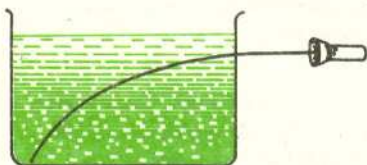
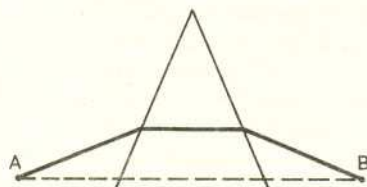


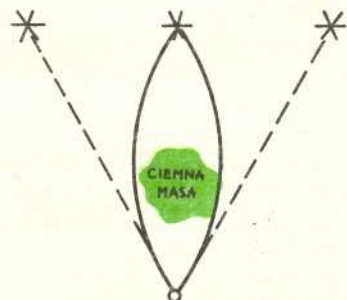
Wskutek istnienia atmosfery Słońce widzimy nawet po jego faktycznym zachodzie



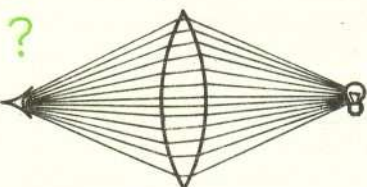
Umieszczając delikatnie na dnie akwarium sól (oczywiście, akwarium nie jest zamieszkałe) możemy otrzymać różną gęstość płynu zakrzywiająca światło latarki.



Światło biegnie z *A* do *B* po lamanej, gdyż w pryzmacie porusza się wolniej i po prostej biegłoby dłużej (więcej o zjawiskach optycznych związanych z pryzmatem pisaliśmy w *Delcie* 2/1985).



Zjawisko soczewki grawitacyjnej było opisane w *Delcie* 5/1982.



Czy można tak ustawić soczewkę i co wtedy można zobaczyć?

Przestrzeń optyczna

Najnowocześniejszym sposobem mierzenia odległości jest użycie miernika laserowego. Pomijając szczegóły techniczne możemy stwierdzić, że mierzy on odległość długością drogi promienia światła. Podobnie, drogą światła mierzą od lat odległości astronomowie.

Od lat też wiadomo, że (z matematycznego punktu widzenia) mierzenie odległości długością drogi promienia świetlnego jest sensowne tylko w bardzo szczególnych warunkach. Badanie tego, czym różni się tak mierzona odległość od tego, co w matematyce nazywamy odległością, może być interesującym tematem samodzielnej pracy.

Podstawowym prawem rządzącym optyką geometryczną (zajmującą się biegiem promieni świetlnych) jest zasada Fermata. Głosi ona, że promień światła biegnie po drodze, której przebycie zabiera mu najmniej czasu. W absolutnej próżni jest to, oczywiście, prosta. Jeśli jednak obszar, w którym biegnie światło, próżnią nie jest, to tor promienia może mieć zupełnie inny kształt. Spostrzeżenie to pozwala na budowanie klasycznych urządzeń optycznych, takich jak mikroskop, luneta czy okulary. Są to świadomie przez nas wprowadzone niejednorodności przestrzeni powodujące, że światło biegnie tak, jak to nam jest potrzebne.

Powstaje pytanie, jakie z „przyzwoitych” własności odległości możemy w ten sposób popsuć:

- czy można za pomocą przezroczystych przedmiotów (pryzmatów, soczewek itp.) spowodować, by dwa punkty „nie mogły się zobaczyć”, czyli by z jednego z nich nie można było oświetlić drugiego?
- czy można spowodować (bez użycia lusterek i innych odbijających światło przedmiotów), by światło biegło po linii zamkniętej?
- czy istnieje taki układ optyczny, w którym światło może iść z *A* do *B*, a z *B* do *A* nie może?
- czy możliwa jest sytuacja, by promień światła biegł z *A* do *B* drogą dłuższą, niż suma dróg z *A* do *C* i z *C* do *B*?

Podobnych pytań można stawiać wiele i byłyby interesujące, jak dalece zdumiewające własności można uzyskać budując (może to być konstrukcja teoretyczna) specjalny układ optyczny.

Kolejny kierunek badań można zaczerpnąć z natury. Otóż astronomom udało się na jednej kliszy fotograficznej uzyskać dwa oddzielne obrazy jednego kwazara. I to wcale nie przez dwukrotne jej naświetlenie ani nie przez jakąś inną sztuczkę – tak po prostu było widać. Efekt ten zinterpretowano w ten sposób, że znajdująca się gdzieś między nami a kwazarem ciemna, niewidoczna, ale ciężka mgławica ugięła promienie światłne w ten sposób, że powstały dwie (zgodne z zasadą Fermata) najkrótsze drogi od kwazara do nas. I znów można postawić pytania:

- czy liczba obrazów jednego przedmiotu (bez pomocy lusterek) może być dowolnie duża?
- czy światło docierające do nas z jednego źródła, ale różnymi drogami, biegnie tyle samo czasu?
- co widzi oko umieszczone w punkcie, w którym zbiegają się promienie wychodzące z punktowego źródła światła?

I znów podobnych pytań można postawić wiele.

Wbrew pozorom praca o przestrzeni optycznej będzie pracą matematyczną – badamy w niej bowiem nie realne zjawiska fizyczne, lecz ich matematyczny model. Przyjmujemy więc cały szereg założeń, których realne odpowiedniki badanych zjawisk spełniać nie muszą. I nie bierzemy pod uwagę całego szeregu własności, które ma realne światło (np. efekty kwantowe).

Marek KORDOS