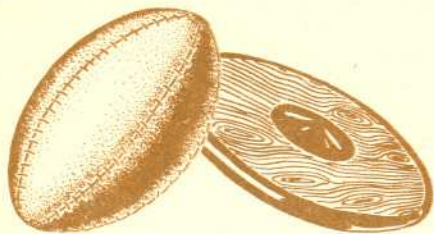
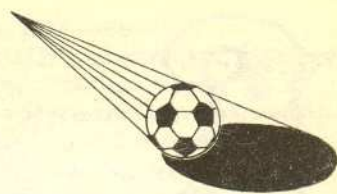
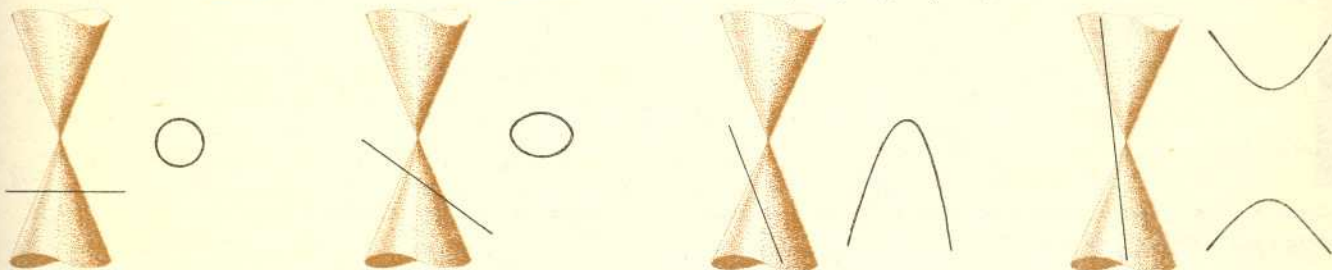


delta mata delta

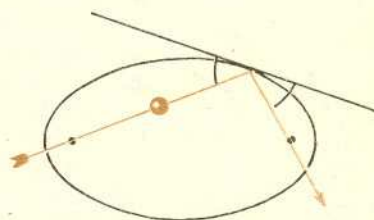
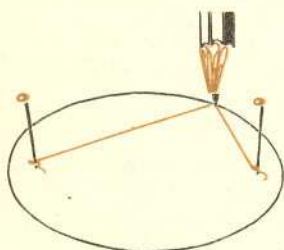


O elipsie

Elipsę znamy wszyscy. Tworzy ją oglądany z boku okrąg koła. Eliptyczny cień rzuca piłka, oświetlona z boku. Promienie świetlne wychodzące z jednego punktu tworzą stożek. Przecina go płaszczyzna, na której położyliśmy piłkę. Przecięcie stożka z płaszczyzną jest krzywą zwaną stożkową. Elipsa jest jedną z nich.

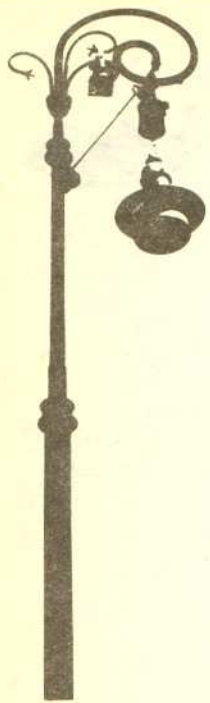


Narysować elipsę nietrudno. Wiążemy końce niedługiej nitki. Zaczepiamy o dwie wbite w karton pineski. Przesuwamy ołówek tak, by nić była stale napięta. Na kartonie pojawia się elipsa. Punkty, w których wbiliśmy pineski, są zwane ogniskami elipsy. Jest więc ona krzywą, złożoną z punktów, których suma odległości od dwóch ustalonych punktów (ognisk) jest stała. A styczna do elipsy tworzy równe kąty z prostymi poprowadzonymi do ognisk z punktu styczności. Wyobraźmy sobie sprężystą metalową taśmę zamkniętą w elipsę i ustawioną na gładkim podłożu. Umieścimy w jednym z ognisk kulkę i pchnijmy ją w dowolnym kierunku. Po odbiciu od taśmy potoczy się ona w stronę drugiego ogniska. Czas, po jakim osiągnie to ognisko, nie zależy od kierunku, w jakim ją pchnęliśmy.



