punkt zbiegu w *S*, dana jest płaszczyzna pochyła *e P g*, mamy narysować cień rzucony od linii pionowéj *a b* stojącéj na płaszczyznie pozioméj. Ponieważ cień od téj linii padnie także na płaszczyznę pochyłą, przeto przedłużam jéj granicę *g P* aż do przecięcia się z pionową z *S* spuszczoną, która daje na horyzoncie punkt cieniów *s*, na granicy zaś płaszczyzny pochyłéj punkt *s* 1. Prowadząc od *s* przez *a*, aż do brzegu płaszczyzny pochyłéj, do *c*, poprowadzimy od *s* 1 przez *c*, aż do przecięcia się z liniją *S b* w punkcie *d*. Linija *a c d* jest cieniem linii *a b*. Jeżeli mamy oznaczyć cień od linii pionowéj *n i*, stojącéj na płaszczyznie pochyłéj *e P g*, poprowadzimy od *S* przez *i*, od *s* 1 przez *n i* otrzymamy cień *n m*.

Gdy punkt zbiegu *S* (fig. 11) znajduje się nad płaszczyzną pochyłą *e P f*, znajdziemy punkta cieniów dla linij pionowych spuszczając z *S* pionową, która na granicy pochyłéj da punkt cieniéw *s* 1, na horyzoncie punkt *s*. Cień linii pionowéj *a b* stojącéj na płaszczyznie pochyłéj znajdziemy prowadząc od *s* 1 przez *a* aż do przecięcia podstawy *e P* w punkcie *c*. A że cień téj linii pada na płaszczyznę poziomą przeto poprowądzimy od *s* przez *c* aż do przecięcia się z przedłużoną *S b*, w punkcie *d*. Linija *a c d* jest cieniem linii *a b*.

Na obrazie fig. 12, którego horyzont jest *M N* punkt celny *P*, wznosi się od linii *e f*, równoległéj do podstawy, płaszczyzna pochyła, która jak wiemy jest do horyzontu równoległą, jéj granicą niech będzie linija pozioma *v w*, punkt główny *Z*, punkt zbiegu *S*; mamy narysować cień od linii *a b*, pionowéj stojącéj na téj płaszczyznie pochyłój. Spuszczona z *S* pionowa daje na granicy *v w* punkt cieniów *s* 1, na horyzoncie punkt *s*; poprowadzimy więc jak na fig. 11, od *s* 1 przez *a*, aż do podstawy *e f*, do punktu *c*, od *s* przez *c* do przecięcia się z liniją *S b* w punkcie *d*; a tak linija *a c d* jest cieniem linii *a b*. Cień od linii pionowéj *h i*, tym samym znajdziemy sposobem prowadząc od *s* 1 przez *h*, od *S* przez *i* aż do przecięcia *k*.

Na obrazie fig. 13, płaszczyzna *g h f e* jest poziomą, od linii *e f* równoległéj do podstawy *g h* spuszcza się na dół płaszczyzna, któréj granica jest *v w* pod horyzontem *M N*. Od linii *R T* zaczyna się znów płaszczyzna pozioma, punkt *S* jest punktem zbiegu, mamy znaleść cień od linii pionowéj *a b* stojącéj na płaszczyznie pochyłéj *e f T R*. Spuściwszy z *S* pionową która daje punkta cieniów *s*, i *s* 1, poprowadzimy od *s* 1 przez *a* do *c*, od *s* przez *c* do *d*, to jest do przecięcia z liniją *S b*. Mając narysować cień linii *i k* stojącéj na płaszczyznie poziomej, poprowadzimy od *s* przez *i* do *l*, od *s* 1 przez *l* do *m*, i znów od *s* przez *m* do przecięcia się z liniją *S k* w punkcie *n*.

Na obrazie fig. 14 którego horyzont jest *M N* punkt zbiegu *S*, mamy płaszczyznę *g P h*, spuszczającą się na dół od linii *P h*, granica téj płaszczyzny jest *m P m*; mamy znałść cień linii *i k* stojącéj na płaszczyznie pochyłéj. Oznaczywszy punkta cieniów *s* i *s* 1, poprowadzimy od *i* do *s* 1, aż do punktu *o*, od *o* do *s*, aż do przecięcia z liniją *S k* w punkcie *p*. Linija *i o p* jest cieniem linii *i k*. Mając znaleść cień linii pionowéj *a b*, stojącéj na płaszczyznie poziomój, poprowadzimy od *a* do *s*, aż do punktu *l*, od *l* do *s* 1, aż do przecięcia z liniją *P h*, w punkcie *d*, i znów poprowadzimy od *d* do *s*, aż do przecięcia się z liniją *b S* w punkcie *e*, a tak linija *a l d e*, jest cieniem linii *a b*.

Punkt zbiegu zawsze oznaczać będziemy przez *S*, punkta cieniów na horyzoncie przez *s*, na granicach pochyłych przez *s* 1, *s* 2 i t. d.

Na obrazie fig. 15 dana jest płaszczyzna pochyła *e P g*, któréj granicą jest *P g*, punkt zbiegu *S*, mamy narysować cień linii pionowéj *a b* stojącéj na płaszczyznie poziomej. Oznaczywszy na pionowéj z *S* wyprowadzonéj punkta cieniów *s*, i *s* 1, rysuję cień znanym sposobem, prowadząc od *a* do *s*, do punktu *c*, od *c* do *s* 1, aż do przecięcia z linią *b S*. Cień lini *h i* znajdziemy prowadząc od *h* do *s* 1, oraz od *i* do *S*; i otrzymamy cień *h k*.

Na obrazie fig. 16, którego horyzont jest *M N*, wznosi się do góry od linii *e f* do podstawy równoległéj, płaszczyzna pochyła, któréj granicą jest *Z w*, punkt zbiegu jest w *S*; mamy narysować cień linii pionowéj *a b* stojącéj na płaszczyznie poziomej. Prowadzę od *a* do *s*, następnie od *c* do *s* 1, do punktu *d*. Cień lini *h i* stojącéj na płaszczyznie pochyłéj znajdziemy prowadząc od *h* do *s* 1, od *i* do *S*. Przykłady na fig. 15 i 16 są te same jak na fig. 10, 11, 12, z tą tylko różnicą, iż na tych ostatnich punkt zbiegu był nad horyzontem, w fig. zaś 15 i 16, punkt zbiegu jest pod horyzontem.

Tym samym sposobem rysują się cienie linii poziomych do podstawy równoległych. Miejmy na obrazie fig. 17 płaszczyznę pionową *m o n d*, do obrazu prostopadłą, któréj podstawa *m o*, idzie tém samém do punktu celnego *P*, mamy narysować cień linii pozioméj a *b* do téj płaszczyzny prostopadłéj. Granicą téj płaszczyzny jest linija pionowa *w P* przez punkt celny *P* przechodząca; a że *a b* jest do niéj prostopadłą, przeto też punkt cieniów dla tych linii jest przecięcie linii prostopadłéj z *S* do *w P* poprowadzonéj. Oznaczywszy punkt cieniów *w* poprowadzimy od *w* przez *a*, od *S* przez *b* i otrzymamy cień *a c*. Można także cień ten znaleść za pomocą linii pionowych, spuszczając takowe z *a*, i *b*, i kładąc przez *h* poziomą która daje *e*, następnie znajdujemy cień linii *b c*, którym jest *e k c*; punkt *c* jest cieniem punktu *b*, linija więc *a c* jest cieniem linii *a b*.

Na téj saméj fig. 17, mamy płaszczyznę pionową *o n r t*, któréj podstawa idzie do punktu wypadkowego *R*, a zatem granicą téj płaszczyzny jest pionowa przez *R* poprowadzona. Przy téj płaszczyznie znajduje się linija pozioma do horyzontu równoległa *r l*, mamy narysować cień téj linii. Z punktu *S* poprowadzimy równoległą do *r l* którą jest *S u*, punkt więc *u* jest punktem cieniów. Poprowadzimy więc od *u* przez *r*, od *S* przez *l*. Cień punktu *l* znajdziemy rysując cień linii pionowéj *l* 1 znajdziemy punkt 2, przez który poprowadzimy równoległą do *r l*.

