Dickstein Geometryja

POCZĄTKOWA NAUKA GEOMETRYI.

POCZĄTKOWA NAUKA
GEOMETRYI
W ZADANIACH.

PRZEZ

S. DICKSTEINA.

Książeczka pierwsza.

WARSZAWA.
Nakład Autora.
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI GEBETHNERA I WOLFFA.

1881.

Дозволено Цензурою.
Варшава, 25 Іюля 1881 года

Uwaga. Czytelnik téj książeczki musi nabyć model sześcianu, czworościanu, ośmiościanu, i prostopadłościanu, posiadać linijkę podzieloną na centymetry i milimetry, cyrkiel z grafionem, przenośnik i ekierkę. Wszystkie te przedmioty nabyć można u mechaników i optyków, między innymi u PP. K. Berenta i E. Plewińskiego.

W Drukarni J. Bergera, Elektoralna Nr. 14 w Warszawie.

PRZEDMOWA.

W początkowém nauczaniu wychowawcy zapominają zazwyczaj o konieczności obznajmiania dziecka z formami i kształtami, z własnościami figur i prostszemi konstrukcyami geometrycznemi, zaniedbując tym sposobem kształcenie umysłu w kierunku niezbędnym następnie do pojmowania prawd geometrycznych. Gdy nauka początkowego rachunku zyskała już sobie w pierwotném nauczaniu prawo obywatelstwa, jako konieczne przygotowanie do kursu arytmetyki; to przeciwnie, wykład systematyczny geometryi młodzież w szkołach u nas rozpoczyna wprost bez żadnego uprzedniego przygotowania. Nauczycielom matematyki znanemi są złe skutki wynikające z takiego stanu rzeczy: brak bowiem należytego przygotowania do słuchania kursu geometryi czyni tę naukę często suchą i trudną dla wielu uczniów. Dom i szkoła są tu winnemi zarówno; czas już, by uznały potrzebę połączenia nauki rąchunku z ćwiczeniami w początkowéj nauce geometryi.

Otóż chęć zaradzenia téj naglącéj potrzebie pobudziła mnie do ułożenia téj książeczki. Z pomiędzy rozmaitych metod, jakie poznałem, wybrałem metodę zalecaną przez Herberta Spencera, a prowadzącą do celu przy pomocy odpowiednio dobranych zadań [1]. Zadania, z jakich składa się ta książeczka, są tak ułożone, że razem wzięte stanowią pewnę całość skończoną. Nauka rozpoczyna się od obznajmienia ucznia z sześcianem i prowadzi go następnie

[1]) Według téj metody ułożoną jest doskonała książeczka *Inventional geometry* Williama George'a Spencera.

do własności różnych figur i do konstrukcyj na płaszczyznie, obznajmiając go w ciągu nauki jeszcze z kilku innemi bryłami. Nauczyciel może urozmaicać i dopełniać zadania. Do niego należy kierunek i kontrola, lecz rozwiązywanie zadań ma być pozostawione jedynie samodzielności ucznia.

Całe dziełko wyjść ma w dwóch książeczkach. Książeczka niniejsza—pierwsza, zawiera główne własności linij prostych, kątów, trójkątów, wielokątów, niektóre własności koła i sposoby obliczania powierzchni figur płaskich. Książeczka druga będzie zawierała nowe własnosci figur, proporcyonalność linij, podobieństwo i sposoby obliczania objętości.

Po przerobieniu tych dwóch książeczek uczeń będzie mógł przystąpić, jeżeli nie do systematycznego, szkolnego wykładu geometryi, to przynajmniéj do uporządkowania pod kierunkiem nauczyciela nabytych wiadomości, do ułożenia ich w całość.

Wskazać mu będzie można na tym stopniu nauki związek rozmaitych własności, dać pojęcie o sposobach dochodzenia do nich i dowodzenia prawd geometrycznych i tym sposobem przygotować go do słuchania wykładu umiejętnego geometryi szkolnéj.

W zadaniach starałem się o zachowanie należytego stopniowania i porządku, lubo sam z umysłu przeplatałem często różnéj treści zadania i po kilka razy niektóre z nich powtarzałem. W rachunkach stosowałem wszędzie miary metryczne.

Oddając pracę tę na użytek młodzieży, proszę nauczycieli o łaskawe udzielanie mi uwag, z których postaram się skorzystać w następnéj książeczce. Dodam jeszcze, że wierny zasadzie, że nauka w samych początkach ścisłą możliwie być winna, starałem się zachować ścisłość w określeniach i zwrotach.

w Czerwcu 1881 r.

DO UCZNIA.

Ofiaruję ci książeczkę, z której będziesz się uczył początków zajmującéj nauki geometryi. Do téj nauki, prócz książeczki, potrzeba ci będzie kilku bryłek, cyrkla, linijki z podziałką, ekierki i przenośnika. O dostarczenie ci tych rzeczy poproś rodziców lub opiekunów. Mając to, zabierzesz się do pracy, z któréj nie jeden będziesz miał pożytek, a przyjemność wielką. Masz w książeczce téj szereg zadań, które kolejno rozwiązywać będziesz od pierwszego do ostatniego, żadnego nie opuszczając. Będziesz to czynił bez pośpiechu, z rozmysłem, kreśląc figury, których ci tu rysunku nie daję, czysto, wyraźnie i dokładnie. W pracy polegaj przedewszystkiem na siłach własnych:

ręczę ci, że przy dobrych chęciach potrafisz pokonać trudności. Nauczyciel, jeżeli go masz, będzie baczył, abyś swą własną głową dochodził wszystkiego. Im uważniejszym i staranniejszym będziesz w pracy, tém mniéj będziesz potrzebował oglądać się na innych.

Daję ci blizko 400 zadań, na rozwiązanie których będzie trzeba sporo czasu; nie spiesz się jednak, jak rzekłem, jeżeli chcesz rzecz posiąść gruntownie. Gdy wszystkie zadania rozwiążesz i potrzebne figury nakréślisz, powtórz wszystko raz jeden lub kilka razy, a potém rozwiąż pytania i zadania, które ci dałem w końcu książeczki.

Przytém proszę cię bardzo, abyś napotykane nazwy, wyrażenia i zwroty mowy starał się zachować w pamięci: są one bowiem właściwie dobrane i łatwo mógłbyś błąd popełnić, zastępując je innemi. Ucząc się geometryi, będziesz się tym sposobem uczył wyrażać ściśle i dokładnie w swéj mowie ojczystéj.

Ponieważ przypuszczam, że przerobiwszy te wszystkie zadania, zapragniesz pójść daléj, więc myślę już nad przygotowaniem dla ciebie drugiéj książeczki z nowemi i ciekawszemi zadaniami. A tymczasem życzę ci powodzenia w pracy i zapewniam cię, że postępy twoje w nauce wielce cieszyć mnie będą.

Autor.

GEOMETRYA W ZADANIACH.

---

1. Oto masz przed oczyma *sześcian*; pokaż jego ściany, krawędzie i wierzchołki.

2. Ile jest ścian, ile krawędzi i ile wierzchołków w sześcianie?

3. Ile krawędzi schodzi się w jednym wierzchołku, ile ścian?

Ile ścian spotyka się wzdłuż jednéj krawędzi?

4. Przy pomocy cyrkla i podziałki (miary) oznacz długość krawędzi sześcianu.

Jeżeli jedna krawędź sześcianu ma 3 centymetry, jaka będzie długość dwóch, trzech, czterech i wszystkich razem krawędzi sześcianu?

5. Nakreśl na papierze *linię prostą* mającą długość krawędzi sześcianu.

Nakreśl prostą mającą długość dwóch, trzech, czterech i t. d. krawędzi.

6. Czy wszystkie ściany sześcianu są zupełnie jednakowe?

Nakreśl na papierze [1]) jednę ze ścian sześcianu.

7. Każda ze ścian sześcianu nazywa się *kwadratem*. Ile kwadrat ma boków, a ile wierzchołków?

Ile boków schodzi się w każdym z wierzchołków kwadratu?

Boki kwadratu mają *równą* długość.

8. Nakreśl kwadrat, którego bok ma *a*) 4 centymetry *b*) 5 centymetrów.

9. Oznacz liczbę boków we wszystkich kwadratach będących ścianami sześcianu. Dlaczego ta liczba jest dwa razy większa od liczby krawędzi?

10. Oznacz liczbę wierzchołków we wszystkich kwadratach będących ścianami sześcianu; dlaczego ta liczba jest trzy razy większą od liczby wierzchołków?

11. Oznacz na papierze dwa *punkta*, nazwij je A i B i połącz je linią prostą. Przedłuż tę prostą A B w jednę i drugą stronę.

Ile może być różnych przedłużeń w każdą stronę?

---

[1]) Jeżeli można kratkowanym, podzielonym na centymetry kwadratowe.

Część linii prostej zawartą między dwoma punktami nazywać będziemy *odcinkiem prostolinijnym*.

12. Nakreśl odcinek prostolinijny mający długości 1 centymetr, 2 centymetry, 3, 4 i t. d.

13. Jeżeli długość odcinka ma n. p. 3 centymetry, to możemy wyrazić to mówiąc, że *odległość prostolinijna* albo wprost odległość dwóch jego punktów końcowych wynosi 3 centymetry.

14. Oznacz dwa punkta, których odległość wynosi 4 centymetry.

15. W jaki sposób przekonasz się przy pomocy cyrkla, czy dwa odcinki mają długość *równą* czy *różną*, nie oznaczając, ile każdy z nich ma długości?

