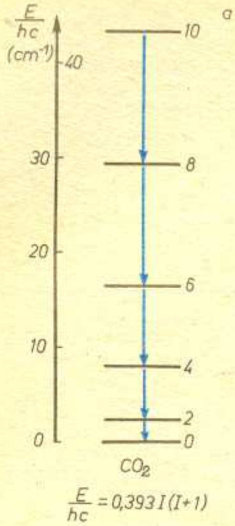
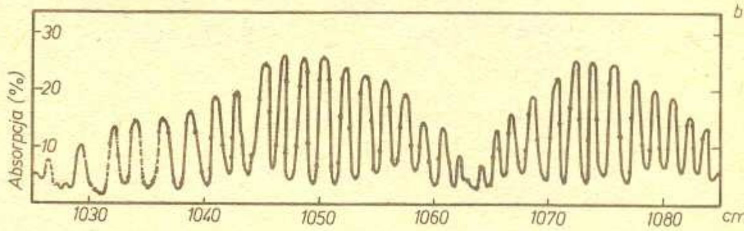
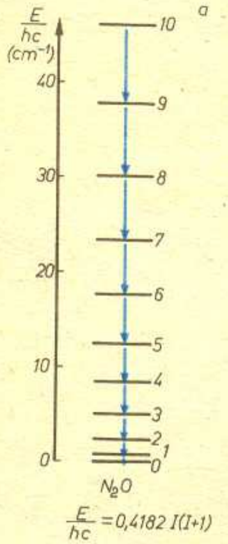
występowanie promieniowania kwadrupolowego przekonuje nas o tym, że cząsteczka dwutlenku węgla nie ma momentu dipolowego, a więc potwierdza to hipotezę, że atomy tlenu położone są symetrycznie po dwu stronach atomu węgla.

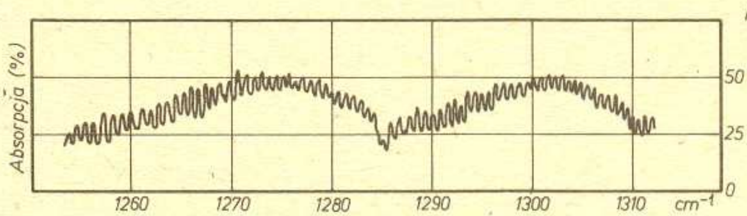




Rys. 3. Pasmo rotacyjne gazowego dwutlenku węgla CO_2 (a) otrzymane z jego widma absorpcyjnego (b).

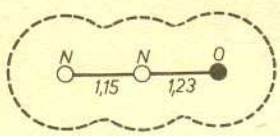
Cząsteczka CO_2 jest białym krukiem w świecie molekuł — większość z nich ma w równowadze niezerowe momenty dipolowe. Dla przykładu popatrzmy na wyniki pomiaru promieniowania tlenku azotu N_2O (rysunki 4a i 4b). Pasmo rotacyjne zawiera teraz poziomy o wszystkich liczbach kwantowych I; różnice momentów pędu między kolejnymi poziomami są równe 1, a więc każdy z kwantów promieniowania musi unosić moment pędu $1\hbar$. Cząsteczki N_2O emitują więc promieniowanie dipolowe, a zatem mają w równowadze niezerowy moment dipolowy. Jest tak dlatego, że w cząsteczce tlenku azotu atomy azotu są po tej samej stronie atomu tlenu (rys. 5).





Rys. 4. Pasmo rotacyjne gazowego N_2O (a), otrzymane z widma absorpcyjnego (b).

Dotychczas mówiliśmy tylko o obrotach wokół osi prostopadłej do osi symetrii. Układ prętów i kul makroskopowych, o jakim mówiliśmy na początku, może się, oczywiście, obracać również i wokół swojej osi symetrii. Można byłoby więc oczekiwać podobnego ruchu w przypadku układu mikroskopowego. Natrafiamy tu jednak na poważny problem związany z niemożnością odróżnienia cząsteczki liniowej od takiej samej cząsteczki obróconej o jakiś kąt wokół osi symetrii. W przypadku układu prętów i kul rozróżnienia takiego możemy dokonać; na przykład stawiając pędzelkiem małą kropeczkę na jednej z kul układu i obserwując jej położenie. Cząsteczki liniowe mają idealną symetrię obrotową i z punktu widzenia mechaniki kwantowej ruch obrotowy wokół ich osi symetrii po prostu nie istnieje. Natomiast każde odstępstwo od liniowości cząsteczki prowadzi do pojawienia się kilku pasm rotacyjnych.



Rys. 5. Molekuła tlenku azotu.

Znając energie emitowanych kwantów i wartość stałej Plancka możemy wyznaczyć momenty bezwładności rozmaitych molekuł. Dla naszych cząsteczek CO_2 i N_2O wynoszą one odpowiednio $0{,}72 \cdot 10^{-45}$ kg · m² oraz $0{,}67 \cdot 10^{-45}$ kg · m², a więc są bardzo małe. Nie oznacza to jednak, że cząsteczki obracają się wolno! Aby przy tak małym momencie bezwładności móc zmagazynować „aż" jednostkę $\hbar$ momentu pędu, muszą one wykonywać około 10^{10} obrotów na sekundę, co przy ich małych rozmiarach wymaga, by skrajne atomy poruszały się z całkiem sporą prędkością kilkunastu metrów na sekundę. Z jeszcze większymi prędkościami kątowymi wirują jądra atomowe!

Czytelnicy piszą

$$\begin{array}{r} 75812394 \\ -49321857 \\ \hline 26490537 \\ +73509462 \\ \hline 99999999 \end{array}$$

Rozważmy następujące zadanie: od danej liczby parzystocyfrowej, której pierwsza cyfra jest większa od ostatniej, odejmijmy liczbę powstałą z wyjściowej przez zapisanie jej cyfr w odwrotnym porządku. Do otrzymanej w ten sposób liczby dodajmy liczbę z niej powstałą znów przez zapisanie jej cyfr w odwrotnym porządku (jeśli różnica miała mniej cyfr niż liczba, z której startowaliśmy, to dopisujemy jej na początku 0 i dopiero „odwracamy"). Okazuje się, że jeśli zaczynaliśmy od liczby $2n$-cyfrowej, to w 45^n przypadkach nasze postępowanie da w wyniku liczbę $2n$-cyfrową składającą się z samych dziewiątek. Wynik taki otrzymamy, jeżeli tylko liczba, od której rozpoczęliśmy, spełnia następujące warunki (a_i oznacza i-tą od końca cyfrę danej liczby)

$a_{2n} > a_1,\ a_{2n-1} < a_2,\ a_{2n-2} > a_2,\ \dots,\ a_{n+1} > a_n$, jeśli n nieparzyste,

a $a_{n+1} < a_n$, gdy n parzyste.

Jeśli zaś liczba nie spełnia powyższych warunków, to opisane postępowanie prowadzi do liczby, w której zapisie nie występują cyfry 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Wynik ten wraz z dowodem przekazał nam pan Tadeusz Boncler. Sądzimy, że publikowanie dowodu zepsułoby Czytelnikom przyjemność, jaką będzie przeprowadzenie go samodzielnie.