§ 5. Cienie rzucone od linij pochyłych. Wiemy iż cień każdéj linii stojącéj na jakiéj płaszczyznie zaczyna się od jéj spodku, czyli od zetknięcia się téj linii z płszczyzną, na któréj stoi. A że przez dwa punkta jednę tylko liniję prostą poprowadzić można, przeto znajdziemy cień linii pochyłej stojącéj na płaszczyznie pozioméj, rysując jéj rżut poziomy i szukając cieniu od drugiego jéj końca.

Jeżeli fig. 18 promienie światła do obrazu są równoległe, postąpimy jak w fig. 8 jeżeli linije pochyłe mają ten sam kierunek. Znajdziemy więc cień takich linii jak np. *a b*, *a* 1 *b* 1, *a* 2, *b* 2, prowadząc przez *a*, *a* 1, *a* 2 równoległą do podstawy i prowadząc przez *b* promień w danym kierunku. Stosownie do nachylenia tych linii oraz promienia, cień może paść po lewéj stronie jak *a m* przy linii *a b*, albo linija nie da żadnego cieniu jeżeli jéj kierunek jest równoległy do kierunku promienia, jak widzimy przy linii *a* 1, albo na koniec cień ten padnie po prawéj stronie linii jak przy *a* 2, *b* 2.

Mając na obrazie fig. 19 znaleść cień pochyłéj *g h*, stojącéj w punkcie *g* na płaszczyznie pozioméj, gdy punkt zbiegu jest w *S* nad horyzontem, potrzeba znać nachylenie téj linii i podług niego narysować jéj rzut poziomy *g i*. Oznaczywszy punkt *i* szukamy cieniu linii *i h* znanym sposobem, prowadząc od *s* przez *i*, i otrzymamy punkt *k* jako cień punktu *h*, linija więc *g k*, jest cieniem linii *g h*.

Jeżeli na téj saméj figurze, punkt zbiegu jest *w S*1, punkt cieniów *s* 1, znajdziemy cienie linii pochyłych *p r*, *l m*, rysując ich rzuty poziome *p t*, *l n*, i szukamy cieniów linii *r t*, *m n*, i znajdziemy punkta *u*, *o*, a tak linije *p u*, *l o*, są cienie tych linii.

W krajobrazach bardzo często zdarzają się cienie od linij pionowych, stojących na płaszczyznach pochyłych, jak np. cienie od drzew, budynków, figur ludzkich i t. p. stojących na pochyłościach pagórków, i t. p. Cienie te podług poprzedzającego łatwo będzie narysować znając nachylenie płaszczyzny i jéj granicę. Lecz jeżeli mamy rysować cienie od linii pochyłych stojących na płaszczyznach pochyłych, wykreślenie będzie odmienne. Z linij pochyłych weźmiemy tylko linije do płaszczyzn pochyłych prostopadłe.

Na obrazie fig. 20 którego horyzont jest *M N*, punkt zbiegu *S*, znajduje się płaszczyzna pochyła *E R u*, i linija *a b* jest do téj płaszczyzny prostopadła. Ponieważ *a b* jest do płaszczyzny *E R u* prostopadłą, przeto granica płaszczyzn przez *a b* i *S* położonych jest do granicy *R u* prostopadłą. Poprowadziwszy więc z punktu *S* prostopadłą do *R u*, liniję *Su*, punkt *u* jest punktem cieniów dla linii *a b* i do niéj równoległych. Poprowadzimy więc od *u* przez *a* do *f*, i od *t*, punktu cieniów na horyzoncie, przez *f*, od *S* przez *b*, otrzymamy cień *a f g*.

Na obrazie fig. 21 ktorego horyzont jest *M N*, punkt celny *P*, *S* punkt zbiegu, wznosi się od linii *e f* do podstawy równoległéj, płaszczyzna pochyła w górę, któréj granicą jest *w Z v*. W punkcie *a* jest linija *a b* do téj płaszczyzny prostopadła, mamy narysować cień téj linii. Jak z poprzedzającego wiadomo, potrzeba narysować granicę płaszczyzn przez *a b* i *S* przechodzących. Zrobiwszy *P N* = *P O* 1, tak, iż punkt *N* jest punktem oddalenia, prowadzę *Z N* i rysuję przy téj linii z punktu *N* prostopadłą do *Z N*, czyli rysuję kąt prosty *Z N S*1, aż do przecięcia się z przedłużoną osią w punkcie *S* 1; a tak punkt *S* 1 jest zbiegiem (wypadkowym) linij do płaszczyzny pochyłéj prostopadłych. A że płaszczyzny przez *S* 1 położone mają także przechodzić przez punkt zbiegu *S*, przeto ich granicą jest linija *S S* 1, która przecina granicę *W Z* w punkcie *v*, który zatém jest punktem cieniów dla linii do płaszczyzny pochyłéj prostopadłych.

Oznaczywszy tym sposobem punkt cieniów *v*, znajdziemy cień linii *a b* prowadząc od *v* przez *a*, od *S* przez *b*, postępując dalej znanym sposobem. Pozostaje nam jeszcze oznaczenie cieniu linii do płaszczyzny obrazu prostopadłych, a zatém do punktu celnego idących. Ponieważ położone przez te linije płaszczyzny prrzechodzą zarazem przez punkt zbiegu, przeto ich granicą jest linija przez punkt celny oraz punkt zbiegu przechodzaca. Cienie linij do punktu celnego idących rzucone na płaszczyznę do obrazu równoległą są do siebie geometrycznie równoległe, gdyż na płaszczyznach obrazowych, wszystko się geometrycznie rysuje.

Miejmy na fig. 22 dany punkt celny *P*, punkt zbiegu *S*, a tak linija *P S* jest granicą płaszczyzn przez linije *a b*, *h i* do obrazu prostopadłe, oraz przez *S* przechodzących. Narysujemy cień tych linii, prowadząc przez *a*, *h* do *P S* równoległe i przecinając je linijami *b S*, *S*, i otrzymamy cienie *a g*, *h p*. O prawdzie téj przekonamy się spuszczając z *a*, i *h*, pionowe upodobalnéj długości np. do *c*, *k*, przez któreкładę równoległe do podstawy, lub też jak tutaj jednę *c*, *k*; od *P* prowadzę przez *c* i *k* linije, aż do *d*, *m*, to jest do przecięcia się z pionowemi z *b*, i z *i*, spuszczonemi, a tak punkta *c*, *d*, *k*, *m*, leżą na płaszczyznie poziomej, możemy więc znanym sposobem znaleść cienie linii *d b*, *m i*, czyli znaleść cienie punktów *b*, *i*. Prowadząc od *s* do *d*, i *m*, oraz z przecięć *f*, *o* pionowe, a następnie od *b* i *i* do S, znajdziemy te same punkta *g*, *p*. Cienie więc od linii do obrazu prostopadłych, a zatém do punktu celnego idących, są równoległe od linii *P S*, to jest do linii przez punkt celny i przez punkt zbiegu poprowadzonéj. Na téj prawdzie polega wykreślenie cieniów w sklepieniach walcowych.

§ 6. Przykłady rysowania cieniów rzuconych od promieni słońca.

W rysunkach geometrycznych przyjmuje się, iż promienie światła są równoległe do płaszczyzny na której rysujemy, i są pod kątem 45 do podstawy nachylone. Sposób więc rysowania tych cieniów budowniczym i inżenierom dostatecznie jest znany. W rysunkach perspektywicznych, przyjmując promienie światła jako równoległe do obrazu, kąt nachylenia jest dowolny. Cienie przedmiotów, jak w ogólności przy wszelkich światłach tak i w kierunku do obrazu równoległym, znajduje się spuszczając z odpowiednich jego punktów, które cień rzucają linije pionowe aż do płaszczyzny pozioméj, na któréj stoją, i szuka się cieniu téj linii, aby oznaczyć cień punktu téj linii, który rzuca cień. Przyjmując światło równoległe do obrazu, cienie perspektywiczne w tém różnią się od geometrycznych, iż pierwsze znajdujemy rysując linije do horyzontu równoległe, jak to na fig. 5 i 18 widzieliśmy, geometryczne zaś znajdujemy prowadząc linije pod kątem 45^0 nachylone.