16. Z dwóch odcinków mających 3 i 2 centymetry długości złóż jeden odcinek mający 5 centymetrów długości.

17. *Dodaj* dwa odcinki mające długości 6 cen. i 4 cen.

Dodaj trzy odcinki mające długości 2, 3 i 5 centymetrów.

18. Nakreśl *summę* odcinków mających długości 3, 4 5 i 6 centymetrów.

19. Nakreśl odcinek mający długości 15 centymetrów i podziel go na trzy odcinki, z których jeden ma długości 8 centym. a drugi 3 centym. Ile centym. długości ma odcinek trzeci?

20. Odcinek mający długości 12 centym. podzielono na dwa odcinki, z których jeden ma długości 7 centymetrów. *O ile* drugi odcinek jest krótszy od pierwszego?

21. Od odcinka mającego długości 16 centymetrów *odejmij* odcinek mający długości 7 centymetrów.

22. Nakreśl odcinek będący *różnicą* dwóch odcinków mających 18 i 11 centymetrów długości.

23. Nakreśl kilka odcinków dowolnéj długości. Czy potrzeba ci wiedzieć, ile każdy ma centym. długości, aby módz nakreślić odcinek równy ich summie?

24. Nakreśl odcinek równy summie czterech danych nakreślonych odcinków, nie oznaczając ich długości w centymetrach.

25. Nakreśl odcinek równy *obwodowi*, t. j. summie boków danego kwadratu.

26. Czy mając nakreślone dwa odcinki, możesz oznaczyć ich różnicę, nie oznaczając ich długości (w centymetrach)?

Jaką ma długość różnica dwóch odcinków równéj długości?

27. Nakreśl dwa odcinki równe i oznacz ich summę.

Każdy z odcinków danych jest w tym razie *połową* odcinka, będącego summą odcinków danych.

28. Nakreśl trzy odcinki równe i oznacz ich summę.

Każdy z odcinków danych jest w tym razie *trzecią częścią* summy.

Niżéj poznasz sposób dzielenia linii na dwie, trzy i więcéj części równych bez używania podziałki, to jest bez oznaczania długości w jednostkach miary (w centymetrach).

29. Nakreśl na papierze dwie proste wychodzące z punktu danego.

Dwie proste wychodzące z jednego punktu tworzą *kąt*. Punkt ten nazywa się *wierzchołkiem* kąta, a proste jego *ramionami*.

Ramiona kąta mogą mieć długość zupełnie dowolną.

30. Nakreśl na papierze kilka kątów.

31. Nakreśl kąt, napisz literę w jego wierzchołku i dwie inne litery postaw na bokach czyli ramionach w punktach dowolnych.

Litery te służą do oznaczenia kąta; nazwę jego tworzy się, czytając te trzy litery w takim porządku, aby litera napisana w wierzchołku była pomiędzy dwiema pozostałemi. Jeżeli więc w wierzchołku napiszesz literę A, a na dwóch ramionach litery B i C, to kąt czytać będziesz: BAC lub CAB

32. Oznacz kilka punktów na *płaszczyźnie* papieru; z każdego z nich wyprowadź dwie proste i przy pomocy liter nazwij kąty utworzone.

O liniach, które tworzą kąt, mówimy, że są liniami różnego *kierunku.*

33. Nakreśl dwie proste przecinające się w jednym punkcie, przedłuż je w jednę i drugą stronę i przy pomocy liter nazwij *cztery* utworzone kąty.

34. Wszystkie te kąty mają wierzchołek wspólny.

Nazwij pomiędzy temi kątami dwa mające jedno ramię wspólne.

Dwa kąty utworzone przez dwie proste przecinające się, a mające jedno ramię wspólne, nazywają się *przyległemi.*

Ile par kątów przyległych możesz utworzyć z czterech nakreślonych kątów?

35. Te same dwie proste przecinające się tworzą też kąty, nie mające ramienia wspólnego; te kąty nazywają się *wierzchołkowemi.*

Ile par kątów wierzchołkowych tworzą dwie proste przecinające się?

36. Nakreśl kilka par kątów przyległych i wierzchołkowych.

37. Z punktu danego zakreśl cyrklem *koło* a raczéj *linię kołową* lub *okrąg koła.* [1])

Punkt, z którego zakreśla się koło, nazywa się *środkiem* koła.

38. Połącz środek koła linią prostą z jakimkolwiek punktem okręgu.

Linia prosta łącząca środek koła z punktem okręgu nazywa się *promieniem.*

Wszystkie promienie są równe. Wyrażamy to w ten sposób: punkta okręgu są w równéj odległości od środka.

39. Poprowadź w kole promień i przedłuż go po za środek do okręgu: otrzymasz wtedy prostą złożoną z dwóch promieni i nazwaną *średnicą.*

Wszystkie średnice są równe. Sprawdź to.

40. Część okręgu koła zawarta między dwoma punktami nazywa się *łukiem kołowym.*

Na daném kole oddziel łuk dowolny i połącz dwa jego końce linią prostą.

Prosta ta przechodzi wewnątrz koła; przedłużona — przejdzie na zewnątrz koła. Część we-

---

[1]) Kołem nazywa się właściwie część płaszczyzny zamknięta okręgiem. Przez skrócenie, gdzie nie może być wątpliwości, mówi się często: „koło“ zam. „linia kołowa“.

wnętrzna nazywa się *cięciwą*. Linia prosta przecinająca koło nazywa się *sieczną*.

Nakreśl koło i przetnij je kilkoma siecznemi.

41. Każdemu łukowi odpowiada cięciwa; każdéj cięciwie odpowiadają dwa łuki koła.

Czy średnicę można uważać za cięciwę?

W kole oddziel kilka łuków i poprowadź ich cięciwy.

42. Nakreśl ze wspólnego środka kilka kół o różnych promieniach.

Czy okręgi tych kół przecinają się wzajemnie?

Koła takie nazywają się *współśrodkowemi*.

Nakreśl cztery koła współśrodkowe.

43. Nakreśl kilka kół z różnemi środkami o równym promieniu.

44. Nakreśl dwa koła jakiekolwiek przecinające się wzajemnie.

W ilu punktach przecinają się te koła?

45. Mając dane koło, nakreśl drugie koło przecinające pierwsze w punkcie danym. Oznacz drugi punkt przecięcia.

46. Nakreśl kąt i z wierzchołka jego, jako ze środka, zakreśl łuk kołowy o promieniu dowolnym.

47. Przez punkt dany przeprowadź dwie proste przecinające się i z tego punktu jako ze środka zakreśl koło o promieniu dowolnym.

48. Nakreśl na dwóch kartkach papieru dwa kąty dowolne. Nałóż następnie jednę kartkę na drugą tak, aby wierzchołek jednego kąta przypadł w wierzchołku drugiego, i aby jedno ramię jednego zeszło się z jedném z ramion drugiego.

49. Jeżeli wtedy i drugie ramiona kątów zlać się mogą, to kąty określamy jako *równe*. Jeżeli zaś drugie ramiona zlać się nie mogą, wtedy jeden kąt będzie *większy*, a drugi *mniejszy*. Większym będzie ten, którego ramię drugie przypada zewnątrz drugiego kąta.

50. Na dwóch kartkach papieru z dwóch punktów dowolnych, jako ze środków, zakreśl dwa łuki kołowe o równym promieniu i następnie przenieś jednę kartkę na drugą tak, aby jeden środek dany przypadł w środku drugim, i aby jeden koniec jednego łuku przypadł w jednym z końców drugiego.

51. Jeżeli wtedy pozostałe dwa końce zejść się mogą, to łuki określamy jako *równe*. W przeciwnym razie łuki są nierówne: jeden jest *większym*, a drugi *mniejszym*. Większym będzie ten, którego koniec drugi przypada zewnątrz drugiego łuku.

52. W kole łukom równym odpowiadają cięciwy równéj długości. Sprawdź to.

53. W jaki sposób przekonasz się, czy dwa łuki zakreślone na jednéj płaszczyznie promieniem równym są równe, czy rożne?

54. Zakreśl łuk kołowy, oznacz na nim trzy punkta A, B, C tak, aby punkt B był pomiędzy A i C. Pokaż łuki A B, B C, A C. Łuk A C jest *summą* łuków A B i B C.

Łuk B C jest *różnicą* łuków A C i A B.

55. Nakreśl koło i cięciwę w niém. Czy spostrzegasz, że summa dwóch łuków odpowiadających jednéj i téj saméj cięciwie jest okręgiem koła?

56. Średnica koła dzieli koło i okrąg koła na dwie części równe. Przekonaj się o tém, kreśląc na kartce koło, prowadząc w niém średnicę, a następnie przeginając kartkę wzdłuż średnicy koła i nakładając jednę część na drugą. Każda z tych części okręgu nazywa się *półokręgiem*; każda z dwóch części koła —*półkolem*.

57. Na daném kole oddziel kilka łuków równych.

58. Łuk będący 360-ą częścią okręgu koła, nazywa się *stopniem* tego koła.

Ile stopni ma półokrąg koła?

Półokrąg podzielony na stopnie możesz widzieć na *przenośniku*, narzędziu, którego użytek wkrótce poznasz.

59. Z wierzchołków dwóch kątów *równych* zakreśl o tym samym promieniu łuki kołowe; części tych łuków zawarte między ramionami kątów równych będą także *równemi*. Objaśnij to przy pomocy tego, co wiesz o kątach równych i łukach równych.

