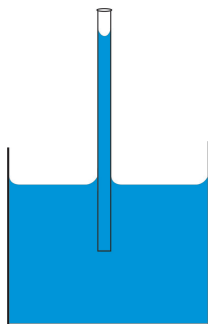


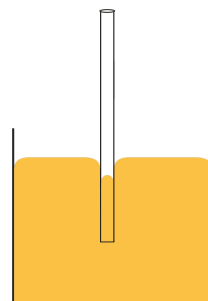
## Transport wody w roślinach

Atomy i cząsteczki oddziałują ze sobą siłami międzycząsteczkowymi o naturze elektromagnetycznej. W stanie gazowym oddziaływania te są stosunkowo słabe, gdyż gazy mają małą gęstość, co oznacza, że cząsteczki przeważnie znajdują się daleko od siebie. Spójność substancji w stanie ciekłym lub stałym zapewniona jest dzięki znacznie silniejszym oddziaływaniom, zwany **siłami spójności**. Podobnie mogą ze sobą oddziaływać cząsteczki różnych substancji. Szczególnie silnie oddziaływanie tego typu występuje na granicy dwóch substancji i zwane jest **siłami przylegania**.

Jeśli siły spójności cieczy są mniejsze niż siły przylegania, to mówimy, że **ciecz zwilża** ścianki naczynia; wówczas ciecz tworzy w naczyniu menisk wklęsły, a jeśli naczynie jest kapilarą (bardzo wąską rurką) – poziom cieczy w kapilarze podnosi się powyżej poziomu cieczy w naczyniu, z którego czerpana jest ciecz (rysunek po lewej stronie).



Jeśli siły spójności cieczy są większe niż siły przylegania, to mówimy, że **ciecz nie zwilża** ścianek naczynia; wówczas ciecz tworzy w naczyniu menisk wypukły, a jeśli naczynie jest kapilarą – poziom cieczy w kapilarze spada poniżej poziomu cieczy w naczyniu, z którego jest ona czerpana (rysunek po prawej stronie).



W wąskich rurkach o średnicy mniejszej niż 1 mm, zwanych **naczyniami włoskowatymi** lub kapilarami występuje opisane powyżej zjawisko **włoskowatości** (inaczej mówiąc: **efekt kapilarny**), polegające na pełnieniu cieczy po ściankach tych naczyń. Im cieńszy kanał, tym silniejsza tendencja cieczy do pełnienia. Między innymi dzięki temu efektowi rośliny transportują wodę z korzeni, poprzez łądogę, do wszystkich swoich części. Rośliny składają się z wielu długich i bardzo cienkich cząsteczek celulozowych. Woda zwilża ścianki cząsteczek celulozowych. Są to więc naczynia kapilarne (włoskowate), a woda podnosi się w nich do góry na znaczną wysokość (nawet kilkudziesięciu metrów, jak w przypadku drzew).

### Doświadczenie 1: Wędrówka wody w roślinie

#### Przyrządy i materiały

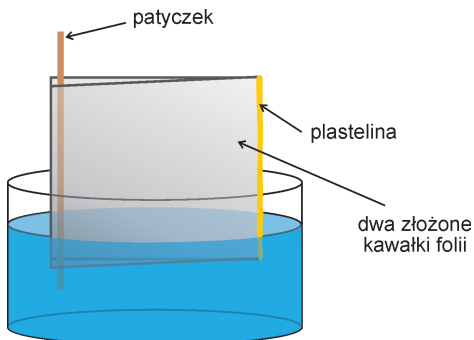
dwa jednakowej wielkości kawałki sztywnej, bezbarwnej, przezroczystej folii (np. do transparentacji) o wymiarach ok. 10 cm x 10 cm, przezroczysty pojemnik o szerokości nieco większej od szerokości jednego kawałka folii, woda z kranu, kilka kropli oleju spożywczego, wykałaczka lub patyczek do szaszłyków, plastelina, nożyczki, jeden atramentowy nabój lub kilkanaście kropli atramentu (niekonieczne).

#### Przygotowanie

Złóż kawałki folii ze sobą. Włóż wykałaczkę lub patyczek do szaszłyków pomiędzy kawałki folii (wzdłuż jednego z brzegów). Przeciwległe brzegi obu kawałków folii sklej od **zewnętrznej** strony plasteliną.