Mając na fig. 23oznaczyć cienie przedmiotów, gdy promienie słońca są do obrazu równoległe i pod pewnym kątem, jak okazują linije *g* 1, *d* 2 do poziomej nachylone, spuścimy z każdego punku który rzuca cień liniję pionową aż do płaszczyzny poziomej i przez spodek jéj poprowadzimy poziomą (do horyzontu równoległą, a przecięcie tych linij da cień tego punktu. Spuszczona z *f* pionowa przechodzi przez punkt *g*, który także rzuca cień, a poprowadziwszy przez *m* poziomą przez *g* i *f* promienie, otrzymam naprzód punkt 1, który jest cieniem punktu *g*. A że górny brzeg muru idzie do punktu celnego, przeto też poprowadzimy od *P* przez 1 aż do podstawy obrazu i będziemy mieli cień rzucony od brzegu muru. Cień rzucony od punktu *f* leży na przedłużonéj *m* 1, lecz pada na studnią; ile więc cieniu pada na ściany studni, należy przez pionową przy zetknięciu się przedłużonej linii *m l* z ścianą studni oznaczyć. Zewnętrzne brzegi bramy nie rzucają cieniu, lecz tylko wewnętrzne do światła obrócone, dla tego potrzeba górny jéj brzeg oznaczyć, jak pokazuje linija *e d*, która rzuca cień 2, 3. Nie potrzeba szukać cieniu punktu *e*, mając oznaczony punkt 2, poprowadzimy tylko od 2 do *P* a pozioma przez dolny brzeg bramy położona, da punkt 3. Cień od górnego brzegu bramy narysujemy oznaczywszy punkt 4 i prowadząc od *P* przez 4 aż do studni, a z przecięcia téj linii z ścianą studni wyprowadzimy pionową, która da brzeg cieniu. Podobnie postępując znajdziemy punkta 4, 5, 6, 7, które odpowiedniemi linijami prostemi połączymy. Tym samym sposobem narysujemy cień od ściany studni.

Punkt *e* jest narożnikiem dachu, lecz punkt ten nie rzuca żadnego cieniu, gdyż promień przez punkt *e* jako oddalony, za ścianą nie rzuca cieniu. Należy przez górny punkt narożnika ściany poprowadzić poziomą, która daje punkt 1, przez punkt ten poprowadziwszy promień, otrzymamy punkt *j*, a że brzeg dachu idzie do punktu celnego, przeto też poprowadzimy od *P* przez *j*.— Punkt *g* jako narożnik drugiego dachu, leży na poziomej przez górny punkt muru położonéj, i dla tego rzuca cień na ten mur. Promień przez *g* poprowadzony daje *h*, przez który poprowadzimy od *P*, która daje liniję *h i*. Samo się przez się rozumie, że przy brzegu okna na linii téj promień światła poprowadzic należy.— Tym samym sposobem znajdziemy cień od wystającego przy oknie muru. Cień drzwi otwartych znajdziemy prowadząc przez dolny brzeg poziomą, która daje *k*, a że brzeg drzwi jest pionowy, przeto też z punktu *k* wyprowadzimy pionową, aż do *l*, do przecięcia się z promieniem przez górny brzeg poprowadzony *m* a połączywszy punkt *l* z punktem *m*, będziemy mieli cień drzwi.

Cień linii pionowéj *a b* idąc po linii do podstawy równoległéj, trafia w punkcie *c* na płaszczyznę pochyłą, a że cień kierunku swego nie zmienia, przeto poprowadzimy z punktu *c* liniję do obrazu równoległą, którą przecina promień przez *b* poprowadzony w punkcie *d*.

Ponieważ sposób rysowania cieniów jest ten sam, czy przyjmiemy słońce za obrazem, czy przed nim, przeto ograniczam się na przykładzie, gdy słońce jest za obrazem. Mniemam, iż przykłady jak np. na fig 14, 15, 16 i 22 dostatecznie przekonywają, iż rysowanie cieniów gdy słońce jest przed obrazem, w niczém się nie różni od ich rysowania gdy słońce jest za obrazem.

Na fig. 24 przyjęto słońce za obrazem, a punkt zbiegu w punkcie S. Do narysowania więc cienów rzuconych od linij pionowych na płaszczyznę poziomą, spuścimy z punktu S pionową, która na horyzoncie daje punkt *s*, który jest punktem cieniów dla tych linij. Rzucony od linii poziomej *A B*, cień pada za podstawę obrazu, gdyż linije od S przez *A* i *B*, od *s* przez *C* i *D* poprowadzone, nie przecinają się na obrazie. Linija *a a'* daje cień *a' b* prowadząc od S przez *a*, od *s* przez *a'*; przez punkt *b* kładę poziomą *b c* aż do przecięcia się z liniją cieniów przez *d* poprowadzoną. Drugi brzeg muru przy *B D* daje cień przez punkt 2 przechodzący, kończący się w punkcie *r*, przez który należy poprowadzić liniję do *P*, aby oznaczyć cień grubości muru; co też uczyniłby wypadało, gdyby cień punktu *B* padł na obrazie. Cień muru *e x* znajduję oznaczywszy cień punktu *e*, w punkcie 1, i prowadząc od *P* przez 1 aż do 2.— Rysuję cień linii *e f*, prowadząc przez 1 równoległą do *e f*, którą jest linija 1 *k*, poprowadzona aż do ściany *f g*. Sciana *e f* jest równoległą do obrazu, a że ściana czyli mur *f g* jest do obrazu prostopadły, przeto też linija *e f* która rzuca cień, jest do muru *f g* prostopadłą. Znajdziemy więc cień od linii *e f* na mur *f g* rzucony, którego granicą jest linija pionowa przez punkt celny przechodząca, spuszczając z S prostopadłą do téj granicy, którą jest S *t*, punkt *t* jest punktem cieniów dla