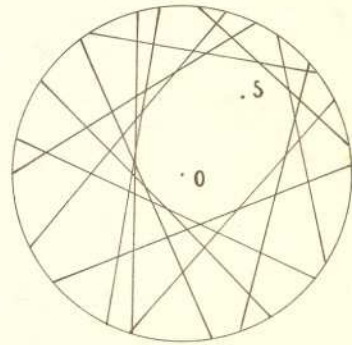
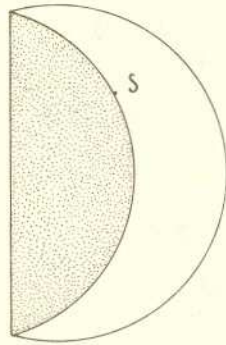
Jeżeli mamy napełnione wodą pudełko o eliptycznym brzegu i zanurzymy energicznie palec w punkcie odpowiadającym jednemu z ognisk, to po chwili w drugim ognisku zaobserwujemy nagle spiętrzenie wody. Zwierciadło o eliptycznej powierzchni skupia promienie wychodzące z jednego ogniska w drugim. Zdalne zapalenie tą metodą statków nieprzyjacielskich należy jednak chyba zostawić autorom powieści fantastycznych.

Po elipsach biegają planety w ich rocznym obiegu wokół Słońca. Powierzchnie planet (i księżyców) nie są idealnie kuliste, lecz tworzą powierzchnię zwaną elipsoidą obrotową (zresztą też tylko w przybliżeniu). Taka powierzchnia powstaje z elipsy przez obracanie jej wokół osi symetrii; wygląda więc jak piłka do rugby lub dysk.

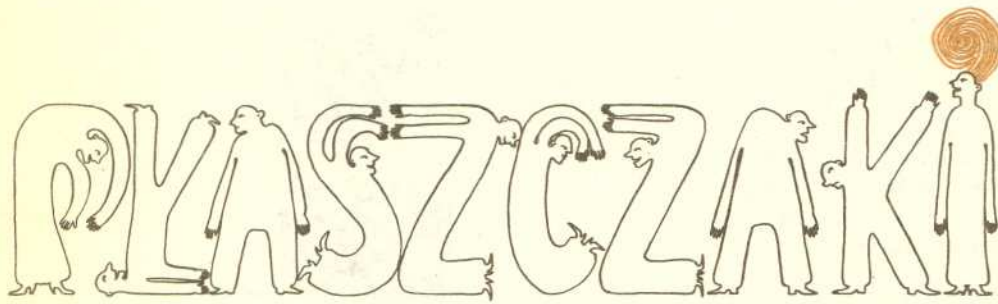


Sklepienia zaprojektowane w kształcie elipsoidy obrotowej mają szczególne właściwości akustyczne. Dwoje ludzi siedzących po przeciwnych końcach sali, w pobliżu ognisk, słyszy się doskonale, niezależnie od gwaru, jaki panuje dokoła. M.in. taki kształt ma sklepienie hallu w Kapitolu w Waszyngtonie.

Czy potraficie wskazać, gdzie jeszcze w przyrodzie i technice możemy spotkać elipsy i elipsoidy?



Na kolistym kawałku papieru zaznaczamy punkt *S*. Składamy na różne sposoby papier tak, by brzeg przechodził przez *S*. Po rozprostowaniu widzimy zarys elipsy.



„Punkt jest tym co nie ma części.

Linia zaś — długość bez szerokości.

Powierzchnia — jest tym co ma tylko długość i szerokość”.

Tak rozpoczął Euklides swoje wielkie dzieło „Elementy”. W jego określeniach punktu, linii i powierzchni można dopatrywać się pierwszych intuicji wymiaru.

Ścisła matematyczna definicja wymiaru obejmuje te intuicje geometryczne. Tak więc, ponieważ linia ma tylko jeden rozmiar — długość i daje się narysować

jednym pociągnięciem pióra, to przypisujemy jej wymiar równy jedności. Z kolei

powierzchnia ma długość i szerokość — mówimy, że jej wymiar jest równy dwa.

I krok dalej: ciała, które ma długość, szerokość i wysokość przypisujemy wymiar 3.

W naszym rzeczywistym życiu nitka, sznurek to w przybliżeniu przedmioty

jednowymiarowe — mają długość. Przedstawiciele dwuwymiarowego świata mają

już długość i szerokość. Można zaliczyć do nich wstążki, kawałki materiału, kartki

papieru. I w końcu domy, statki, samoloty, a również i my sami należymy do

obiektów mających oprócz długości i szerokości jeszcze trzeci wymiar — wysokość.

W tych rozważaniach można pójść jeszcze krok dalej i określić czwarty wymiar.

Być może istnieją przedmioty, które mają aż cztery wymiary, a tylko my — istoty

trójwymiarowe — nie jesteśmy w stanie ich zobaczyć.

