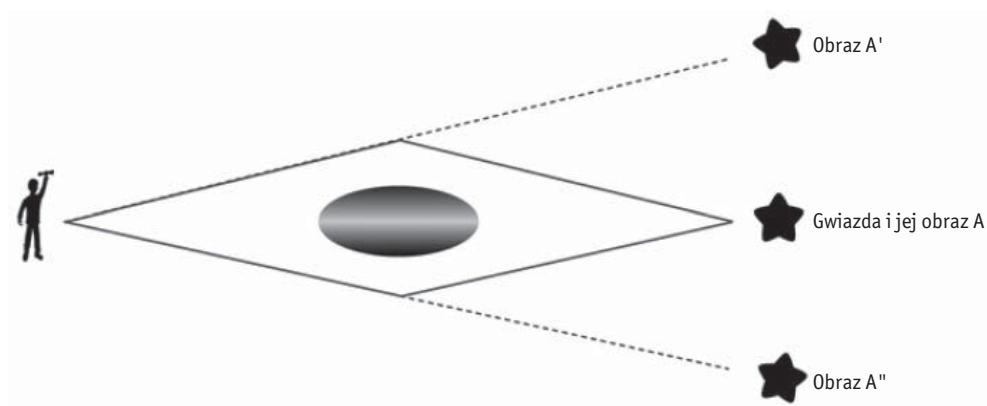


Świecąc latarką w ciemności, widzimy płamę światła w miejscu, na które pada wybiegający z latarki promień. Gdy wstawimy jakiś nieprzezroczysty obiekt między źródło światła a ekran, na ekranie pojawi się cień tego obiektu. Jest to dowód na to, że promień światła porusza się po linii prostej. Może ulec odbiciu (zgodnie z prawem odbicia) lub załamaniu (zgodnie z prawem Snelliusa). Przejście takie wiąże się z gwałtowną zmianą kierunku, po czym promień biegnie znowu po linii prostej. Tor promienia światła od źródła do celu jest zatem zawsze linią łamaną niezawierającą żadnych odcinków krzywoliniowych³⁵.

Promień świetlny czasami zachowuje się jak fala, innym razem uwidacznia swoją korpuskularną naturę. Konsekwencją przelotu promienia świetlnego w pobliżu masywnego obiektu jest zatem zakrzywienie się toru, po którym światło się porusza (rysunek 10). Zakrzywienie jest tym większe, im silniejsze pole grawitacyjne wytwarza obiekt oraz im bliżej takiego obiektu przelatuje promień. Ugięcie promienia świetlnego można wytłumaczyć również następująco: im bardziej masywny jest obiekt, tym bardziej odkształca czasoprzestrzeń. Promień światła, poruszając się w pobliżu takiego ciała, musi przelecieć przez wytworzone wgłębienie, a zatem ulega zakrzywieniu, biegnąc po łuku. Co prawda promień porusza się po najkrótszym możliwym torze, ale nie jest on linią prostą, lecz zakrzywioną w widzianej przez nas trójwymiarowej przestrzeni. Tor będący najkrótszą możliwą drogą w czterowymiarowej czasoprzestrzeni nazywa się geodetyką.