Fig. 25

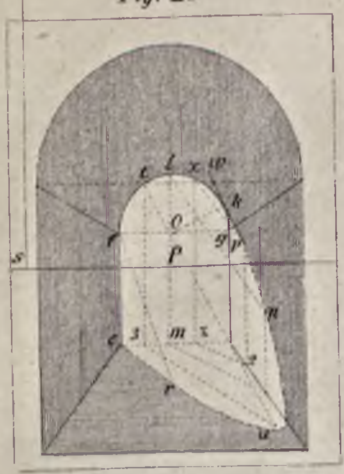


Fig. 26

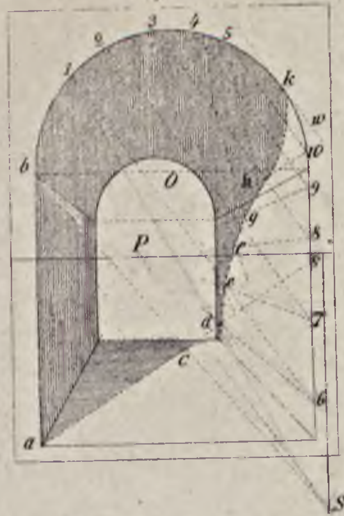


Fig. 27 A

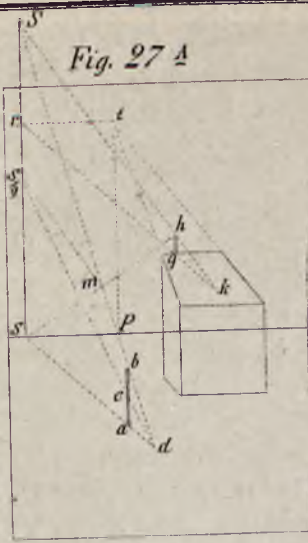


Fig. 27 B

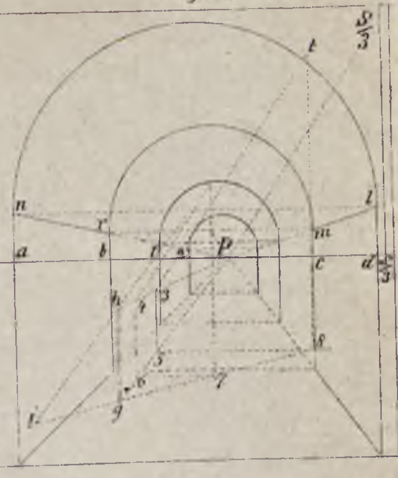


Fig. 28

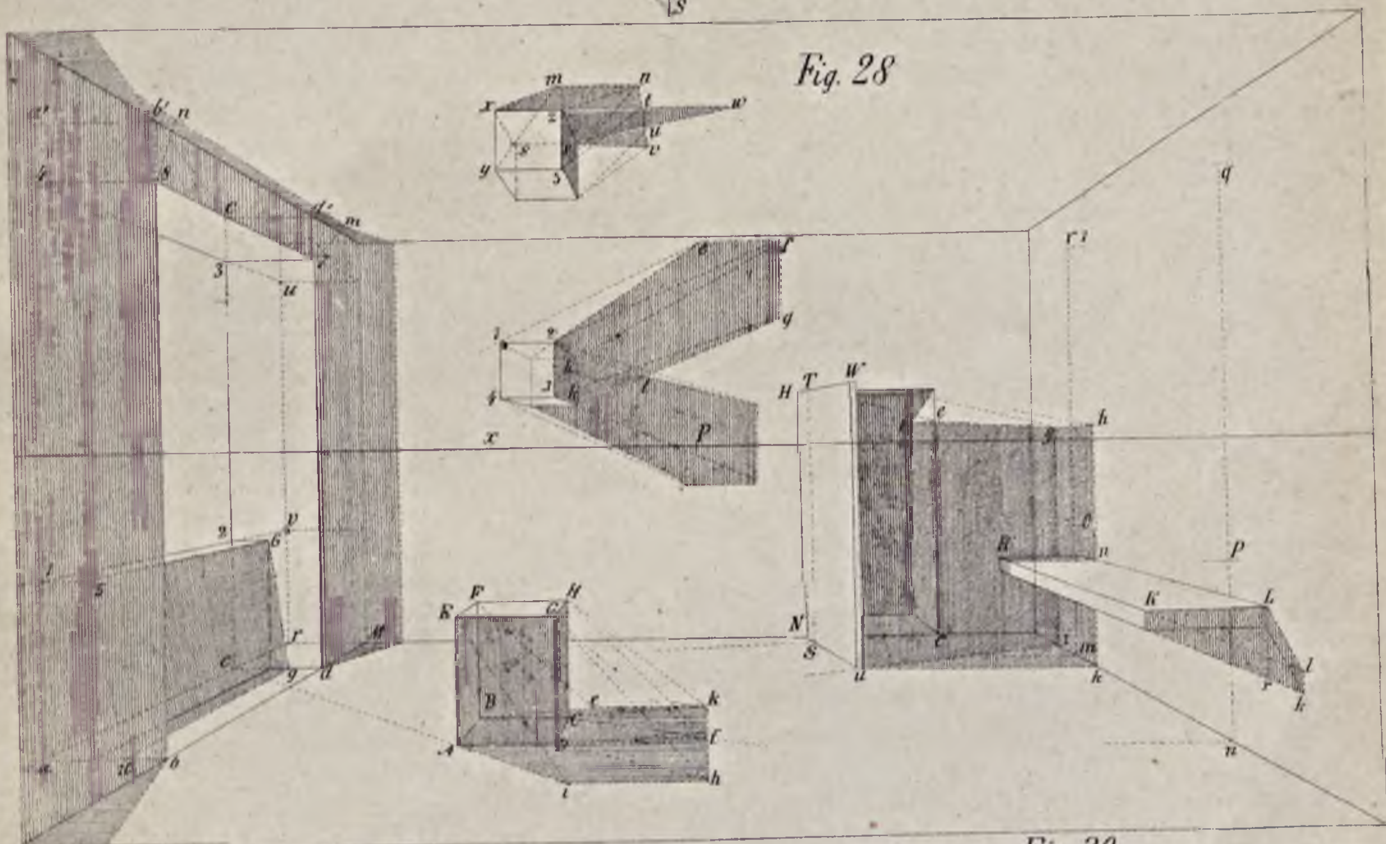


Fig. 29

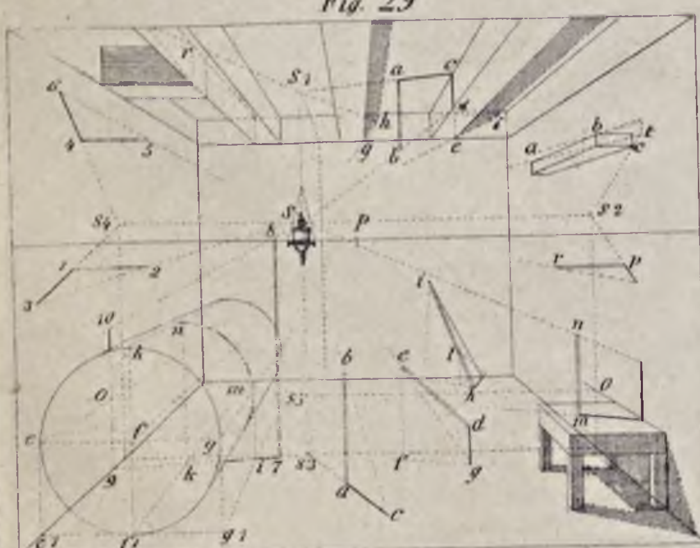
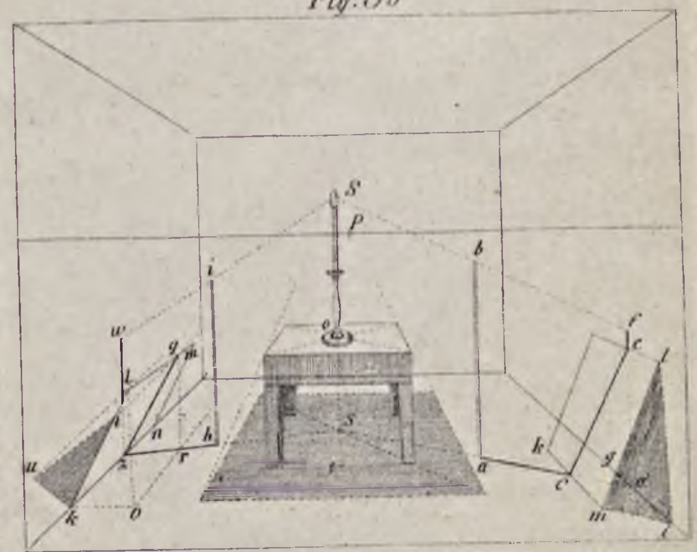


Fig. 30



muru *f k*. Poprowadzimy więc od *t* przez *f*, od S przez *e*. Linija *t f* trafia płaszczyznę w punkcie *k*, linija pozioma przez *k* poprowadzona, da cień od linii *e f*. Do ściany g 6 5 przytwierdzona jest linija pozioma *i h*, do téj ściany prostopadła, znajdujemy jéj cień tak jak linii *e f*, na ścianę *f g*, podług fig. 17. Na płaszczyznie pochyłéj dachu jest linija pionowa *l m*. Płaszczyzna dachu jest do obrazu prostopadłą, granica takowéj przechodzi przez punkt celny i jest do jéj podstawy obrazowéj 6, 4 równoległą. Potrzeba więc granicę tę poprowadzić, którą jest *W P s* 1, i dostatecznie przedłużyć, aby pionowa z S takową w punkcie *s* 1 trafiła, punkt *s* 1 jest punktem cieniów dla téj płaszczyzny. Poprowadzimy więc od S przez *m*, od *s* 1 przez *l*, i otrzymamy cień *l n*. Cień od linii 6, 5, znajdziemy jak cień od *a a'* podług fig. 6. Na płaszczyznę pochyłą dachu *r z l* pada cień od linii *r* 4; należy więc oznaczyć granicę téj płaszczyzny, która jest *U u*, równoległa do *z l*, a punktem cieniów dla niej punkt *U*. Spuściwszy z 4 pionową 4, 7, poprowadzimy od S przez 4, od *U* przez 7, które dają przecięcie niedokładne około punktu *w*; liniję od *U* przez *r* poprowapzona, daje cień rzucony od linii *r* 4 na dach *r z l*. Cień od linii pionowéj 4, 8, pada za obrazem. Cień od linii 6 *r* na ścianę *r*, *z*, *z*, znajdujemy rysując cień 5, 0, i wyprowadzimy z *o* pionową, gdyż *r* rzuca cień *r p* i nie daje przecięcia z liniją 5, *0*. Linija *z l* jest do ściany *l w* 2 prostopadłą, znajdziemy jéj cień tak jak linij *e f*, *i h*, prowadząc od *t* i S. Aby znaleść cień linii pochyłéj *x y*, rysujemy jej rzut poziomy i obrawszy na niéj jakikolwiek punkt, oznaczamy cień tego punktu. Od tak obranego punktu znajdziemy cień *v*, prowadzimy więc *x v*. Aby znaleść cień rzucony na ścianę *r z*, przedłużam dolny brzeg ściany *o z* aż do przecięcia się z przedłużoną *x r*. Od przecięcia tego poprowadzona do *y* da kierunek rzuconego od *x y* cieniu.