60. Z wierzchołków dwóch kątów *nierównych* zakreśl o tym samym promieniu łuki; części tych łuków zawarte między ramionami kąta są *nierówne*. Objaśnij to.

61. Nakreśl koła współśrodkowe i poprowadź przez wspólny środek dwa promienie. Promienie te odcinają na kołach łuki. Czy rozumiesz, że łuki te współśrodkowe mają równą liczbę stopni, to jest, że każdy z nich zawiera tęż samą liczbę 360-ych części swego całkowitego okręgu?

62. Łuki zakreślone dowolnemi promieniami z wierzchołków kątów równych mają równą liczbę stopni; zakreślone z wierzchołków kątów nierównych mają nierówną liczbę stopni.

63. Liczbę stopni danego łuku oznaczasz za pomocą *przenośnika*.

Za pomocą przenośnika możesz oznaczyć, ile stopni ma łuk zakreślony dowolnym promieniem z wierzchołka kąta danego, jako ze środka.

64. 60-a część stopnia nazywa się *minutą*, 60-a część minuty *sekundą*.

Ile minut zawiera się w okręgu koła? Jaką częścią okręgu koła jest sekunda? Ile sekund zawiera półokrąg koła?

65. Stopnie oznacza się za pomocą znaku ^{0}, minuty za pomocą znaku $'$, sekundy za pomocą znaku $''$; tak np. $5^0\ 20'\ 30''$ oznacza łuk zawierający 5 stopni 20 minut i 30 sekund.

66. Ile stopni zawiera w sobie czwarta część okręgu, ile szósta, ósma, dziewiąta, dziesiąta, dwunasta, dwudziesta, dwudziesta czwarta, trzydziesta, sześćdziesiąta?

67. Jaką część okręgu koła stanowi łuk zawierający $22^0\ 15'$; 18^0; $4^0\ 15'$; $2^0\ 7'\ 30''$.

68. Wielkość kąta oznaczamy za pomocą liczby stopni łuku o dowolnym promieniu zakreślonym z wierzchołka, jako ze środka, i zawartym między jego ramionami. Tak np. kąt 30^0 jest to kąt taki, że łuk zakreślony z jego wierzchołka dowolnym promieniem zawiera 30 stopni.

Przy pomocy przenośnika nakreśl kąty: 40^0, 50^0, 60^0, 90^0, 120^0, 150^0.

Kąty o *równej* liczbie stopni są *równe*.

69. Nakreśl dwa kąty przyległe; przekonaj się przy pomocy przenośnika, czy te kąty są równe, czy różne.

70. Proste tworzące kąty przyległe równe, nazywają się *prostopadłemi*.

Do kreślenia linij prostopadłych możesz używać przenośnika lub *ekierki*.

71. Kąt utworzony przez dwie linie prostopadłe nazywa się *prostym*.

Kąt prosty jest równy swemu przyległemu.

72. Kąty kwadratu są wszystkie proste.

Wszystkie kąty proste są równe.

73. Oznacz przy pomocy przenośnika liczbę stopni w kącie prostym zawartych.

74. Nakreśl kąt większy od prostego i kąt mniejszy od prostego.

75. Kąt większy od prostego nazywa się *rozwartym*, mniejszy od prostego *ostrym*.

76. Jeżeli jeden z kątów przyległych jest prostym, to jakim będzie drugi? Jeżeli jeden ostry, to jakim będzie drugi?

77. Sprawdź przy pomocy przenośnika, że kąt ostry ma mniej niż 90 stopni, a rozwarty więcej niż 90^0.

78. Przez środek koła poprowadź dwie średnice prostopadłe. Na jakie części podzieli się okrąg koła?

79. Przez wierzchołek danego kąta poprowadź linię dowolną wewnątrz kąta: linia ta podzieli kąt dany na dwa inne kąty, których jest *summą*.

Sprawdź za pomocą przenośnika, że liczba stopni danego kąta równa się summie liczb stopni kątów, na jakie dany został podzielony.

80. Przez wierzchołek kąta poprowadź dwie linie wewnątrz kąta: tym sposobem podzielisz kąt na trzy części. Oznacz za pomocą przenośnika liczbę stopni każdej części.

81. Podziel kąt dany na cztery części i oznacz za pomocą przenośnika liczbę stopni w każdéj z nich.

82. Nakreśl dwa kąty: jeden 30^0, drugi 40^0 i potém nakreśl kąt będący ich summą.

83. Nakreśl summę kątów 40^0, 20^0 i 30^0.

84. Nakreśl kąt będący summą dwóch kątów 100^0 i 75^0.

85. Nakreśl dwa kąty przyległe i oznacz za pomocą przenośnika liczbę stopni każdego z nich.

86. Jeżeli jeden z kątów przyległych ma 40^0, ile ma drugi? Jeżeli jeden ma 120^0, ile ma drugi?

87. Czy spostrzegasz, że summa dwóch kątów przyległych jest stale równą 180^0 t. j. dwóm kątom prostym?

88. Czy mógłbyś oznaczyć, ile stopni ma każdy z kątów przyległych, wiedząc, że jeden ma o 20^0 więcej od drugiego?

89. Oznacz kąty przyległe, wiedząc, że jeden zawiera o 45^0 więcej od drugiego.

90. Oznacz kąty przyległe, wiedząc, że jeden jest dwa razy większy od drugiego.

91. Oznacz kąty przyległe, wiedząc, że jeden zawiera 3 razy więcéj stopni od drugiego.

92. Nakreśl kąt, linię prostą i oznacz na téj prostéj punkt A. Nakreśl przy pomocy przenośnika kąt równy danemu kątowi tak, aby prosta dana była jedném z jego ramion, a punkt A jego wierzchołkiem.

93. Czy potrafisz, w braku przenośnika, rozwiązać to zadanie przy pomocy cyrkla, zakreślając łuk z wierzchołka kąta danego promieniem dowolnym, i kreśląc takiż sam łuk z punktu A, jako ze środka?

94. Czy możesz, korzystając z poprzedniego sposobu, nakreślić jedynie przy pomocy cyrkla i linijki kąt równy summie dwóch kątów danych, dowolnie nakreślonych?

95. Tym samym sposobem nakreśl kąt równy summie trzech kątów dowolnych.

96. Nakreśl dwie proste przecinające się i oznacz za pomocą przenośnika liczbę stopni zawartych w czterech utworzonych kątach.

97. Uczyń to samo dla dwóch innych prostych przecinających się. Oznacz summę tych czterech kątów. Czy dostrzegasz, że summa czterech kątów utworzonych przez dwie proste przecinające się jest stale równą 360°, t. j. czterem kątom prostym.

98. Nakreśl dwie proste przecinające się i oznacz jednę parę kątów wierzchołkowych. Czy spostrzegasz, że kąty téj pary są równe?

99. A czy kąty wierzchołkowe drugiéj pary są równemi?

100. Z punktu niekońcowego na linii prostéj poprowadź kilka prostych nie wychodzących na drugą stronę prostéj danéj—otrzymasz tym sposobem szereg kątów po sobie idących. Oznacz przy pomocy przenośnika liczbę stopni każdego z nich.

101. Czy dostrzegasz, że, niezależnie od kierunku przeprowadzonych linij, summa wszystkich kątów jest stale równą 180°, t. j. dwom kątom prostym?

102. Przez punkt dany poprowadź dowolną liczbę prostych. Otrzymasz tym sposobem szereg kątów kolejno po sobie idących tak, że drugie ramię ostatniego kąta przypada na pierwszém ramieniu pierwszego kąta. Oznacz za pomocą przenośnika liczbę stopni każdego z tych kątów.

103. Powtórz to samo na innéj podobnéj figurze.

104. Czy dostrzegasz, że summa tych kątów jest stale równą 360^0 t. j. cztérem kątom prostym?

105. Połącz liniami prostemi przeciwległe wierzchołki kwadratu.

Linie te nazywają się *przekątnemi* kwadratu.

106. Powiédz, jakie kąty tworzą przekątne kwadratu w punkcie przecięcia.

107. Czy spostrzegasz, że przekątna kwadratu dzieli kąt przy wierzchołku na dwa kąty równe. Ile stopni ma każdy z tych kątów?

108. Czy przeciwległe boki kwadratu przetną się ze sobą, gdy je przedłużysz?

109. Nakreśl na papierze dwie proste nie przecinające się i po przedłużeniu w obie strony.

Proste takie nazywają się *równoległemi.*

110. Pokaż na sześcianie krawędzie *a*) nie przecinające się i równoległe, *b*) nie przecinające się, a nie równoległe. Każde dwie z pierwszych leżą zawsze na jednej ścianie (płaszczyznie). Przez żadne dwie z drugich nie dałaby się przesunąć płaszczyzna (np. kartka papieru).

111. Oznacz przekątne na wszystkich ścianach sześcianu; ile będzie ich razem?

112. Wyobraź sobie proste łączące każde dwa przeciwległe wierzchołki sześcianu. Proste te nazywają się *przekątnemi* sześcianu i znajdują się wewnątrz sześcianu. Ile jest przekątnych w sześcianie?

113. Czy rozumiész, że przez dwie przekątne da się przesunąć kartka papieru, na któréj one całkowicie leżeć będą; czyli innemi słowy, że każde dwie przekątne sześcianu leżą na jednéj płaszczyznie.

114. Podziel kwadrat za pomocą przekątnéj na dwie części.

Nakreśl oddzielnie każdą z tych części.