Zanim jednak zaczniemy zastanawiać się, jak wygląda świat o czterech wymiarach,

spróbujmy wyobrazić sobie świat istot, które mają tylko dwa wymiary, a więc są

zupełnie płaskie. Możemy przyjąć, że są to rozumne stwory, które żyją

na płaszczyźnie. Nazwijmy te istoty płaszczakami.

Płaszczak zna tylko dwa wymiary — długość i szerokość, a trzeci wymiar —

grubość — dla niego nie istnieje. Jeśli płaszczaka zamknijemy w okręgu, to będzie

to dla niego mūr nie do przebycia, ponieważ płaszczak może poruszać się tylko

w dwóch wymiarach. Na to, aby wyjść na zewnątrz okręgu, musiałby wykonać ruch

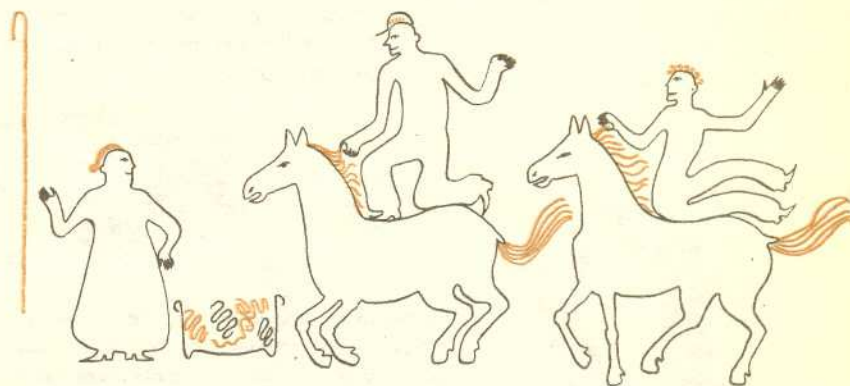
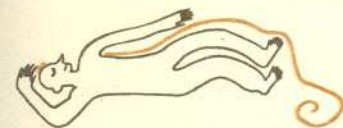
w kierunku trzeciego wymiaru — do góry, a to dla niego jest niemożliwe.



Pomyślcie, ile zdumiewających cudów moglibyśmy my, przedstawiciele trójwymiarowego świata zademonstrować płaszczakom. Oto, na przykład, możemy wyjąć takiego stworka z zamkniętego domu nie ruszając drzwi ani ścian, bo domem tym jest po prostu krzywa zamknięta. Nic nie przeszkadza nam wyjąć zawartość płaskiego jajka nie naruszając jego skorupki, albo zrobić operację serca obywatelowi płaszczyzny nie rozcinając jego klatki piersiowej. Możemy też podnieść dowolny przedmiot nad płaszczyznę i w ten sposób zabrać go z pola widzenia płaszczaków, spowodować, że zniknie on z ich świata.



Takie cudowne możliwości dają powiększenie wymiaru świata o jeden. Wróćmy więc teraz do naszych rozważań o świecie czterowymiarowym. Stwory czterowymiarowe muszą być tak wszechmocne wobec nas „trójwymiarowców”, jak my w stosunku do płaszczaków. Istota czterowymiarowa może, na przykład, oglądać nas jednocześnie od zewnątrz i od środka, albo tak, jak my robiliśmy to z płaszczakami wyjąć nas z domu pozostawiając nie tknięte drzwi i ściany. Równie niemożliwe wydaje się nam włożenie lewej rękawiczki na prawą rękę, albo prawego buta na lewą nogę. Ale przedstawiciel czterowymiarowego świata bez trudu mógłby unieść na chwilę i rękawiczkę, i but w kierunku swego dodatkowego wymiaru i oddać je stamtąd symetrycznie odwrócone. Niemożliwe? Zastanówcie się wobec tego, jak moglibyście pomóc płaszczakowi włożyć buty, gdyby okazało się, że ma dwa lewe. Żadne przesuwanie ani obracanie buta na płaszczyźnie nic tutaj nie pomoże — lewy but zawsze pozostanie lewym. Dopiero gdy skorzystamy z trzeciego wymiaru, uniesiemy but nad płaszczyznę, a następnie obrócimy i drugą stroną położymy z powrotem na płaszczyźnie, to okaże się, że z lewego buta zrobił się prawy. Podobnie mogłaby postąpić istota czterowymiarowa z naszym butem trójwymiarowym.



Świat czterowymiarowy jest więc bogaty w zjawiska geometryczne, o jakich nawet się nie śniło nie tylko poczciwym płaszczakom, ale i wielu trójwymiarowym obywatelom trójwymiarowego świata. Jeśli jednak zginie Wam but, nie zrzucajcie winy na „czterowymiarowca”. Zapewniam Was, że nie są to złośliwe istoty.