Pozostawiając rysowanie cieniu w framudze walcowéj, sklepionéj do przykładów trudniejszych, podaję tylko rysowanie cieniu w sklepieniu walcowém. Rysowanie bowiem cieniów w sklepieniu gotyckiém jest takie same jak w walcowém.

Zadanie fig. 25. Oznaczyć cień w sklepieniu walcowém, gdy słońce jest za obrazem, tak, iż punkt zbiegu jest w punkcie *S*. Spuściwszy z punktu *S* pionową aż do horyzontu, która da punkt cieniów *s*, rysuję cień ściany pionowéj *e f*, prowadząc od *s* przez *e*, od *S* przez *f*, które dają cień *e r* rzucony na płaszczyznę poziomą, od pionowéj krawędzi *e f*. Aby znaleść cień rzucony od łuku *f l g*, obieram na nim dowolną, lecz do wielkości łuku i żądanéj dokładnaści zastósowaną liczbę punków, jak np. *t*, *l*, *x*, spuszczam z nich pionowe *t* 3, *l m*, *x z*, które dają cienie *u*, *n*, *p*. Łącząc punkta *r*, *u*, *n*, *p* odpowiedniemi linijami krzywemi, będziemy mieli cień rzucony od łuku *f t l x*. Aby znaleść początek tego cieniu, prowadzę albo *S P* i do niéj równoległą styczną do łuku *l g*, która go dotyka w punkcie *k*, który jest początkiem cieniu, gdyż poprowadziwszy liniję *P k*, ta jako do obrazu prostopadła rzuca cień do S P równoległy. Albo też znajdujemy punkt *k* prowadząc jak poprzednio S P, z środka łuku *0* spuszczam prostopadłą, która przetnie łuk w punkcie *k*. Punkt *k* łączę z punktem *p* odpowiednią liniją krzywą.

Zadanie fig. 26. W takiém samém sklepieniu walcowém jak poprzedzające, narysować cień gdy słońce jest przed obrazem (z tyłu patrzącego). Ponieważ sklepienie to jest do obrazu prostopadłe, przeto możemy na niém poprowadzić linije od punktów na obwodzie, jak 1, 2, 3, 4, 5 do pnnktu celnego *P*, linije te podług fig. 22—rzucają cień do S P równoległy, i na téj prawdzie polega wykreślenie żądanego cieniu. Naprzód znajduję cień rzucony od ściany pionowéj *a b*, na płaszczyznę poziomą, którego granicą jest *a c*. Na łuku sklepienia obieram upodobalną liczbę punktów, jak np. 1, 2, 3, 4, 5 przez które prowadzę równoległe do S P, które dają przecięcia 6, 7, 8, 9, 10, które łączę z punktem *P*, i prowadzę od 1, 2, 3, 4, 5 do S, a przecięcia odpowiednich sobie linij dają *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, które są granicą cieniu rzuconego od łuku sklenienia. Aby znaléść punkt *k*, w którym się cień zaczyna, postępuję jak poprzednio, albo prowadząc styczną równoległą do P S, albo prowadząc przez środek *o*, prostopadłą do S P, która oznaczy punkt *k*.

Jeżeli punkt zbiegu, jak np. fig. 27 *A* gdzie punkt S, leży w prawdzie nad obrazem, lecz punkt cieniów *s* pada na jego horyzont, natenczas bierze się pewna część np. połowa wysokości punktu zbiegu w $S/_2$, a mając narysować cień rzucony od linii *a b*, weźmiemy jéj połowę w punkcie *c*, i poprowadzimy od $S/_2$ przez *c*, od *s* przez *a*, przecięcie tych linij w punkcie *d*, daje długość cieniu *a d*. Mając oznaczyć cień od linii pionowéj, rzucony na płaszczyznę pochyłą, jak np. od linii *g h*, znajdziemy naprzód punkt *r*, jako punkt cieniów dla téj płaszczyzny pochyłéj; połączymy *s* nie z punktem *g*, lecz z punktem *h* liniją prostą i podzielimy ją w punkcie *m* na dwie części równe. Poprowadziwszy od *r* przez *g*, narysujemy w *h* równoległą do $S/_2$ *m*, która da punkt *k*, a tak *g k* jest cieniem rzuconym od linii *g h*.— Wykreślnia te zasadzają się na podobieństwie trójkątów *s* $S/_2$ *m i*, *s* S *h*, oraz na proporcyonalności linii *b c* do *b a* jak S $S/_2$ do *Ss*.

Jeżeli zaś punkt zbiegu tak jest za obrazem położony, iż punkt cieniów pada także za obrazem, w takim razie należy wziąść pewną część wysokości nad horyzontem, i taką samą część oddolenia punktu cieniów od punktu celnego, aby obadwa punkta znajdowały się na obrazie. Tak mamy na fig. 27 *B* oznaczoną trzecią część wysokości w punkcie $S/_3$ i takąż część oddalenia od punktu celnego w punkcie $s/_3$. Rozmaite są sposoby narysowania w takim przypadku cieniów. Mając narysować cień sklepienia, narysujemy sklepienie, którego wymiary są np. trzecią częścią danego. Wykonamy to, robiąc *P* 2, *P* 1, równe $^1/_3$ *P b*, $^1/_3$ *P a*, to samo i po drugiéj stronie, a przedłużywszy $n\ r$, oraz $l\ m$ do P, otrzymamy wysokość sklepienia i zakreślimy potrzebne łuki, boczne ściany i podstawę obrazu. Tak mając narysowane zmniejsone w $\frac{1}{3}$ części sklepienie, narysujemy w niém cienie jak w poprzedzających przykładach wyłożono.— Prawda, że przeniesione wymiary z mniejszéj podziałki na większą nie będą ściśle dokładne, ale też nie chodzi tutaj o taką geometryczną dokładność. Inny sposób narysowania cieniów w przypadku o którym mowa, polega na oznaczeniu cieniu linii pionowéj. Mając np. narysować cień linii pionowéj $g\ h$, gdy na obrazie mamy $S/_3$ i $s/_3$, poprowadzimy $h\ P$, i weźmiemy $h\ 3$ równe $\frac{1}{3}$ $h\ P$. Z punktu 3 spuścimy pionową, która na $g\ P$ da przecięcie 5, przez 5 kładę poziomą dostatecznéj długości, z punktu zaś 3 prowadzę linię równoległą do $P\ S/_3$ i robię na niéj $3\ t$ $P\ S/_3$, i z punktu t spuszczam pionową, która paje przecięcie 8. Poprowadziwszy od t przez h, od 8 przez g, będziemy mieli długość cieniu $g\ i$. Można także wziąść pewną część wysokości $S/_3$, $s/_3$, np. połowę, a w takim razie zrobimy na h, P, długość h 4 równą $\frac{1}{6}$ $h\ P$, położymy przez 4 równolagłę do $P\ S/_3$, zrobimy na niéj długość równą $\frac{1}{2}$ $P\ S/_3$, spuścimy pionowe, i postąpimy jak w poprzedzającym przypadku wykazano.