115. Ile każda z tych części ma boków i wierzchołków? Oznacz liczbę stopni zawartych w każdym z jéj kątów.

116. Nakreśl na kartce papieru (płaszczyznie) figurę ograniczoną trzema liniami prostemi.

Figura taka nazywa się *trójkątem*.

Ile boków i kątów ma trójkąt?

Czy części, na które dzieli się kwadrat za pomocą przekątnej są, trójkątami?

Czém będą części, na które podzieli się kwadrat za pomocą dwóch przekątnych?

Oznacz liczbę stopni zawartych w kątach każdéj z tych części.

117. Linia złożona z linij prostych nazywa się *łamaną*.

Nakreśl linię łamaną złożoną z *a)* dwóch *b)* trzech *c)* cztérech części.

Nakreśl linię łamaną zamkniętą złożoną z kilku części.

Czy linia łamana zamknięta może się składać z dwóch części; czy może składać się z trzech części?

Czy linia łamana złożona z boków trójkąta jest zamkniętą?

Czy obwód kwadratu jest linią łamaną zamkniętą?

118. Wszystkie części linii łamanéj mogą znajdować się na jednéj płaszczyznie; wtedy linia łamana nazywa się *płaską*. W przeciwnym razie jest ona *niepłaską*; tak np. wszystkie razem krawędzie sześcianu stanowią linię łamaną niepłaską.

119. Czy ta linia jest zamkniętą, czy nie?

Czy linia łamana złożona z dwóch części jest płaską, czy nie?

120. Linia, której żadna część nie jest prostą, nazywa się linią *krzywą*.

Okrąg koła jest linią krzywą.

Nakreśl kilka rozmaitych linij krzywych.

121. I linia krzywa, równie jak łamana, może być płaską lub niepłaską. Kiedy jest jedną, a kiedy drugą?

122. I linia krzywa może być zamkniętą i niezamkniętą.

Nakreśl kilka jednych i kilka drugich.

Czy okrąg koła jest linią płaską?

123. Między danemi dwoma punktami nakreśl linię prostą i łamaną złożoną z dwóch lub większéj liczby części.

124. Między danemi dwoma punktami nakreśl prostą i krzywą jakąkolwiek.

125. Mając trzy punkty dane, nakreśl trójkąt, którego te trzy punkty są wierzchołkami.

Czy zawsze trzy punkty mogą być wierzchołkami trójkąta?

126. Nakreśl trójkąt jakikolwiek i oznacz przy pomocy przenośnika, ile stopni ma każdy z jego kątów i ile wszystkie trzy kąty razem.

127. Nakreśl inny trójkąt i oznacz to samo. Przekonasz się wtedy, że summa kątów w każdym trójkącie jest stale równą 180°, to jest dwóm kątom prostym.

128. Jeżeli jeden kąt trójkąta ma stopni 48, drugi 62, ile stopni ma kąt trzeci?

129. Jeżeli jeden kąt trójkąta ma stopni 90, to ile wynosi summa pozostałych dwóch kątów?

130. Czy summa dwóch kątów trójkąta może być równą 180°?

131. Czy wszystkie trzy kąty trójkąta mogą być proste? Czy dwa kąty trójkąta mogą być proste?

132. Trójkąt z kątem prostym nazywa się *prostokątnym*. Nakreśl przy pomocy ekierki trójkąt prostokątny.

Na jakie trójkąty dzieli się kwadrat przy pomocy przekątnéj, przy pomocy dwóch przekątnych?

Jak wielką jest summa dwóch pozostałych kątów trójkąta prostokątnego?

133. Czy mogą być wszystkie trzy kąty trójkąta rozwartemi, czy dwa mogą być rozwartemi?

134. Trójkąt z kątem rozwartym nazywa się *rozwartokątnym*. Nakreśl taki trójkąt.

Czy rozumiész, że summa dwóch pozostałych kątów musi być mniejszą od kąta prostego?

135. Czy wszystkie trzy kąty trójkąta mogą być ostre?

Trójkąt ze wszystkiemi kątami ostremi nazywa się *ostrokątnym*.

Czy rozumiész, że summa dwóch jakichkolwiek kątów w takim trójkącie jest większa od kąta prostego?

Czy rozumiész, że w trójkącie ostrokątnym summa dwóch kątów jest większą od trzeciego kąta?

Ile stopni zawiera kąt trójkąta, którego wszystkie kąty są równe?

136. Trójkąt oznaczamy przy pomocy liter napisanych w jego wierzchołkach. Jeżeli w wierzchołkach napiszemy litery A, B, C, to trójkąt czytamy A B C lub A C B, B A C i t. d. Naprzeciwko wierzchołka A leży bok BC, naprzeciwko wierzchołka B bok A C, naprzeciwko wierzchołka C bok A B; odwrotnie, naprzeciwko boku B C leży wierzchołek A i t. d.

137. Nakreśl odcinek A B. Z końca A promieniem dowolnym zakreśl łuk, z końca B innym znów promieniem zakreśl drugi łuk kołowy, przecinający pierwszy. Punkt C przecięcia łuków połącz liniami prostemi z końcami A i B, otrzymasz wtedy trójkąt A B C.

Nakreśl taki sam trójkąt lecz tak, aby wierzchołek C znajdował się po drugiéj stronie odcinka A B.

138. Z końców odcinka A B zakreśl dwa łuki promieniem jednakowym, lecz tak, aby się przecięły nad lub pod linią A B, i punkt przecięcia C połącz prostemi z punktami A i B, otrzymasz wtedy trójkąt A B C, którego boki A C i B C mają długości równe.

139. Trójkąt, którego dwa boki mają długości równe, nazywa się *równoramiennym*.

Przekonaj się przy pomocy przenośnika, że kąty trójkąta równoramiennego przeciwległe bokom równym są równe.

140. Jeżeli jeden z kątów równych trójkąta równoramiennego ma stopni 80, ile stopni mają pozostałe kąty?

141. Z obu końców odcinka A B zakreśl łuki promieniem równym temuż odcinkowi, punkt C przecięcia łuków połącz liniami prostemi z punktami A i B; otrzymasz wtedy trójkąt A B C, którego wszystkie boki są równe.

142. Trójkąt, którego wszystkie trzy boki mają długości równe, nazywa się *równobocznym*. Rozumiész zapewne, że wszystkie kąty trójkąta tego są równe.

Ile stopni ma każdy z kątów trójkąta równobocznego?

143. Nakreśl trójkąt równoboczny, którego bok ma długości 5 centymetrów.

144. Nakreśl trójkąt równoramienny, którego jeden bok ma 6 centymetrów, a boki równe po 4 centymetry każdy.

145. Czy możesz nakreślić trójkąt równoramienny, którego jeden bok (podstawa) ma 6 centymetrów, a każdy z boków równych po 3 centymetry?

146. Czy możesz nakreślić trójkąt równoramienny, którego podstawa ma 8 centymetrów, a każdy z boków równych po 3 centymetry?

147. Nakreśl trójkąt: *a*) którego jeden bok—podstawa—ma centym. 8, a dwa pozostałe 4 i 5 centym., *b*) którego jeden bok ma 8 centym., a pozostałe 3 i 5 centym., *c*) którego jeden bok ma 10 centym., a pozostałe 4 i 5 centym.

148. Oto masz przed sobą *czworościan* foremny; pokaż jego ściany, krawędzie i wierzchołki i oznacz ich liczbę.

149. Czem są ściany czworościanu? Czy potrafisz nakreślić jednę z nich na płaszczyznie (papierze)?

150. Czy możesz powiedzieć, ile stopni razem stanowią kąty w każdym z wierzchołków czworościanu?

151. Nakreśl trójkąt, w którym dwa boki są nierówne i przekonaj się przy pomocy przenośnika, że naprzeciwko boku większego leży kąt większy.

152. Nakreśl trójkąt z dwoma nierównemi kątami i przekonaj się, że naprzeciwko kąta większego leży bok większy.

Przekonaj się też, że jeżeli w trójkącie dwa kąty są równe, to i przeciwległe boki równemi być muszą.

153. W trójkącie prostokątnym bok przeciwległy kątowi prostemu nazywa się *przeciwprostokątnią*, każdy z pozostałych *przyprostokątnią*.

Przeciwprostokątnia jest dłuższą od każdéj z przyprostokątni. Dlaczego?

154. Nakreśl trójkąt jakikolwiek i podziel go na dwa trójkąty prostokątne (przy pomocy ekierki).

W iloraki sposób możesz dany trójkąt podzielić na dwa prostokątne?

155. Nakreśl prostą i obierz punkt nad nią. Z punktu tego poprowadź ku prostéj różne linie; jedna z nich i tylko *jedna* przecina prostą daną pod kątem prostym. Dlaczego tylko jedna?

156. Z punktu danego zewnątrz linii prostéj można ku téj linii poprowadzić jednę prostopadłą; wszystkie inne proste są *pochyłemi*.

157. Prostopadła jest krótszą od każdéj pochyłéj. Dlaczego?

158. Najkrótszą odległością punktu od linii jest prostopadła przeprowadzona od punktu do linii.

159. Trójkąt A B C został podzielony przy pomocy prostéj A D prostopadłéj do boku B C na dwa trójkąty prostokątne A B D i D A C. Wtedy odcinek B D jest zawsze mniejszy od boku A B, a odcinek D C od boku A C. Dlaczego?

160. Jeżeli odcinek B D jest mniejszym od boku A B, a odcinek D C jest mniejszym od boku A C, to łatwo pojmiesz, że summa odcinków B D i D C jest mniejszą od summy boków A B i B C.

