



Naczynie do prezentacji efektu włoskowatości AM 0502

Opis

Przyrząd składa się z dużej rurki zbiornikowej połączonej kolektorem z czterema rurkami kapilarnymi o zróżnicowanej średnicy wewnętrznej. Całe urządzenie jest podparte na solidnej podstawie.



Demonstracja

Uwaga: Aby lepiej było widać poziom wody w poszczególnych rurkach oraz kształt jej powierzchni, 50 ml wody można zabarwić np. barwnikiem spożywczym.

Przed realizacją doświadczenia, można poprosić uczniów aby spróbowali przewidzieć, co się stanie, gdy woda zostanie dodana do rurki zbiornikowej. Po dyskusji można rozpocząć prezentację. W tym celu należy:

1. do rurki o największej średnicy powoli dodawać zabarwioną wodę. Należy zwrócić uwagę uczniów na najdalszą rurkę kapilarną.
2. gdy poziom cieczy w rurce zbliży się do szczytu, należy przestać dodawać wodę.

SI IN AM 0502 09/20



nowa szkoła
ul. POW 25, 90-248 Łódź,
www.nowaszkoła.com
tel. (42) 630 17 28,
(42) 630 04 88, fax: (42) 632 73 28

OSTRZEŻENIA!



1. Produkt przeznaczony jest dla dzieci powyżej 3 lat. Zawiera małe elementy – ryzyko zadławienia.
2. Do użytku pod bezpośrednim nadzorem osoby dorosłej
3. Należy zachować opakowanie lub/i instrukcję. Zawierają one ważne informacje mogące być przydatne w przyszłości.
4. Użytkowanie niezgodne z zaleceniami zwalnia producenta od odpowiedzialności za ewentualne szkody.

Efekt

Kiedy układ osiągnie równowagę, poziom w rurce zbiornikowej i pierwszej rurce kapilarnej będzie mniej więcej taki sam. Poziom wody w kolejnych dwóch rurek jest taki sam, ale oba będą wyższe niż w pierwszej. Poziom w czwartej tubie jest znacznie wyższy niż w każdej innej rurce.

Wskazówka dla nauczyciela

Zapytaj uczniów, czy potrafią wyjaśnić to zjawisko. Spróbuj użyć różnych płynów, aby zobaczyć, czy jest jakaś różnica. Spróbuj zakryć koniec jednej z rurek, aby zobaczyć, czy ma to wpływ.

Teoria

Woda w szeregu identycznych rurek osiągała równowagę przy tym samym poziomie wody, ze względu na wpływ ciśnienia powietrza na kolumny. W tym przypadku rurki są małe i mają różne przekroje, przez co całkowita siła kolumny powietrza nad nimi jest mniejsza niż siła zjawiska kapilarnego ciągnącego wodę do góry. Kiedy woda wzrośnie do punktu, w którym siła działania kapilarnego jest równa sile ciśnienia powietrza zmuszającego wodę do opadania, woda przestanie się podnosić. Ponieważ siła działania kapilarnego jest zasadniczo stała dla konkretnej cieczy, pole powierzchni przekroju rurki jest czynnikiem decydującym o wysokości wody.

Zjawisko kapilarności wynika z dwóch czynników. Jednym z nich jest siła kohezji (spójność), która jest siłą wzajemnego przyciągania się cząsteczek cieczy. Druga to siła adhezji (przyczepność), która jest siłą oddziaływania między cząsteczkami cieczy i cząsteczkami niektórych innych substancji, w tym przypadku szklanymi ścianami rurki kapilarnej. Gdy woda zostanie umieszczona w rurce, cząsteczki w górnej warstwie wody zostaną przyciągnięte do szklanej ściany rurki, pociągając je lekko do góry. Siła kohezji między tą cząsteczką a innymi cząsteczkami wody w tubie pociągnie cząsteczkę w dół. W przypadku wody i szkła siła adhezji jest nieco większa niż siła kohezji, dlatego woda na styku ze szkłem będzie miała tendencję do unoszenia się na ściankach tuby. Powierzchnia wody w pobliżu ścianek zakrzywia się w gó-

re, tworząc menisk wklęsły. Kiedy woda wzrośnie do punktu, w którym jej ciężar pod powierzchnią dokładnie wyrówna siłę kapilarną, woda przestanie podnosić się. Współczynnik napięcia powierzchniowego dla wody wynosi około 0,073 N/m. Jest to składnik siły kohezji. Ponieważ woda jest ustawiona pod kątem do szklanej ściany, siła utrzymująca ją jest pionowym składnikiem napięcia powierzchniowego $F \cos \theta$. Aby określić wysokość, na którą podniesiona zostanie woda w kolumnie, należy znać promień rurki, długość powierzchni styku. Wzór na ciężar wody w kolumnie (tylko ta część kolumny powyżej poziomu w dużej rurce) jest następujący:

$$p (r^2 h) g, \text{ gdzie } p = \text{ciśnienie powietrza}$$

Jeśli ustawimy to na równi z siłą kapilarną, otrzymamy:

$$y 2 r \cos \theta = p (r^2 h) g$$

Możemy wtedy znaleźć teoretyczną wysokość podciągania kapilarnego jako:

$$h = \frac{2y \cos \theta}{p r g}$$

Objaśnienia

A = siła przyczepności

C = siła kohezji

R = siła wypadkowa

F = siła napięcia powierzchniowego

h = wysokość

r = promień kapilary

UWAGA: do szkła wodnego

θ°

$Y = 0,073 \text{ N/m}$