§ 7. **Swiatło dzienne.** Ponieważ światło dzienne pochodzi z odbicia i łamania się promieni słonecznych; przeto nie może być tak silne jak pierwotne promienie słońca. Ztąd téż i cienie pochodzące od światła dziennego są mniéj wyraźne zwłaszcza przy brzegach. Jak już wyżéj nadmieniliśmy, mamy jasność w naszych mieszkaniach, że się światło jak pierwotne tak i odbite na wszystkie rozchodzi strony. Że światło to nie wchodzi otworami, np. oknem, massą lecz promieniami, przekonywamy się z rozmaitego kierunku cieniów zmieniając położenie przedmiotu. Każdy też zapewne doświadczył, zwłaszcza w mieszkaniach parterowych, iż jeżeli przedmiot jaki przechodzi koło okien w kierunku np. od prawéj strony do lewéj, widzimy w pokoju cień rzucony od tego przedmiotu postępujący w stronę przeciwną od lewéj strony ku prawéj. Nabywamy ztąd także przekonanie, że promienie światła dziennego w rozmaitym kierunku wchodzą do mieszkania przez okno. W oznaczeniu cieniów pochodzących od światła dziennego te same prawidła jakieśmy przy cieniach od bezpośrednich promieni słońca podali zachowane być winny. Ponieważ oknem wchodzi światło dzienne do mieszkania, przeto okno to za ciało świecące, to jest rozsełające swe promienie na wszystkie strony, uważać należy. Okno więc tutaj jest tém czém był punkt zbiegu, przy bezpośrednich promieniach słońca, jak przy nich tak i tutaj należy oznaczyć odpowiedni punkt cieniów.

Niech nam fig. 28 wystawia wnętrze mieszkania do którego światło wchodzi jedném oknem, które, jak powiedzieliśmy za ciało świecące uważamy. Ponieważ światło wchodzi w rozmaitym wprawdzie, lecz zawsze w prostym kierunku, przechodząc koło brzegów okna, przeto i cienie rzucone od przedmiotów rozmaity będą miały kierunek, a ztąd powstają cienie rozmaitéj siły. W rysunku fig. 28 grubość muru przy $a\ b$, zasłania część otworu okna, należy przeto granice jego zewnętrzne oznaczyć, gdyż koło nich przechodzi światło. Dopełniając ten rysunek otrzymamy jako zewnętrzne granice okna punkta 1, 2, 3, 4, wewnętrzne zaś 5, 6, 7, 8. Chcąc znaleść cienie rzucone od linij pionowych stojących na podłodze, należy znalesć punkta cieniów dla tych linii. Ponieważ przyjmujemy brzegi okna jako pionowe, przeto przedłużymy linije 4, 1—3, 2, aż do przecięcia się z poziomemi przez b i d położonemi w punktach a, c, które są punktami cieniów dla linij pionowych na podłodze stojących. Aby oznaczyć cień graniastosłupa $A\ B\ C\ D\ E\ F\ G\ H$, na podłogę rzucony, potrzeba brać kolejno jego krawędzie pionowe; weźmy np. krawędź $A\ E$. Swiatło idące od ściany 4 1, nie da żadnego cieniu bo linija cieniów a A idzie w środek graniastosłupa, lecz światło idące od ściany 2, 3, rzuci na podłogę cień, który znajdziemy, prowadząc od c przez A i od 3 przez E, przecięcie się tych linii daje punkt i. Ponieważ krawędź $E\ G$ jest równoległą do obrazu, przeto i cień od niéj będzie miał ten sam kierunek, położymy więc przez i poziomą czyli równoległą do podstawy obrazu. Swiatło wchodzące około ściany 2, 3, przechodzi także około boku $C\ H$, poprowadzimy więc od c przez C i od 3 przez H, i otrzymamy przecięcie f, C f, jest cieniem od C H. Przez f kładę równoległą do $G\ H$, i otrzymam przecięcie k; a tak $A\ i\ h\ f\ C$, jest cień który pochodzi od światła wchodzącego przy ścianie 2, 3. Aby znaleść cienie światła wchodzącego przy ścianie 1, 4, prowadzę od a przez B, od 4 przez F aż do przecięcia e, $B\ e$, jest cieniem od $B\ F$. Od 1, 4 przechodzi światło koło krawędzi $D\ G$, któréj cień znajdziemy prowadząc od a przez D, od 4 przez G, których przecięcie pada w tym przykładzie na punkt f, zwykle jednak dadzą inne przecięcie leżące na linii od P przez f, idącéj. Prowadząc od e linię równoległą do $F\ H$, od f zaś lilinię równoległą do $G\ H$, otrzymamy te same punkta h, k. Jak cień $A\ i\ f\ h\ C$, pochodził od ściany 2, 3, tak cień $B\ C\ D\ f\ k\ e$ pochodzi od ściany 1, 4. Obadwa te cienie są pojedyńcze, lecz padają w części na siebie i tworzą cień $D\ f\ C$, na który żadne światło padać nie może i jest właściwym cieniem rzuconym od bryły, który dla odróżnienia od pierwszych nazywa się cieniem głównym. Sciana $A\ B\ F\ E$ graniastosłupa od nas odwrócona, jest najmocniéj oświecona, gdyż na nią pada światło całém oknem wpadające. Sciana B C $F\ H$ odbierając światło tylko od strony 2, 3, już jest mniéj oświetloną niż poprzedzająca, mniéj jeszcze światła pada na ścianę $A\ D\ G\ E$, gdyż mało tylko od strony 1, 4 odbiera światła. Lecz ściana $D\ C\ H\ G$ w zupełnym jest cieniu. i na nię pada tylko światło odbite od podłogi i od ścian pokoju. Jakkolwiek uważaliśmy działanie światła tak, jak gdyby okno do saméj dochodziło podłogi, jednakże przypuszczenie to na wykreślenie cieniu żadnego niéma wpływu, bośmy długość jego zrobili zależną od promienia wchodzącego u saméj góry, przy 3 i 4, punkta zaś dolne *a* i *c*, są tylko punktami cieniów. Lecz pomiędzy punktami 1 a 4, 2 a 3 wpada wiele światła, które sprawia cień który łatwo znaleść, prowadząc jak poprzednio od punktów *c* i *a*, i przecinając je linijami od punktów 2 i 1, oraz od punktów między 1 a 4, 1 a 3 położonemi, a lubo cienie te są zwykle bardzo słabe jednakże istnieją i ich oznaczenie od przedmiotów w mieszkaniu rozstawionych wiele wpływa na dokładne oświetlenie i cieniowanie mieszkania. Cienie rzucone od boków *C H*, *G D* utworzą przedłużenie cieniu głównego *D C f g*, które jednakże jest słabsze.

Rysowanie cieniów na ścianach, bądź na równoległéj do okna, lub na suficie, zupełnie tym samym wykonywa się sposobem. Przedewszystkiém należy oznaczyć właściwe każdéj ścianie punkta cieniów. Dajmy iż przy ścianie do obrazu równoległéj znajduje się przytwierdzony prostopadle do niéj sześcian, od którego cień rzucony mamy narysować. Znajdziemy punkta cieniów na tę płaszczyznę, dla linij do niéj prostopadłych przedłużając *a c* podstawę okna, aż do przecięcia się z poziomą *M N* w punkcie *r*, z którego wyprowadzam pionową. Przedłużone 1, 2,—4, 3 dają na téj pionowéj przecia *v*, *u*, które są punktami cieniów dla téj płaszczyzny, najwyższe zaś punkta którémi wchodzi światło będą 1, 4. Od 1, poprowadziwszy przez wierzchołki 1, 2, 3 graniastosłupa przetniemy takowe, prowadząc od *v*, przez odpowiednie punkta sześcianu przy ścianie. Punkt *f* powinien trafić na poziomą przez *e* położoną przecięcie zaś *g* powinno trafić na pionową z *f* spuszczoną. Od punktu 4 poprowadzimy przez wierzchołki 2, 3, 4, i przetniemy je linijami od *u* przez odpowiednie punkta przy ścianie poprowadzonemi i otrzymamy drugi cień. Wszystkie te cienie są połowiczne, oprócz części *h k l*, który jest całkowitym; gdyż powstaje z dwóch cieniów rzuconych od światła idącego od 1, oraz od 4. Aby znaleść cień rzucony od sześcianu przytwierdzonego pionowo do sufitu, oznaczymy punta cieniów, przedłużając boki pionowe okna 1, 4—2, 3 oraz *b* 8 i *d* 7 do *b' d'* przez ostatnie położone poziome, dają punkta *a' c*, jako punkta cieniów. Ponieważ sufit równoległy jest do podłogi, przeto też na nim wszystko się tak rysuje jak na podłodze, gdyż przewróciwszy obraz cały, sufit zamieni się na podłogę i przeciwnie. Dla sufitu, najwyższe punkta wchodzącego światła są 1, 2 a odpowiednie im punkta cieniów są *a' c*. Podstawa sześcianu, przytwierdzona do sufitu jest *x z r s*. Prowadząc od 1 przez *y* od *a'* przez *x*, nie otrzymamy żadnego cieniu. Linije od 2 przez *y*, od *c* przez *x* dają przecięcie *m* przez które kładę poziomą jako równoległą do krawędzi *y* 5. Linije od 1 przez 5 od *a'* przez *z*, dają *t*, od 2 przez 5 od *c* przez *z*, dają punkt *n* który leży na pozioméj *m n*. Z punktu *n* spuszczam pionową na któréj leżéć powinien punkt *t*, oraz punkta *u*, *v*, które dają linije koło trzeciéj krawędzi poprowadzone. Cień całkowity czyli główny jest *r*, *u*, *t*, *z*. To co się o cieniach pochodzących od światła wchodzącego pomiędzy najwyższym a najniższym punktem okna przy graniastosłupie na podłodze, powiedziało rozumie się także o takichże cieniach rzuconych od sześcianów na ścianie pionowéj i na suficie.

