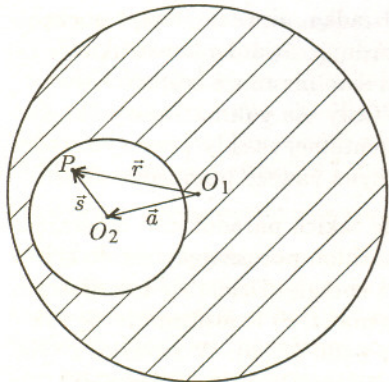


Czy istnieje ładunek elementarny?



Rozwiązanie zadania F 425. Pole pochodzące od wydrążonej kuli możemy obliczyć jako superpozycję pól wytworzonych przez dwie kule. Pierwsza to pełna kula o gęstości ρ , druga to także pełna kula o gęstości $-\rho$, znajdująca się tam, gdzie jest wydrążenie.



Wprawdzie ujemne masy nie istnieją, ale czasem wygodnie jest posłużyć się w rachunkach takim nieistniejącym obiektem. Natężenie pola w punkcie P jest równe

$$\vec{\gamma}_P = \vec{\gamma}_1 + \vec{\gamma}_2.$$

Z prawa Gaussa wiemy, że ta część pełnej kuli o dodatniej masie, która znajduje się w odległości większej niż r od środka O_1 , nie daje żadnego wkładu do pola grawitacyjnego w punkcie P . Analogicznie, ta część kuli o ujemnej masie, która znajduje się w odległości większej niż s od środka O_2 , też nie daje wkładu do pola w punkcie P . Stąd

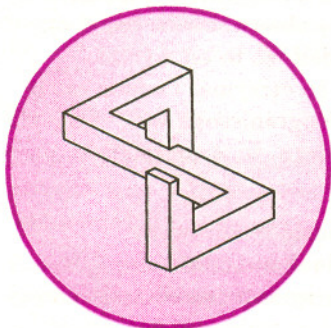
$$\vec{\gamma}_1 = -\frac{\vec{r}}{r} \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho}{r^2} = -\frac{4}{3}\pi \rho \vec{r}$$

i analogicznie

$$\vec{\gamma}_2 = \frac{4}{3}\pi \rho \vec{s}.$$

Natężenie pola wynosi

$$\vec{\gamma}_P = \frac{4}{3}\pi \rho (\vec{s} - \vec{r}) = -\frac{4}{3}\pi \rho \vec{a} = \text{const.}$$



Zapewne każdy pamięta (a przynajmniej powinien) ze szkolnych lekcji fizyki pierwszą zasadę dynamiki Newtona.

Istnieje taki układ odniesienia, w którym ciało porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym lub spoczywa, jeśli nie działa na nie żadna siła lub działające siły się równoważą.

Układów inercjalnych istnieje nieskończenie wiele, gdyż każdy układ odniesienia poruszający się ruchem jednostajnym prostoliniowym względem układu inercjalnego sam także musi być inercjalny. Pierwsza zasada dynamiki co prawda definiuje układ inercjalny, ale nie mówi nic o jego naturze. Daje jedynie receptę pozwalającą rozstrzygnąć, czy konkretny układ odniesienia jest inercjalny, czy też nie. Receptę zresztą wątpliwą, gdyż pełne zrównoważenie sił w praktyce nie jest możliwe do osiągnięcia. Możemy jedynie mówić o inercjalności z określoną dokładnością. Sytuacja jest dość nieprzyjemna. Jeśli nie możemy rozstrzygnąć, czy w wybranym układzie na ciało działają niezrównoważone siły, to trudno jest napisać równania ruchu wiążące siły z przyspieszeniem. Ale o istnieniu sił orzekamy na podstawie przyspieszenia! Trudność ta ma głównie charakter pojęciowy, gdyż w praktyce mechanika funkcjonuje dobrze.

Według Newtona istnienie inercjalnego układu odniesienia wiąże się z istnieniem absolutnej przestrzeni, jest on pewną jej własnością. O ile prędkość jest względna, to przyspieszenie nie. Ten efektowny pogląd jednak nie przybliżył nas do zrozumienia problemu. Bo cóż to znaczy – przyspieszenie względem absolutnej przestrzeni? Gdyby w pustym Wszechświecie istniało tylko jedno punktowe ciało, to mówienie o jakimkolwiek ruchu tego ciała wydawałoby się nadużyciem. Tymczasem według Newtona absolutne przyspieszenie nadal miałyby sens. A gdyby istniały tylko dwa ciała?

Przeciwny pogląd wyraził Berkeley. Absolutnej przestrzeni nie ma, a więc przyspieszenie, podobnie jak prędkość, także jest względne. Żeby lepiej zrozumieć różnicę stanowisk, wyobraźmy sobie pewien eksperyment myślowy. Zanim jednak do niego przystąpimy, musimy odwołać się do wiedzy wynikającej z eksperymentu realnego. Nieinercjalność ziemskiego układu odniesienia można stwierdzić za pomocą kilku prostych doświadczeń, z których najsłynniejszy jest eksperyment z wahadłem Foucaulta. Inna metoda polega na obserwacji ruchu ciał niebieskich względem horyzontu. Okazuje się, że ruch względem odległych gwiazd (tak zwanych gwiazd stałych) i lokalne odstępstwo od nieinercjalności układu odniesienia są w granicach dokładności obserwacji jednakowe. A teraz powróćmy do eksperymentu myślowego. Jeśli rozkręcimy wiadro z wodą, jej powierzchnia przybierze kształt paraboloidy. A co by było, gdybyśmy zakręcili nie wiadrem, ale gwiazdami? Newton odpowiedziałby, że nie, powierzchnia wody pozostanie płaska, gdyż spoczywa względem układu inercjalnego (tzn. absolutnej przestrzeni). Istnieje jednak pogląd przeciwny, zgodnie z którym powierzchnia wody i w tym przypadku przybierze paraboliczny kształt. Austriacki fizyk i filozof, Ernest Mach, od którego (a także od Berkeleyya) pochodzi idea względności przyspieszenia, uznał, że koincydencja układu odniesienia wyznaczonego z ziemskich pomiarów z układem wyznaczonym przez gwiazdy stałe nie może być przypadkowa, a więc inercjalny układ odniesienia wyznaczony jest przez rozkład i ruch mas we Wszechświecie.

Stąd już blisko do tak zwanej zasady Macha i uogólnionej zasady Macha, zgodnie z którymi nie ma żadnych „wewnętrznych” własności materii (takich jak ładunki czy masy cząstek elementarnych); wszystkie cechy materii są wynikiem dynamicznego sprzężenia z resztą Wszechświata. Koncepcja ta nie została powszechnie zaakceptowana przez fizyków, ale też, jak dotąd, nie została obalona na podstawie jakichkolwiek danych doświadczalnych, więc choć może mówimy tu wyłącznie o folklorze, to jednak naprawdę nie wiemy, czy istnieje stała masa i stały ładunek elektronu.

Krzysztof REJMER