161. Czy pojmujesz, że jeden bok trójkąta jest zawsze mniejszym od summy dwóch pozostałych?

162. Czy rozumiesz, że linia prosta łącząca dwa punkty jest mniejszą od łamanéj z dwóch prostych złożonéj i te same punkty łączącéj?

163. Czy możesz nakreślić trójkąt, którego boki mają długości *a*) 2, 3 i 4 centymetry.
b) 1, 2, 3 „
c) 1, 2, $2^1/_2$ „

164. Czy rozumiész, że obwód trójkąta o bokach nierównych musi być większym od podwojonego największego boku, a mniejszym od potrojonego?

165. Jeżeli największy bok trójkąta ma 6 centymetrów, to między jego granicami zawiera się długość obwodu trójkąta.

166. Z dwóch punktów na prostéj danéj poprowadź linie prostopadłe do niéj. Czy te dwie prostopadłe przetną się?

167. Nakreśl dwie linie równoległe A B i C D, przetnij je prostą M N. W każdym z punktów przecięcia F i G otrzymasz 4 kąty. Oznacz przy pomocy przenośnika liczbę stopni każdego z nich.

168. Do każdego kąta z wierzchołkiem F dobierz wszystkie kąty z wierzchołkiem G *a*) które są mu równe, *b)* które z nich razem stanowią 180°.

169. Nakreśl dwie proste, równoległe i przetnij je prostą prostopadłą do jednéj z nich. Czy spostrzegasz, że ta prosta będzie téż prostopadłą do drugiéj równoległéj. Odcinek prostopadłéj zawarty między obiema liniami stanowi ich odległość najkrótszą.

170. Z punktu danego przy pomocy ekierki poprowadź prostopadłą do linii danéj, a następnie znów przy pomocy ekierki z punktu danego wyprowadź linię pod kątem prostym do téj prostopadłéj.

Czy spostrzegasz, że ta nowa linia będzie równoległą od danéj?

171. Masz punkt dany i linię prostą zewnątrz niego; przez punkt ten poprowadź równoległą od prostéj danéj.

172. Nakreśl dwie proste równoległe i przetnij je dwiema innemi prostemi równoległemi.

173. Część płaszczyzny ograniczona temi czterema prostemi, nazywa się *równoległobokiem*.

Nakreśl kilka równoległoboków.

Czy kwadrat można uważać za równoległobok?

174. Przekonaj się, że przeciwległe boki równoległoboku są równe.

175. Oznacz przy pomocy przenośnika kąty równoległoboku.

Przekonasz się wtedy, że przeciwległe kąty są równe, a dwa kąty przyległe jednemu bokowi stanowią 180°.

176. Jeden kąt równoległoboku ma stopni 75. Oznacz pozostałe kąty.

177. Jeden kąt równoległoboku jest dwa razy większy od drugiego. Oznacz wszystkie kąty.

178. Jeden kąt równoległoboku jest prostym. Oznacz pozostałe kąty.

Równoległobok z kątami prostemi nazywa się *prostokątem*.

Czy kwadrat jest prostokątem?

179. Za *podstawę* równoległoboku można przyjąć bok którykolwiek. Każdéj podstawie odpowiada *wysokość*. Wysokością jest odległość najkrótsza podstawy od boku przeciwległego. Tą odległością najkrótszą jest wspólna prostopadła.

180. Nakreśl kilka równoległoboków, oznacz ich podstawy i wysokości.

181. Nakreśl prostokąt i poprowadź w nim przekątną. Na jakie trójkąty podzieli się wtedy prostokąt?

182. Nakreśl równoległobok, w którym boki przyległe są równe.

Dwa trójkąty równoramienne równe złącz podstawami tak, aby przeciwległe wierzchołki tych trójkątów znajdowały się po obu stronach podstawy. Jaką figurę utworzą pozostałe boki trójkątów?

183. Równoległobok, którego boki przyległe są równe, a kąty nie proste, nazywa się *kwadratem ukośnym* albo *rombem*.

184. Nakreśl romb, poprowadź w nim przekątne i oznacz za pomocą przenośnika kąt, jaki tworzą.

185. Nakreśl romb, oznacz jego podstawę i wysokość.

186. Nakreśl prostokąt, oznacz jego podstawę i wysokość.

187. Nakreśl kwadrat; oznacz jego podstawę i wysokość.

188. Czy figura złożona z dwóch trójkątów równobocznych złączonych jednym bokiem jest rombem?

189. Równoległobok, w którym boki przyległe są nie równe, a kąty nie proste, nazywa się *romboidem*. Nakreśl romboid i poprowadź w nim przekątne.

190. Kwadrat, prostokąt, romb i romboid, wszystkie są równoległobokami.

191. Summa kątów (wewnętrznych) w równoległoboku wynosi 360°. Sprawdź to za pomocą przenośnika.

192. Przekonaj się, że w prostokącie przekątne są równéj długości.

193. We wszystkich równoległobokach przekątne w punkcie przecięcia dzielą się wzajem na dwie części równe. Sprawdź to.

194. W kwadracie i rombie przekątne są prostopadłe.

195. Podziel równoległobok na dwa trójkąty. Czy rozumiész, że jeżeli odciąć jeden od drugiego i następnie położyć je na sobie w odpowiedni sposób, to one zupełnie do siebie przystaną: są one *równemi*.

Trójkąty równe mają boki odpowiednio równe i kąty odpowiednio równe.

196. Nakreśl trójkąt *a)* którego dwa boki mają długości 3 i 4 centym., a kąt między niemi zawarty ma stopni 45°; *b)* którego boki mają długości 10 i 6 centym., a kąt między niemi zawarty ma stopni 120°.

197. Nakreśl trójkąt, mając dane dwa boki i nakreślony kąt między temi bokami zawarty.

198. Oto masz przed sobą bryłę zwaną *ośmiościanem* foremnym. Powiedz jakiego kształtu są jéj ściany? Oznacz liczbę wierzchołków i krawędzi.

199. Ile płaszczyzn schodzi się w każdym wierzchołku ośmiościanu? Ile stopni razem mają wszystkie kąty w wierzchołku?

200. Czy ściany ośmiościanu są wszystkie równe? Nakreśl jednę z nich na papierze.

201. Czy spostrzegasz, że można uważać ośmiościan za złożony z dwóch części zupełnie jednakowych złączonych podstawami. Czem są te podstawy?

202. Dwa trójkąty mające po dwa boki odpowiednio równe i po kącie między niemi zawartym równym są równe i przystające. Sprawdź to.

203. Prostopadła spuszczona z wierzchołka trójkąta równobocznego na bok przeciwległy, dzieli trójkąt ten na dwa trójkąty prostokątne równe.

204. Podziel trójkąt równoramienny na dwa trójkąty równe.

205. Nakreśl kwadrat, poprowadź w nim przekątne i z punktu przecięcia się przekątnych jako ze środka, zakreśl koło przechodzące przez wierzchołki kwadratu; koło to nazywa się *opisanem* na kwadracie. Jak wielkim jest promień jego?

206. Opisz koło na prostokącie.

207. Masz dane koło; wykreśl w niém kwadrat *wpisany*, to jest taki, którego boki są cięciwami w kole.

208. Nakreśl koło, poprowadź w niém promień i w końcu promienia wykreśl prostą prostopadłą do niego.

Prosta ta nie będzie przecinała okręgu w dwóch punktach, ale dotykać będzie okręgu w jednym punkcie; taka prosta nazywa się *styczną* do koła.

209. Nakreśl koło i poprowadź w niém kilka stycznych w różnych punktach.

210. Poprowadź dwie styczne do danego koła równoległe od siebie.

211. Poprowadź trzy styczne do koła tworzące trójkąt. Trójkąt taki nazywa się *opisanym na kole*.

Powiédz tedy, kiedy trójkąt jest opisanym na kole?

212. Czy możesz w koło wpisać trójkąt, to jest, wykreślić trójkąt, którego boki są cięciwami w tém kole?

213. Nakréśl koło i poprowadź w niém cięciwę równą promieniowi.

214. Ile razy łuk téj cięciwy mieści się w okręgu koła?

215. Na daném kole odetnij łuk zawierający 60^0.

216. Na daném kole odetnij łuk zawierający 120^0.

217. Czy potrafisz przy pomocy cyrkla podzielić koło na sześć równych części?

218. Czy potrafisz przy pomocy cyrkla podzielić koło dane na trzy równe części. Jaką figurę otrzymasz łącząc z prostemi punkta podziału?

219. Połącz prostemi wierzchołki otrzymanego trójkąta ze środkiem koła i powiédz, na jakie części podzieli się trójkąt.

220. Z dwóch końców A i B odcinka A B zakreśl łuki nad i pod linią A B promieniami równemi, tak aby się przecięły ze sobą. Połącz punkta przecięcia z punktami A i B; jaką figurę otrzymasz? Jaką własność mają przekątne téj figury?

221. Czy możesz ztąd otrzymać sposób dzielenia odcinka A B na dwie części równe?

222. Podziel linię daną A B na cztéry części równe.

223. Podziel linię daną A B na 8 części równych.

224. Z punktu danego nad prostą zakréśl promieniem dowolnym łuk przecinający tę prostą.

225. Przekonaj się, że punkty przecięcia tego łuku z prostą są równo oddalone od punktu danego.

226. Środek odcinka między punktami przecięcia połącz prostą z punktem danym. Jaki kąt utworzy ta prosta z prostą daną?