Chcąc rysować cienie na płaszczyznie równoległéj do okna, jaką jest ściana po prawéj stronie, potrzeba na niéj, równie jak to uczyniliśmy na poprzednich ścianach, oznaczyć punkta cieniów dla linii do téj płaszczyzny prostopadłych. Punkta te znajdziemy przedłużając *a b* i *c d*, czyli kładąc poziome przez *a* i *c*, aż do przecięcia się z podstawą téj ściany, w punktach *m*, *n*, z których wyprowadzam pionowe. Poprowadziwszy przez 1, 2, 3, 4 poziome, otrzymamy punkta cieniów *o*, *p*, *q*, *r* 1. Narysujemy cień rzucony od krawędzi *K L* policy, czy deski, do téj ściany prostopadłéj, prowadząc od 3 i 4 przez narożniki przy *K*, od *r* 1, i *q* przez *L*. Cień rzucony od 1 i 2 dla uproszczenia rysunku nie jest narysowany. Ponieważ brzeg policy *K R* idzie do punktu celnego, przeto też i cień od tego brzegu rzucony, w tym samym pójdzie kierunku; cień *L l k r* jest połowiczny, gdyż pochodzi tylko od światła wchodzącego przy 3; dalszy cień jest całkowity.

Uważać jeszcze potrzeba, że tam, gdzie półcienie granicza z cieniem całkowitym, zdaje się tworzyć linija jaśniejsza, co tém wyraźniej dostrzegać się daje im większa jest szerokość okna. Im większe jest okno, tém wyraźniejsze są cienie, gdyż od ścian mniéj oświeconych, mniéj łamie się światła, które zmniejsza moc cieniów. Największe światło w pokoju, zawsze jest na podłodze w bliskości okna, gdyż tu cała masa wchodzącego oknem światła bezpośrednio na podłogę pada. Światło to ku ścianom staje się słabsze. Ściana do obrazu równoległa jest także oświecona w bliskości okna od bezpośrednich promieni światła, lecz już mniéj niż podłoga, zwłaszcza gdy grubość muru jest znaczna. Sufit mieszkania jest najciemniejszy, gdyż z powietrza atmosferycznego bardzo mało wchodzi światła od dołu do góry, i całe prawie światło sufitu jest światłem odbitém od podłogi i ścian bocznych. Ściana do okna równoległa znów jest jaśniejszą niż ściany boczne i część podłogi bardziéj od okna oddalonéj, gdyż na tę ścianę do okna równoległą wiele promieni bezpośrednio prostopadle pada.

Aby narysować cień rzucony od drzwi na pół otwartych, przyjmiemy, iż takowe dolnym brzegiem stoją bezpośrednio na podłodze. Prowadząc linije od 3 lub 2 przez górny brzeg drzwi linije te przecinają ścianę przy oknie, żadne więc światło koło krawędzi 2, 3 przechodzące, nie dojdzie do tego brzegu drzwi; dojdą tylko promienie przechodzące około krawędzi *d* 7. Poprowadzimy więc *d l*, która przecina drzwi w punkcie *S* z którego wyprowadzam pionową *S T* i prowadzę od 7 przez *T*, która na brzegu ściany daje punkt *e* jako cień rzucony od punktu *T*. Brzegi poziome drzwi mają na horyzoncie punkt wypadkowy *x*; do tego więc punktu prowadzę od *e*; linija *e x* daje na brzegu ściany punkt *f*, który także znajdziemy prowadząc od 7 przez *H*. Aby narysować cień od *U W* brzegu drzwi, prowadzę od 4 przez *W*, od *a* przez *U* i otrzymam granicę cieniu *U*, *i*, *e*, *g*, łącząc punkt *g* z punktem *e*. Prowadząc od 3 przez *W* od *c* przez *L* otrzymamy przecięcia *h*, *k*; linija *h k* przecina policę poziomą *L K R* w punkcie *n*, przez który poprowadziwszy równoległą do *U k*, zaś na brzegu spuściwszy pionową będziemy mieli cień rzucony od drzwi na policę. Cień *U i. g*, *h*, *k*, jest połowiczny, cień zaś *l e g i* jest całkowitym.

Jeżeli jest więcej okien aniżeli jedno, jasną jest rzeczą, iż światło od każdego okna odpowiednie cienie rzucać będzie, a ztąd powstaną tylokrotne cienie połowiczne ile jest okien. Ponieważ jak wyżéj nadmieniliśmy, im więcéj jest okien, tém więcej jest światła, tak bezpośredniego jak odbitego, przeto cienie zwłaszcza połowiczne tém słabsze będą im więcéj jest okien, i liczba cieniów całkowitych tém będzie większą.

Cień rzucony od muru pod oknem, znajdziemy prowadząc od 3 przez 6, aż do przecięcia się z liniją *c d* w punkcie 9. Dalszą granicę tego cieniu znajdziemy, albo prowadząc od *P* przez 9 albo też prowadząc od 4 przez 5 aż do przecięcia 10, i połączymy 9 10 liniją prostą. Cień od ścian pionowych w punktach *b* i *d*, narysujemy, prowadząc od *c* przez *b*, od *a* przez *d*, aż do ściany *M N*. Z przecięcia wyprowadzona pionowa da cień brzegu ściany *d* 7. Aby oznaczyć cień rzucony na sufit od sklepienia okna, prowadzę od 2, przez 7 i przedłużam *c d'* aż do przecięcia w punkcie *m*; również prowadzę od 1 przez 8 i otrzymam na przedłużonéj *a' b'* przecięcie *n*. Przedłużenie tego cieniu znajdziemy prowadząc od 2 przez 8 i od *c* przez *b'*.

Z poprzedzającego widzimy, iż malowanie wnętrza mieszkań odbierających światło przez okna, chcąc wszystkie cienie w właściwem wyrazić stopniowaniu, nie jest rzeczą bynajmniéj tak łatwą. Tylko przez rysowanie z natury, przy rozmaitym stopniu światła dziennego, i baczne śledzenie stopnia cieniów, potrzebnéj można nabyć wprawy.

§ 8. Cienie pochodzące od światła sztucznego. Światło sztuczne, jak np. świecy, lampy, pochodni i t. p., uważa się jako punkt świecący, i dla tego jest zarazem punktem zbiegu, to jest punktem od którego się promienie światła na wszystkie rozchodzą strony. Punkt cieniów przy świetle sztucznem ma to samo znaczenie i tym samym znajduje się sposobem jak przy obudwóch poprzedzających światłach. Ponieważ fizycy przyjmują, iż moc (intensitas) światła sztucznego zmniejsza się w stosunku kwadratów z odległości od punktu świecącego, przeto też w tym stosunku przedmioty powinny być oświecone. Tak np. jeżeli przedmiot jeden od punktu świecącego jest oddalony na 3 stopy, drugi zaś na 6 stóp, czyli podwójnéj odległości od pierwszego moc światła pierwszego będzie się miała do oświetlania drugiego jak 36 do 9, czyli jak 4 do 1.

Cienie od linij pionowych, jak wiemy z poprzedzającego mają jako granicę, liniję pionową z punktu świecącego (zbiegu) spuszczona, a przecięcie jéj z płaszczyzną na której stoi linija dająca cień, jest punktem cieniów; to samo jest przy świetle sztucznem.

