



Rys. 4

W warstwie, w której molekuly „przymocowane” są do ścian, siłami takimi są siły sprężystości direktora. Molekuly w wybranej warstewce, równoległej do ścianki, oddziałują sprężystości z molekulami w warstewkach sąsiednich, jeśli orientacja w tych ostatnich jest inna. Wypadkowy moment tych sił liczony na jednostkę objętości można — w przybliżeniu małych odkształceń — uznać za proporcjonalny do  $d^2\Theta/dz^2$ . Równowaga momentu sił sprężystości i momentu sił pochodzących od zewnętrznego pola elektrycznego w każdym punkcie warstwy ustala kierunek direktora w tym punkcie. Żądanie równowagi momentów jest tożsame z żądaniem, aby całkowita energia (sprężysta + elektryczna) zmagazynowana w warstwie miała wartość najmniejszą spośród energii warstw o różnych rozkładach direktora umieszczonych w polu. Takie energetyczne podejście jest powszechnie stosowane w teorii sprężystości. Jest to przykład często wykorzystywanej w fizyce metody wariacyjnej, polegającej na poszukiwaniu warunków, w których jakaś wielkość jest najmniejsza.

W polu przyłożonym do warstwy niezaburzonej, tj. uporządkowanej prostopadle do pola, momenty sił sprężystych i elektrycznych równają się zeru. Warstwa nabywa tylko energii potencjalnej, proporcjonalnej do kwadratu natężenia pola. Stan równowagi utrzymuje się jednak tylko do takiego natężenia pola elektrycznego, powyżej którego energia elektryczna warstwy nieodkształconej stałaby się wyższa od sumy energii elektrycznej i sprężystej warstwy odkształconej. Powyżej tej progowej wartości następuje odkształcenie warstwy. Kąt wychylenia direktora  $\Theta$  jest sinusoidalną funkcją współrzędnej  $z$  i jest największy w połowie warstwy (rys. 3c). W polach znacznie przekraczających progowe w przeważającej objętości warstwy direktor jest wychylony o kąt  $90^\circ$  (rys. 3d).



Opisane odkształcenie direktora w nematyku ma swój odpowiednik wśród tradycyjnych deformacji sprężystych. Jest nim wygięcie elastycznego pręta ściskanego siłą skierowaną wzdłuż osi pręta (rys. 4a). Pozostaje on prosty do pewnego krytycznego naprężenia. Powyżej wartości krytycznej — wygina się. Jeśli nie przekroczyć jej zbyt — wygięty pręt ma kształt sinusoidy (rys. 4b). Przesunięcie elementów pręta w bok jest więc wielkością analogiczną do kąta wychylenia direktora.

Opisane tu odkształcenie direktora to przypadek stosunkowo prosty. Połączenie płynności i anizotropii, które realizuje się w ciekłych kryształach, stwarza zwykle bardziej skomplikowane sytuacje. We wszystkich bardzo istotnym czynnikiem jest orientacja molekul. Ważną rolę w jej ustaleniu odgrywa właśnie sprężystość direktora.

Opisane własności ciekłych kryształów, a w szczególności łatwość, z jaką można odkształcać pole direktora i zmieniać w ten sposób ich własności optyczne, decydują o licznych zastosowaniach technicznych ciekłych kryształów, między innymi we wskaźnikach zegarków i kalkulatorów elektronicznych.



## Zadania

Redaguje dr Rafał SZTENCEL



**M 430.** W punkcie  $O$  na prostej stoi pionek. Rzucamy symetryczną monetą i w zależności od wyniku przesuwamy pionek o jednostkę w lewo lub w prawo. Znajdź prawdopodobieństwo tego, że pionek kiedyś przekroczy milion.

Rozwiązanie na str. 11

**M 431.** Pokazać, że na sferze o promieniu 1 da się znaleźć 1600 punktów tak, by każdy punkt sfery był odległy o nie więcej niż  $1/10$  od któregoś z nich.

Rozwiązanie na str. 5

**M 432.** Pokazać, że dla każdej liczby wymiernej  $\frac{p}{q}$ , gdzie  $q > 0$ , mamy

$$\left| \sqrt{2} - \frac{p}{q} \right| > \frac{1}{3q^2}.$$

Rozwiązanie na str. 11

Redagują mgr Tomasz TRATKIEWICZ i mgr Włodzimierz ZIELICZ

**F 194.** W polu magnetycznym znajduje się nadprzewodzący pierścień. Strumień indukcji pola magnetycznego przez pierścień jest równy  $\Phi_0$ . Jaka będzie wartość strumienia po wyłączeniu pola?

Rozwiązanie na str. 3

**F 195.** Na osi elektromagnesu zasilanego prądem zmiennym umieszczono aluminiowy pierścień (rysunek). Dlaczego pierścień zawisł nad elektromagnesem?

Rozwiązanie na str. 5

(M. Romaniuk)