227. Czy możesz na zasadzie poprzedzającego znaleźć sposób spuszczania prostopadłéj na prostą daną z punktu danego?

228. Część płaszczyzny ograniczona czterema liniami prostemi nazywa się *czworokątem*, pięcioma—*pięciokątem*, sześcioma—*sześciokątem* i t. d. i w ogóle część płaszczyzny ograniczona liniami prostemi nazywa się *wielokątem*.

229. Nakréśl jakikolwiek wielokąt i oznacz jego kąty. Przedłuż jeden z boków wielokąta. Czy linia ta po przedłużeniu przetnie wewnątrz wielokąta którykolwiek z pozostałych boków?

230. Jeżeli linia ta nie przecina żadnego z boków wielokąta, wtedy wielokąt nazywa się *wypukłym*, jeżeli przecina—*wklęsłym*.

231. Nakréśl czworokąt wklęsły.

232. Nakréśl pięciokąt i sześciokąt wklęsły.

233. Nakréśl czworokąt wypukły i oznacz przy pomocy przenośnika summę jego kątów.

Oznacz summę kątów, dzieląc czworokąt na dwa trójkąty.

234. Nakréśl czworokąt wypukły mający, *a*) dwa kąty rozwarte i dwa ostre, *b*) dwa proste, jeden rozwarty i jeden ostry.

235. Nakréśl pięciokąt wypukły i z jednego z wierzchołków poprowadź do pozostałych przekątne.

Na ile trójkątów podzieli się pięciokąt?

236. Uczyń to samo w sześciokącie.

237. W pięciokącie poprowadź przekątne przez wszystkie wierzchołki i oznacz ich liczbę. Uczyń to samo dla sześciokąta.

238. Oznacz summę kątów wewnętrznych pięciokąta wypukłego, dzieląc go na trójkąty przy pomocy przekątnych wychodzących z jednego punktu. Sprawdź otrzymaną summę przy pomocy przenośnika.

239. Oznacz summę kątów wewnętrznych sześciokąta, dzieląc go na trójkąty przy pomocy przekątnych wychodzących z jednego wierzchołka.

240. Ile stopni zawiera każdy kąt sześciokąta, którego wszystkie kąty są równe?

241. Na okręgu koła obierz cztery punkty i połącz pierwszy z drugim, drugi z trzecim, trzeci z czwartym i czwarty z pierwszym. Otrzymasz tym sposobem czworokąt *wpisany*.

Czy potrafisz w koło wpisać prostokąt?

242. Wpisz w koło pięciokąt.

243. Wpisz w koło sześciokąt.

244. Podziel okrąg koła na sześć części równych i połącz cięciwami punkty podziału. Jaką figurę otrzymasz?

245. Czy spostrzegasz, że wszystkie boki i kąty téj figury są równe?

Wielokąt, którego wszystkie boki są równe i wszystkie kąty równe, nazywa się *foremnym*.

246. Czy możesz sześciokąt foremny wpisany podzielić na sześć trójkątów równobocznych?

247. Czy umiész wpisać w koło trójkąt równoboczny albo foremny?

248. Nakreśl trójkąt *a*) którego bok ma 5 centymetrów, a dwa kąty przyległe mają po 80° i 60°; *b)* którego bok ma 3 centymetry, a kąty przyległe 120° i 22° 30′.

249. Jeżeli dwa trójkąty mają po boku równym i po dwa kąty przyległe temu bokowi odpowiednio równe, wtedy są one równe (przystające). Sprawdź to.

250. Z wierzchołka kąta danego, jako ze środka, zakréśl łuk dowolnym promieniem i dwa punkty przecięcia tego łuku z ramionami kąta połącz prostą. Jaki trojkąt otrzymasz?

251. Połącz wierzchołek kąta prostą ze środkiem otrzymanéj cięciwy. Czy linia ta podzieli kąt dany na dwie części równe?

252. Na téj zasadzie odszukaj sposób dzielenia kąta na dwie części równe.

253. Kąt dany podziel na cztéry części równe. Sprawdź podział przy pomocy przenośnika.

254. Łuk koła podziel na dwie części równe.

255. Łuk koła podziel na cztéry części równe.

256. Wewnątrz kwadratu wykréśl trójkąt, którego jeden bok jest bokiem kwadratu, a wierzchołek znajduje się na przeciwległym boku kwadratu. Czy taki trójkąt może być równoramiennym, czy może być równobocznym?

257. W kwadracie poprowadź przekątne, a następnie w czterech wierzchołkach proste równoległe od przekątnych. Jaką figurę utworzą te cztery proste?

258. Czy spostrzegasz, że kwadrat dany składa się z czterech równych trójkątów; z ilu takich samych trójkątów składa się nowo otrzymana figura?

259. Nakréśl koło i w niém dwie średnice prostopadłe, w końcach każdéj poprowadź linie równoległe od drugiéj. Czy spostrzegasz, że linie te są stycznemi do koła?

260. Jaką długość mają boki otrzymanéj figury?

Figura ta jest kwadratem *opisanym* na kole.

261. Podziel kwadrat jakikolwiek na dwa równe (przystające) prostokąty.

262. Nakreśl centymetr kwadratowy i podziel go na milimetry kwadratowe.

263. Powiédz, co jest metr kwadratowy i decymetr kwadratowy? Ile metr kwadratowy zawiera decymetrów kwadratowych?

264. Ile w metrze kwadratowym mieści się centymetrów kwadratowych, ile milimetrów kwadratowych?

265. Nakréśl kwadrat, którego bok ma 2 centymetry; ile taki kwadrat mieści w sobie centymetrów kwadratowych?

266. Ile milimetrów kwadratowych mieści w sobie kwadrat, którego bok zawiera 3 centymetry i 2 milimetry?

267. Ile centymetrów mieści w sobie długość boku kwadratu, którego powierzchnia wynosi 25 cent. kwadratowych?

268. Czworokąt, którego dwa boki są równoległe, a dwa drugie nie równoległe, nazywa się *trapezem*.

Nakréśl trapez i poprowadź w nim przekątne.

269. Nakréśl trójkąt i przetnij go linią równoległą od jednego z boków; na jakie części podzieli się trójkąt?

270. Połącz linią prostą środki boków nierównoległych trapezu. Czy spostrzegasz, że linia ta jest równoległą od dwóch boków pozostałych?

271. Z dwóch centym. kwadratowych zestaw prostokąt.

272. Zestaw prostokąt z trzech centym. kwadratowych. Jaką długość będą miały boki tego prostokąta?

273. Czy pamiętasz, co nazywa się podstawą, a co wysokością prostokąta?

Nakréśl prostokąt, którego podstawa ma 6 centym., a wysokość 5 centym. Nakréśl kwadrat, oznacz jego podstawę i wysokość.

274. Czy możesz oznaczyć, ile centymetrów kwadratowych zawiera prostokąt, którego podstawa ma 5 centym., a wysokość 3 centym?

275. Jaka jest powierzchnia prostokąta, którego podstawa ma 8 centym., a wysokość 5 cent?

276. Wyraź w milimetrach kwadratowych powierzchnię prostokąta, którego podstawa ma $8^1/_2$ centym., a wysokość $^1/_5$ centym. Wyraź następnie tę powierzchnię w centymetrach kwadratowych.

277. Jaka jest powierzchnia stołu prostokątnego, którego długość wynosi 2 metry, a szerokość $^3/_4$ metra. Wyraź tę powierzchnię w centymetrach kwadratowych, a następnie w metrach kwadratowych.

278. Czy potrafisz obliczyć powierzchnię jednéj ściany sześcianu i wszystkich ścian razem, to jest *powierzchnię całkowitą* sześcianu, wiedząc, że długość jego krawędzi wynosi 5 cent.?

279. Oblicz powierzchnię drugiego sześcianu, którego krawędź ma 10 centym. długości. Ile razy druga powierzchnia jest większą od pierwszéj?

280. Oto masz bryłę mającą tyle ścian co sześcian; jéj ściany są prostokątami (z których dwa przeciwległe mogą być i kwadratami). Taka bryła nazywa się *prostopadłościanem.*

281. Oznacz, które krawędzie są równoległe, które mają równą długość, które ściany są równe.

282. Czy potrafisz wyrachować powierzchnię każdéj ze ścian?

283. Trzy krawędzie prostopadłościanu mają długości 2, 3 i 5 centym. Oblicz powierzchnię każdéj ściany i oznacz powierzchnię całkowitą.

284. Oznacz powierzchnię całkowitą prostopadłościanu, którego trzy krawędzie schodzące się w jednym wierzchołku mają długości: $2^1/_2$, $3^1/_2$ i 4 centym.

285. Prostokąt, którego podstawa ma 8 cent., a wysokość 5 centym. podziel za pomocą przekątnéj na dwa trójkąty. Ile centymetrów kwadratowych zawierać będzie powierzchnia każdego z nich?

286. Tenże prostokąt podziel za pomocą dwóch przekątnych na cztery części równe i oznacz powierzchnię każdéj z nich.

287. Czy rozumiész, że powierzchnia trójkąta prostokątnego stanowi połowę powierzchni prostokąta, którego podstawą jest jedna, a wysokością druga przyprostokątnia trójkąta?

288. Oblicz, ile centym. kwadratowych zawiera powierzchnia trójkąta prostokątnego, w którym jeden z boków kąta prostego ma 10 centym. a drugi 6 centym.

289. Nakréśl trójkąt prostokątny równoramienny. Oblicz powierzchnię jego, wiedząc, że długość przyprostokątni wynosi 6 centym.