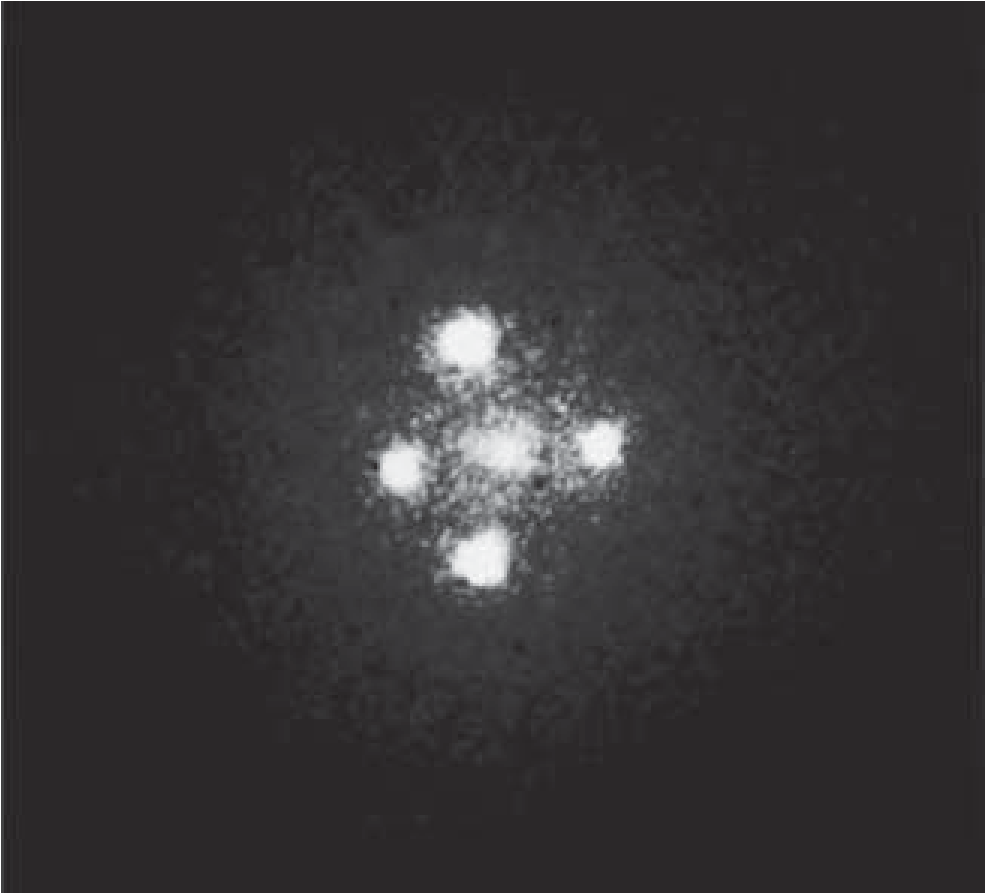


Rysunek 10. | Uprozczone przedstawienie zakrzywienia promieni świetlnych w polu grawitacyjnym

Einstein twierdził, że jest „głęboko wierzącym ateistą”. Swoje poglądy religijne określał jako religijne odczucie kosmicznego porządku. W uznaniu jego „zasług” przyznano mu zupełnie unikatowy krzyż. Jest to tzw. krzyż Einsteina (rysunek 11), czyli soczewka Huchry (od nazwiska Johna Huchry (1948–2010), amerykańskiego astronoma, który dokonał jej

³⁵ Istnieją też ośrodki, w których współczynnik załamania światła zmienia się w sposób ciągły – wówczas to zdanie nie jest prawdziwe.

odkrycia w 1984 roku). Wygląd tego obiektu stanowi naoczny dowód soczewkowania grawitacyjnego. Światło dalekiego kwazara Q2237+030 zakrzywia się (na skutek oddziaływania grawitacyjnego) podczas przelotu w pobliżu galaktyki spiralnej, a następnie dociera do obserwatora. Galaktyka pełni w tym schemacie taką samą rolę jak soczewka skupiająca przechodzące przez nią światło w układzie optycznym. Różnica jest taka, że na niebie obserwatora mogą się pojawiać obrazy wielokrotne źródła światła.



Rysunek 11. | Krzyż Einsteina, zwany też soczewką grawitacyjną Huchry

Źródło: Wikipedia (2)

W pobliżu Słońca promień światła może zostać odchylony o niecałe 2 sekundy łuku. W przypadku ciał generujących wyższy potencjał pola grawitacyjnego, czyli masywnych i zwartych, kąt ugięcia jest znacznie większy. Obiektem, który bardzo znacząco modyfikuje trajektorie fotonów, jest gwiazda neutronowa. Obliczenia przeprowadzone przeze mnie ponad 30 lat temu wskazują, że w przypadku takiej gwiazdy o promieniu ok. 10 km i masie