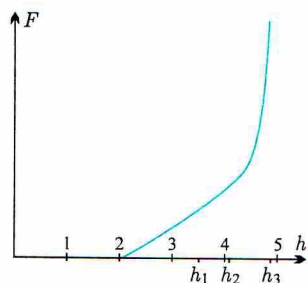


Rys. 7



Rys. 8

okręgu. W przypadku przedstawionym na rysunku 4 promień łuku r jest powiązany z h wzorem

$$l = d - 2r + 2(h - r) + \pi r,$$

a dalej znajdujemy

$$(1) \quad F = 2N = 4\sigma r = 4\sigma(d + 2h - l)/(4 - \pi).$$

Otrzymana zależność $F(h)$ jest liniowa, a obowiązuje ona dopóty, dopóki pewne odcinki nitki pozostają „przyklejone” do pręta (w pobliżu końców nitki), a inne – do siebie nawzajem (w pobliżu środka). Przy podanych wartościach l i d (ogólnie, gdy $2l < \pi d$) nitka najpierw „odklei się do końca” w środku; nastąpi to w momencie, gdy h przekroczy wartość $h_1 = (l - d)/(\pi - 2) = 3,504$ cm. Wtedy błonka przybierze kształt przedstawiony na rysunku 6 i mamy układ równań

$$(2) \quad h = r(1 - \cos \alpha), \quad l = d - 2r \sin \alpha + 2r\alpha, \quad F = 4\sigma r \sin \alpha.$$

Wylimitowanie kąta α i wyznaczenie szukanej funkcji $F(h)$ może być przeprowadzone w tym przypadku tylko numerycznie. Przy dalszym zwiększaniu siły F osiągamy punkt $h = h_2$, w którym nitka „odkleja się” także od pręta. Wartość h_2 można wyznaczyć dołączając do równań (2) dodatkowy warunek $d = 2r \sin \alpha$; otrzymuje się $h_2 = 4,096$ cm. Po przekroczeniu tego punktu obowiązują równania (zob. rys. 7)

$$(3) \quad h = r(\cos \beta - \cos(\alpha + \beta)), \quad d = 2r((\sin(\alpha + \beta) - \sin \beta)), \quad l = 2r\alpha, \quad F = 4\sigma r \sin(\alpha + \beta).$$

Maksymalną wartość h (osiąganą w granicy $F \rightarrow \infty$) jest $h_3 = (1/2)\sqrt{l^2 - d^2} = 4,899$ cm. Kompletując dane numeryczne uzyskane z analizy równań (1), (2) i (3) otrzymujemy wykres $F(h)$ przedstawiony na rysunku 8.

List do Redakcji *Delta*

Ciekawy skądinąd artykuł Stanisława Mrówczyńskiego „Rozszczepienie jąder uranu i datowanie skał” (*Delta* 11/1996) koniecznie wymaga uzupełnienia. Czytelnik, który nie uczył się jeszcze o uranie (a o pierwiastku tym mówi się dopiero w ostatniej klasie liceum) może dojść do wniosku (sprawdziłem to na paru zdolnych uczniach), że promieniotwórczość uranu polega właśnie na rozszczepieniu jego jąder, bo tylko o takim rozpadzie najbardziej rozpowszechnionego izotopu, ^{238}U , jest mowa w artykule. Tymczasem, dla tego izotopu rozszczepienie jest zjawiskiem marginalnym: jedno rozszczepienie przypada średnio na blisko milion rozpadów na cząstkę α , czyli jądro helu ^4He oraz izotop toru ^{234}Th . Ciekawe byłoby wyjaśnienie, dlaczego nie ten rozpad, tylko właśnie tak rzadkie rozszczepienie zostawia w skałach wyraźne ślady. Liczę w tym względzie na odpowiedź Autora artykułu.

Piotr GOLDSTEIN

Dlaczego w górach jest zimniej?

Najwięcej energii w widmie słonecznym niesie promieniowanie widzialne, ale bezpośrednio ogrzać powietrza nie może, gdyż jest ono dla niego przezroczyste. Światło może przekazać energię powierzchni Ziemi, dopiero od niej ogrzewa się powietrze. Ogrzane bąki powietrza unoszą się ku górze, rozprężają (bo ciśnienie ku górze spada), a więc i ochładzają.

Jak gwałtowny jest spadek temperatury z wysokością? Można to oszacować w dwóch etapach.

1. Oszacujmy najpierw spadek ciśnienia z wysokością. Gdy obserwator uniesie się o dh , to ciężar słupa powietrza o jednostkowym przekroju nad nim zmaleje o $g\rho dh$, gdzie g jest przyspieszeniem ziemskim, a ρ gęstością. Spadek ciśnienia wynosi więc

$$dP = -g\rho dh.$$

Przy powierzchni Ziemi mamy: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$, więc $dP \approx -13 dh$ w jednostkach SI.

2. Unoszące się powietrze ochładza się w przybliżeniu adiabaticznie, czyli

$$PT^\gamma = \text{const}, \quad \text{gdzie } \gamma \approx -2,5.$$

Wtedy

$$\frac{dP}{P} = 2,5 \frac{dT}{T},$$

co po wykorzystaniu wyniku z punktu 1 daje

$$dT \approx -5 \frac{T}{P} dh.$$

Podstawiając $T \approx 300 \text{ K}$, $P = 100\,000 \text{ Pa}$, stwierdzamy, że temperatura opada o 1,5 K na każde 100 m wysokości.

Nic więc dziwnego, że nawet w tak niskich górach jak Tatry przez cały rok utrzymują się miejscami płaty śniegu. Troposfera jest tą warstwą atmosfery, w której temperatura spada ze wzrostem wysokości. Wyżej temperatura rośnie, gdyż w stratosferze leży warstwa ozonu absorbująca słoneczny nadfiolet. Jeszcze wyżej, w mezosferze, temperatura powietrza znowu spada ze wzrostem wysokości, tak jak być powinno.

Tomasz KWAST