290. Czy możesz nakréślić prostokąt mający taką samą powierzchnię, jak poprzedni trójkąt?

291. Figury mające równą powierzchnię, bez względu na postać, nazywają się równemi lub *równoważnemi* ze względu na powierzchnię.

292. Nakréśl równoległobok; z końców podstawy dolnéj poprowadź dwie prostopadłe do boku przeciwległego. Otrzymasz wtedy po obu bokach figury trójkąty prostokątne. Czy te trójkąty są równe?

293. Jeżeli w poprzedniéj figurze odkreślisz trójkąt prostokątny wewnętrzny, a zatrzymasz zewnętrzny, co ci pozostanie?

294. Czy spostrzegasz, że pozostała figura, która jest prostokątem, ma taką samę powierzchnię, jak dany równoległobok. Dlaczego?

295. Prostokąt i równoległobok mają tu podstawę wspólną, a boki przeciwległe w jednéj i drugiéj figurze są w téj saméj odległości od podstawy.

296. Czy można powiedzieć, że prostokąt i równoległobok, mające równe podstawy i równe wysokości, są równoważne?

297. Podstawa równoległoboku wynosi centymetrów 12, a wysokość jego centym 6. Oblicz powierzchnię równoległoboku.

298. Oblicz w milimetrach, a następnie w centymetrach kwadratowych powierzchnię równoległoboku, którego podstawa ma $9^1/_2$ centym., a wysokość 8 milimetrów.

299. Oblicz powierzchnię równoległoboku, którego podstawa ma długości 19 centym., a wysokość 4 milim.

Czy poprzednie dwa równoległoboki są równoważne?

300. Nakréśl kilka równoległoboków mających powierzchnię równą 24 centym. kwadratowym.

301. Jeżeli nakréślisz kilka równoległoboków o równéj powierzchni na wspólnéj podstawie, to jakie położenie będą miały przeciwległe boki tych równoległoboków?

302. Nakréśl kwadrat i romboid mu równoważny.

303. Nakréśl równoległobok, którego podstawa wynosi 5 centym., a wysokość 4 centym. i podziel go za pomocą przekątnéj na dwa trójkąty. Ile centym. kwadratowych zawiera powierzchnia każdego trókąta?

304. Nakréśl równoległobok, którego podstawa ma 12 centym., a wysokość 4 centym. i podziel go za pomocą przekątnéj na dwa trójkąty. Jaka będzie powierzchnia każdego trójkąta?

Nakréśl trójkąt nieprostokątny, którego podstawa ma 12 centym., a wysokość 4 centym. i oblicz jego powierzchnię.

305. Nakréśl inny trójkąt o téj saméj podstawie mający takąż samę powierzchnię.

Ile możesz nakreślić trójkątów mających wspólną podstawę i równą wysokość?

Czy wszystkie te trójkąty są równoważne?

306. Czy rozumiész, że trójkąt jest połową równoległoboku, mającego równą z nim podstawę i równą wysokość?

307. Nakréśl trójkąt, którego podstawa ma 5 cent., a wysokość 4 cent. Nakreśl równoległobok mający taką samę powierzchnię.

308. Nakréśl trójkąt, którego podstawa ma 5 cent., a wysokość 4 cent. i drugi równoważny, aby miał w podstawie 10 cent. Oznacz wysokość tego ostatniego.

309. Na obu końcach danego odcinka nakréśl linie nachylone do niego pod kątem 45^0, tak aby się przecięły. Pod jakim kątem przeciąć się muszą te linie?

310. Masz daną przekątną kwadratu; czy potrafisz nakréślić sam kwadrat?

311. Nakréśl trójkąt prostokątny, którego przyprostokątne mają 6 centym. i 8 cent. długości.

Oznacz za pomocą podziałki długość przeciwprostokątni.

Ile centymetrów kwadratowych zawiera powierzchnia tego trójkąta?

312. Jak wielką jest podstawa trójkąta, którego wysokość ma 15 milim., a powierzchnia wynosi 12 cent. kwadratowych.

313. Nakréśl odcinek prostolinijny i w środku jego wyprowadź doń prostopadłą. Sprawdź, że każdy z punktów téj prostopadłéj znajduje się w takiéj saméj odległości od jednego z końców odcinka, w jakiéj znajduje się od drugiego.

314. Każdy punkt zewnątrz prostopadłéj jest bliższym jednego końca odcinka niż drugiego. Przekonaj się o tém.

315. Masz dwa punkty na płaszczyznie. Czy możesz znaleźć na płaszczyznie punkt w równéj od nich odległości będący?

Ile punktów odpowiada temu żądaniu?

316. Dobrze rozwiązawszy poprzednie zadanie, znajdziesz, że wszystkie te punkty znajdują się na prostopadłéj do linii łączącéj punkty dane i przechodzącéj przez środek téj ostatniéj linii.

317. Masz dwa punkty dane. Czy możesz nakréślić koło przechodzące przez te dwa punkty?

318. Ile może być różnych kół przechodzących przez dwa punkty dane?

319. Masz trzy punkta dane, nie leżące na jednéj linii prostéj. Czy możesz znaleźć punkt na płaszczyznie równooddalony od nich?

320. Czy istnieje na płaszczyznie punkt równo oddalony od trzech punktów leżących na jednéj linii prostéj?

321. Czy możesz nakréślić koło przechodzące przez trzy punkty dane, nie leżące na jednéj linii prostéj?

Ile takich kół będzie?

Czy możesz przeprowadzić koło przez trzy punkty leżące na linii prostéj?

322. Daném jest koło, czy potrafisz znaleźć środek jego?

323. Masz zakréślony łuk kołowy; czy możesz znaleźć środek koła, do którego ten łuk należy?

324. Podziel trójkąt jakikolwiek na dwa trójkąty równoważne.

325. Nakreśl romb, mając jego dwie przekątne.

326 Niechaj jedna przekątna ma 8 centym. a druga 6 centym. Jak wielka będzie powierzchnia rombu?

327. W trójkącie połącz wierzchołki ze środkami boków przeciwległych. Czy spostrzegasz, że te trzy proste spotykają się w jednym punkcie?

328. Sprawdź również, że trzy wysokości trójkąta spotykają się w jednym punkcie.

329. W trójkącie połącz prostą środki dwóch boków. Czy spostrzegasz, że prosta ta jest równoległą od trzeciego boku?

Sprawdź, że część téj prostéj zawarta między bokami trójkąta równa się połowie trzeciego boku.

330. Czy spostrzegasz, że trójkąt odcięty ma kąty równe odpowiednio kątom danego trójkąta?

331. Czy spostrzegasz, że wszelka linia przecinająca trójkąt równolegle od jednego z boków, odcina trójkąt mający kąty równe odpowiednio kątom danego trójkąta?

332. Czy rozumiész, że jeżeli dwa kąty jednego trójkąta są równe odpowiednio dwom kątom drugiego, to trzecie kąty obu trójkątów są równe?

333. Nakreśl dwa trójkąty z kątami odpowiednio równemi.

334. Zmierz długości boków tych trójkątów i oznacz długości ich obwodów.

335. Podziel trójkąt jakikolwiek na cztéry części, łącząc środki boków prostemi.

336. Czy spostrzegasz, że utworzone cztéry trójkąty mają równą powierzchnię?

337. Czy spostrzegasz, że trójkąt, którego boki są połowami odpowiednich boków danego trójkąta, ma powierzchnię równą $^1/_4$ powierzchni danego? Dlaczego?

338. Podziel trójkąt dany na 8 części równoważnych.

339. Mając trójkąt dany, oddziel od niego figurę stanowiącą $^3/_4$ jego powierzchni.

340. Podziel kwadrat dany na trzy części równe co do powierzchni.

Podziel prostokąt dany na trzy części równe co do powierzchni.

Podziel równoległobok dany na trzy części równe co do powierzchni.

341. Nakréśl dwa koła położone zewnątrz siebie i stykające się w jednym punkcie.

342. Czy spostrzegasz, że odległość środków tych kół równa się summie ich promieni?

343. Nakréśl dwa koła, z których jedno położoném jest wewnątrz drugiego, tak aby stykały się w jednym punkcie. Czy spostrzegasz, że odległość ich środków równa się różnicy promieni?

344. Nakréśl dwa koła przecinające się. Czy wiész, że odległość ich środków jest mniejszą od summy ich promieni?

345. Czy możesz znaleźć punkt równo oddalony od wierzchołków danego trójkąta?

Rozumiész zapewne, że punkt ten jest środkiem koła przechodzącego przez wierzchołki trójkąta. Koło to nazywa się *opisanem*. Nakreśl je.

346. Na trójkącie równobocznym opisz koło.

347. Na trójkącie prostokątnym opisz koło. Przekonasz się, że przeciwprostokątnia jest średnicą tego koła, czyli że środek koła znajduje się w środku przeciwprostokątni.

348. Możesz sprawdzić, że ile razy jeden bok trójkąta wpisanego w koło jest średnicą tego koła, to kąt przeciwległy jest kątem prostym.

349. Nakréśl odcinek i ze środka jego promieniem równym połowie odcinka zakreśl półkole.

350. Jaki kąt tworzą linie proste łączące którykolwiek punkt półkola z końcami odcinka?

351. Wyciągnij ztąd łatwy sposób kreślenia kąta prostego.

352. Rozwiąż tym sposobem zadanie już raz podane: mając daną przekątną kwadratu, wykreślić sam kwadrat.

353. Podziel kąt dany na dwie części równe i na prostéj dzielącéj obierz punkt dowolny. Oznacz odległości najkrótsze tego punktu od obu ramion kąta.