Miejmy fig. 29 mieszkanie oświecone lampą *S*, zawieszoną u sufitu w punkcie *s* 1, który jest punktem cieniów dla linij pionowych od sufitu idących. Znajdziemy więc cień od linii *a b* prowadząc od *S* przez *b*, która trafia belkę w *d*; poprowadzona od *s* 1 przez *a*, trafia także belkę w *c*, od którego spuszczona pionowa daje punkt *d*, a zatem *a c d* jest cieniem linii *a b*. Chcąc znaleść cień od belek rzucony, należy oznaczyć ich wysokość, która dla belek poziomych jest liniją pionową. Prowadząc linije znanym sposobem otrzymamy żądane przecięcia, jak np. w punkcie *i* przez który należy poprowadzić liniję do belki równoległą, a zatém do punktu *P* idącą, która oznaczy granicę cienia rzuconego od belki. Tym samym sposobem znajdziemy cień od belki poprzecznéj narysowawszy jéj wysokość, a prowadząc odpowiednio od *S* i *s* 1 otrzymamy przecięcie *r*, przez które położymy równoległą do téj belki. Aby znaleść punkta cieniów na ścianach mieszkania i na podłodze, poprowadzimy od *s* 1 do *P*, aż do przecięcia się z ścianą do obrazu równoległą, z przecięcia spuścimy pionową, a przez otrzymane na podłodze przecięcie poprowadzimy od *P*, którą przecina przedłużona *s* 1 *S* w punkcie *s* 3; który jest punktem cieniów dla linij pionowych stojących na podłodze, jak np. dla linii *a b*. Poprowadziwszy przez *s* 3 poziomą, która jest do ścian bocznych prostopadłą, a następnie pionowe, również z *S* tak jak z *s* 3, linije do ścian bocznych prostopadłe, (czyli poziomą) otrzymamy punkta cieniów *s* 2, i *s* 4. Narysujemy więc cienie od linii do tych ścian prostopadłych, jak np. od 1, 2, — 4, 5 — *r p*, prowadząc od *S* i od punktów *s* 2, i *s* 4. Znajdziemy cień od policy pozioméj *a b* do ściany po prawéj stronie przytwierdzonéj, prowadząc od *S* przez obadwa narożniki brzegu *b* i od *s* 2 przez *c*, któréj przecięcie daje *t* przez który prowadzę pionową, a od górnego przecięcia poprowadzimy liniję do *a b* równoległą, a tém samém do punktu celnego idącą. Chcąc narysować cień linii pionowéj *m n*, stojącéj na ławeczce pozioméj, należy znaleść punkt cieniów dla téj płaszczyzny. Przyjmując, iż ławeczka opartą jest o ścianę, przedłużymy jéj krawędź aż do przecięcia *o*, z którego poprowadzimy poziomą, która da *s* 5, jako punkt cieniów dla płaszczyzny pozioméj na któréj stoi linija *m n*. Oznaczywszy punkt *s* 5, narysujemy cień téj linii znanym sposobem.

Cienie rzucone od linii pochyłych, znajdują się, jak wiemy z poprzedzającego za pomocą linij pionowych. Mając np. znaleść cień od linii pochyłéj *h i*, obierzemy na niéj potrzebną ilość punktów (niekiedy jeden jest dostateczny) np. *l*, spuścimy z niego pionową, aż do przecięcia się z rzutem poziomym linii *h i*, a znaleziony cień punktu *l*, przedłużymy do ściany pionowéj, i punkt przecięcia połączymy z punktem *i*.

Aby narysować cień pochyłéj *d e*, potrzeba znać jéj nachylenie i narysować jéj rzut poziomy *d f*,— a znalazłszy cień punktu *e*,, który jest w *g*, poprowadzona *g d* jest cieniem linii *d e*.— Również za pomocą pionowych znajdziemy cień linii pionowéj 7, 8, rzucony na walec leżący prostopadle do obrazu, a zatém na linii *f* 1 *k m*, idącéj do punktu celnego. Oznaczywszy środek *f* przodkowego koła, prowadzę przez niego średnice, poziomą *e g* i pionową *f* 1 *h*. Z pynktów *c*, *g* spuszczam pionowe aż do przecięcia się z poziomą przez *f* 1, położoną, w punktach *e* 1 *g* 1, od których oraz od *c*, *h*, *g*, *f* 1 prowadzę do *P*. Linije od *e*, *h*, *g* do *P* poprowadzone, leżą na powierzchni walca, równie jak linija od *f* 1 do *P* idąca. Prowadząc od *s* 3 przez 7, otrzymamy przecięcia *i*, *k*, *g* na podłodze, a wyprowadzając z nich pionowe, takowe dadzą przecięcia *m*, *n*, *o*, przez które poprowadzona linija krzywa jest cieniem linii 7, 8, gdyż jest przecięciem walca płaszczyzną pionową przez S, *s* 3 i 7, 8 położoną. Cień rzucony na walec od linii 7, 8 tak daleko tylko na łuku *o n m* zachodzić będzie, jak daleko dochodzi styczna od S do walca na łuku tym poprowadzona, przedłużenie tego cieniu padnie na ścianę do punktu 10.

Mając, jak okazuje fig. 30, narysować cień rzucony od linij pionowych na płaszczyzny pochyłe, użyjemy także linij pionowych. Aby znaleść cień rzycony od linii *a b*, na płaszczyznę pochyłą *k l* opartą o ścianę, rysujemy jéj cień bez względu na tę płaszczyznę i otrzymamy linije *a d*, *d f*, które przecinają płaszczyznę pochyłą w *c*, *e*. Połączywszy punkta liniją prostą, będziemy mieli narysowany cień na tę płaszczyznę rzucony. Cień rzucony od płaszczyzny pochyłej a w szczególności od linii *l m*, znajdziemy tym samym sposobem jak cień linii *h i* w poprzedzającéj figurze, to jest, obierzemy na niéj punkt np. *g*, znajdziemy jego cień w punkcie *i*, poprowadzimy od *m* przez *i* aż do przecięcia się z ścianą pionową i punkt ten połączymy z punktem *l*.— Po lewéj stronie stoi tablica *k l m n* od ściany odchylona, w kierunku do obrazu prostopadłym, mamy narysować cień rzucony na nię od linii pionowéj *h i*, Rysuję cień znanym sposobem bez względu na tablicę pochyłą, którym jest linija łamana *h z w*. Przez *k* kładę poziomą i z punktu *l* (róg tablicy) spuszczam pionową, która daje przecięcie *O*, od którego poprowadzona do *P* przecina *h z* w punkcie *z*, z którego wyprowadzona pionowa, trafia tablicę w *g*, linija *z g* jest cieniem rzuconym na tablicę. Linija od S przez *g* poprowadzona, przecina pionową w punkcie *t*, prowadząc przez *t* liniję do *P*, czyli równoległą do *l m* i przecinając takową liniją od S przez *l* poprowadzoną, otrzymamy koniec cieniu rzuconego od tablicy pochyłéj na ścianę w punkcie *u*, a poprowadzona *k u* oznaczy granicę tego cieniu.

Do narysowania cieniów rzuconych od linii *a b* i *h i*, użyliśmy punktu *s* jako punktu cieniów, który znajdujemy prowadząc od punktu świecącego pionową i oznaczając jéj przecięcie z płaszczyzną, na któréj stoi, w punkcie *o*.— Przez *o* poprowadzę od *P* aż do brzegu téj płaszczyzny i spuszczam pionową, która przetnie narysowaną poziomą w punkcie *t*; przedłużona pionowa z S przetnie *P t* w punkcie *s*, który jest punktem cieniów dla linij pionowych stojących na podłodze.— Ponieważ przecięcie tych linij jest niedokładne, z powodu iż się przecinają pod kątem bardzo ostrym, przeto w takim razie należy przez inną jeszcze liniję, jak tu przez przekątnię zaznaczyć położenie punktu *o*, i przez odpowiednię liniję znaleść przecięcie w punkcie *s*.

KONIEC.

SPIS PRZEDMIOTÓW.

CZĘŚĆ PERWSZA

PERSPEKTYWA LINIJNA.

ROZDZIAŁ I.

ROZDZIAŁ II.

ROZDZIAŁ III.

ROZDZIAŁ IV.

ROZDZIAŁ V.

ROZDZIAŁ VI.

CZĘŚĆ DRUGA.