354. W ten sposób przekonasz się, że każdy punkt téj linii jest w równéj odległości od jednego i drugiego ramienia kąta.

355. Nakréśl kąt prosty i znajdź punkty, z których każdy jest równo oddalony od obu ramion jego.

356. Nakréśl dwie proste przecinające się i znajdź punkty, z których każdy jest równo oddalony od obu linij.

357. Mając dwie proste równoległe, znajdź punkty, z których każdy jest w równéj odległości od obu.

358. Nakréśl trójkąt i podziel jego kąty na dwie równe części.

Spostrzeżesz wtedy, że trzy linie dzielące przecinają się w jednym punkcie.

359. Czy wiész, jaką własność będzie miał punkt przecięcia tych linij?

360. Jeżeli wiész, to zrozumiesz, że koło zakreślone z tego punktu promieniem równym najkrótszéj odległości jego od jednego z boków, dotykać będzie trzech boków trójkąta. Koło to nazywa się *wpisaném* w trójkąt.

361. Nakréśl kąt; na jedném z jego ramion, począwszy od wierzchołka odłóż odcinki równéj długości i przez punkty podziału poprowadź szereg linij równoległych.

362. Przekonaj się, że linie te odcinają na drugiém ramieniu części równe.

363. Czy możesz ztąd wyprowadzić sposób podziału linii danéj na części równe?

Podziel prostą daną na dwie części równe.

Podziel prostą daną na 3, 4, 5 i t. d. części równych.

364. Czy umiész okrąg koła podzielić na 3 części równe i na 6 części równych?

365. Część powierzchni koła zawarta między dwoma promieniami i łukiem, nazywa się *wycinkiem* kołowym.

Nakréśl koło i oznacz w niém wycinek, którego łuk ma stopni 30.

366. Oznacz wycinek, którego łuk ma stopni 45, 60.

367. Nakréśl koło i oznacz w niém *a*) wycinek będący $^1/_6$ całego koła; *b*) będący $^1/_3$ całego koła.

368. Czy potrafisz okrąg koła podzielić na 12 części równych?

Czy potrafisz koło podzielić na 12 wycinków równych?

369. Czy umiész obliczyć powierzchnię kwadratu opisanego na kole, którego promień ma długości 6 centym.?

Jak wielką jest powierzchnia kwadratu wpisanego w to koło?

370. Część powierzchni koła zawarta między łukiem i jego cięciwą nazywa się *odcinkiem kołowym*.

Nakréśl koło i oznacz w niém kilka odcinków.

Czy półkole można uważać za odcinek; czy można je uważać za wycinek?

371. Nakréśl koło i kąt opisany na kole, to jest taki, którego ramiona są stycznemi do koła.

372. Przetnij koło dwiema prostemi równoległemi i sprawdź, że łuki zawarte między temi prostemi są równe.

373. Nakréśl pięć stycznych do danego koła, tak aby utworzyły pięciokąt opisany.

374. Opisz na kole pięciokąt i środek koła połącz prostemi z wierzchołkami wielokąta.

375. Znając promień koła i boki tego wielokąta, czy potrafisz obliczyć powierzchnię każdego z utworzonych trójkątów?

376. A znając te powierzchnie, czy potrafisz znaleźć powierzchnię samego wielokąta?

377. Na daném kole oznacz odcinek kołowy, którego łuk ma *a*) 45^0, *b*) 90^0, *c*) 120^0.

378. Nakréśl trapez i za pomocą przekątnéj podziel go na dwa trójkąty.

379. Boki równoległe trapezu stanowią jego *podstawy*, a najkrótsza odległość tych podstaw, to jest prostopadła między niemi, stanowi *wysokość* trapezu.

380. Jeżeli za podstawy trójkątów, na które podzieliliśmy trapez, przyjmiemy podstawy trapezu, to wysokości trójkątów czy będą równe wysokości trapezu?

381. W jaki sposób obliczysz powierzchnię jednego trójkąta, w jaki drugiego? Jak znajdziesz powierzchnię samego trapezu?

382. Niechaj jedna z podstaw trapezu ma 10 centym., a druga 6, wysokości zaś 4.

Oznacz powierzchnię każdego z trójkątów i samego trapezu.

383. Jaka będzie powierzchnia trapezu, którego podstawa dolna ma 8 centym., górna 5, a wysokość 6.

384. Czy potrafisz nakréślić trójkąt, mający taką samę powierzchnię?

385. A czy trójkąt ten potrafisz zastąpić przez prostokąt o równéj powierzchni?

386. Masz trapez, którego podstawy mają długości 8 i 6 centym., a wysokości 4 centym. i prostokąt, którego podstawa ma 6 centym., a wysokość 3 cent. Oznacz *stosunek* ich powierzchni, to jest ile razy powierzchnia trapezu jest większą od powierzchni prostokąta.

387. Masz trójkąt, którego podstawa ma 9 centym., a wysokość 8 centym. i kwadrat, którego bok ma 6 centym. Oznacz stosunek powierzchni tych figur.

388. Oznacz długość boku kwadratu, którego powierzchnia równa się powierzchni trójkąta o podstawie 36 centym. i o wysokości 2 centym.

389. Oblicz całkowitą powierzchnię sześcianu, którego krawędź ma 5 cent. Nakreśl prostokąt mający taką samę powierzchnię.

PYTANIA,

na powtórzenie.

1. Kiedy dwa kąty są równe, a kiedy nierówne?

2. Co jest kąt prosty, co ostry i co rozwarty?

3. Czemu jest równa summa dwóch kątów przyległych?

4. Co jest stopień, minuta, sekunda?

5. Czemu się równa summa kątów wewnętrznych trójkąta?

6. Czemu się równa summa kątów wewnętrznych czworokąta, pięciokąta i sześciokąta?

7. Jakie linie nazywają się równoległemi?

8. Co stanowi najkrótszą odległość punktu od linii prostéj?

9. Co nazywamy równoległobokiem?

10. Jakie są własności boków, kątów i przekątnych w równoległobokach?

11. Jakie są własności prostokąta, rombu i kwadratu?

12. Co nazywamy trapezem?

13. Co nazywamy linią łamaną, a co krzywą; kiedy linie te są płaskiemi, a kiedy nie; kiedy zamkniętemi, a kiedy nie?

14. Kiedy trójkąt nazywa się prostokątnym, ostrokątnym, rozwartokątnym?

15. Kiedy trójkąt jest równobocznym, a kiedy równoramiennym?

16. Co stanowi podstawę, a co wysokość w prostokącie, równoległoboku, trójkącie i trapezie?

17. Kiedy dwa trójkąty są równemi?

18. Kiedy wielokąt nazywa się wypukłym, a kiedy wklęsłym?

19. Co jest styczna do koła?

20. Kiedy trójkąt jest wpisanym w koło, a kiedy opisanym na kole?

21. Jak znaleźć punkty równo oddalone od dwóch punktów danych?

22. Jak przez trzy punkty przeprowadzić okrąg koła?

23. Jaka jest zależność boków trójkąta od kątów przeciwległych?

24. Ile poznałeś sposobów kreślenia kąta prostego?

25. Ile znasz sposobów dzielenia linii prostéj danéj na dwie równe części?

26. Jakie figury nazywają się równoważnemi?

27. Co nazywamy wycinkiem i odcinkiem kołowym?

28. W jaki sposób oblicza się powierzchnia prostokąta?

29. W jaki sposób oblicza się powierzchnia równoległoboku?

30. Jak oblicza się powierzchnia trójkąta i trapezu?

31. W jaki sposób podzielić koło na sześć części równych i na trzy części równe?

ZADANIA NOWE.

1. Oznacz liczbę przekątnych wychodzących z jednego punktu w siedmiokącie, ośmiokącie i t. d.

2. Oznacz liczbę wszystkich przekątnych w siedmiokącie, ośmiokącie i t. d.

3. Nakréśl trójkąt i przedłuż jeden z boków jego. Otrzymasz wtedy kąt przyległy jednemu z kątów wewnętrznych; kąt ten nazywa się *ze-*

wnętrznym. Dowiedź, że kąt ten równa się summie dwóch pozostałych kątów wewnętrznych trójkąta.

4. Utwórz w podobny sposób dwa pozostałe kąty zewnętrzne i dowiedź, że summa trzech kątów zewnętrznych trójkąta równa się czterem kątom prostym.

5. Summa kątów wewnętrznych jakiegokolwiek wielokąta równa się 180^0 wziętym tyle razy, ile jest boków w wielokącie bez 2.

6. Summa kątów zewnętrznych w każdym wielokącie równa się czterem kątom prostym. Kąt zewnętrzny jest to kąt zawarty między bokiem wielokąta i przedłużeniem następnego, albo jest to kąt przyległy kątowi wewnętrznemu.

7. W trójkącie jeden bok jest zawsze większym od różnicy dwóch pozostałych.

8. W wielokącie jeden bok jest zawsze mniejszym od summy pozostałych.

9. W kole cięciwy równe są równooddalone od środka.

10. W kole promień prostopadły do cięciwy dzieli cięciwę i łuk na niéj wsparty na dwie części równe.

11. Styczna do koła jest prostopadłą do średnicy przechodzącéj przez punkt styczności.

12. Linia łącząca środki boków nierównoległych trapezu jest równa połowie summy boków równoległych. Sprawdź to.

13. Jeżeli dwa boki nierównoległe trapezu są równe, to i przekątne trapezu są równe. Sprawdź to.