### Eksperyment

- Nalej wodę do pojemnika. Włóż konstrukcję z folii pionowo do wody, jak pokazano na rysunku. Odczekaj około 30 s. Zaobserwuj, w jaki sposób woda została wciągnięta pomiędzy kawałki folii.
- Rozłącz kawałki folii. Wytrzyj do sucha. Posmaruj każdy kawałek folii z jednej strony olejem. Złóż kawałki folii natłuszczonymi powierzchniami do siebie. Posmaruj wykałaczkę olejem i włóż ją pomiędzy kawałki folii (wzdłuż jednego z brzegów). Całość ponownie sklej z jednej strony plasteliną i włóż folie pionowo do wody. Odczekaj około 30 s. Zaobserwuj, w jaki sposób woda została wciągnięta pomiędzy kawałki folii.



**Uwaga!** Podczas wkładania konstrukcji z folii do wody, przyciskaj palcami oba pionowe brzegi folii.

### Komentarz

Konstrukcja z folii i patyczka jest w istocie wąskim korytarzem, którego szerokość maleje wraz z oddaleniem od miejsca umocowania patyczka. Woda wciągana jest do konstrukcji i wznosi się w korytarzu dzięki zjawisku włoskowatości. Nasz korytarz można potraktować jako zbiór bardzo wielu równoległych do siebie, pionowych naczyń włoskowatych.

Gdyby korytarz był szeroki, woda wzniosłaby się w nim na wysokość równą wysokości położenia tafli wody w całym naczyniu. Ponieważ korytarz jest bardzo wąski, istotne stają się nie tylko siły występujące pomiędzy cząsteczkami wewnątrz cieczy (**siły spójności** cieczy), ale także siły oddziaływania pomiędzy cząsteczkami cieczy a cząsteczkami naczynia (folii), czyli **siły przylegania** cieczy do naczynia.

W pierwszej części naszego doświadczenia woda wspięła się do wnętrza korytarza i to tym wyżej, im węższy był korytarz; najwyżej woda wspięła się w części najbardziej oddalonej od patyczka (bo siły przylegania wody do folii są większe niż siły spójności samej wody).

W drugiej części naszego doświadczenia woda wspięła się do wnętrza korytarza właściwie tylko w pobliżu patyczka. Wiąże się to z faktem, iż siły przylegania wody do oleju są znacznie słabsze niż siły spójności wody.

### Doświadczenie 2: Ciśnienie turgorowe

#### Przyrządy i materiały

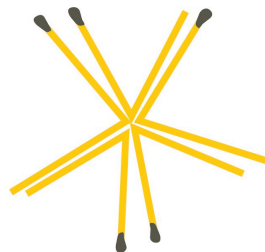
5 drewnianych zapalek, czysty kroplomierz (zakraplacz do oczu lub pipeta), woda z kranu, płaski talerzyk.

#### Przygotowanie

Zegnij każdą zapalniczkę dokładnie w połowie, ale tak, aby jej nie złamać!

#### Eksperyment

Ułóż wszystkie zapalniczki na talerzyku tak, aby się stykały punktami zgieć. Zapalniczki powinny utworzyć pięciopromienną figurę, jak na obrazku.



Użyj kroplomierza i umieść 4 krople wody w samym środku, pomiędzy punktami zgięć zapalek. Obserwuj zapalki przez minutę.

### Komentarz

Zapalki są zrobione z drewna. Drewno jest zbudowane z komórek roślinnych. Podczas suszenia drewna, większość wody obecna pomiędzy komórkami wydostaje się na zewnątrz, pozostawiając puste przestrzenie (kanały) pomiędzy komórkami. Gdy wkrapiamy wodę pomiędzy zapalki, woda wciągana jest do tych bardzo wąskich, pustych kanałów dzięki tak zwanemu efektowi kapilarnemu.

Zginając zapalkę, zginiemy komórki i kanały wewnątrz drewna. Po dostaniu się wody do wnętrza zapalki, ciśnienie wody stara się przywrócić początkowy kształt kanałom międzykomórkowym i komórkom. Takie ciśnienie cieczy przywracające pierwotny kształt nazywa się **ciśnieniem turgorowym**. W naszym doświadczeniu ciśnienie turgorowe było wystarczająco duże, aby nieco wyprostować zapalki, które dzięki temu utworzyły po krótkiej chwili kształt gwiazdy.

Żywe organizmy roślinne (zwłaszcza te małe) wykorzystują ciśnienie turgorowe do utrzymywania stale tego samego kształtu komórek i kanałów międzykomórkowych. Roślina, której nie jest dostarczana wystarczająca ilość wody, więdnie (mięknie), ponieważ ciśnienie wewnętrzne jest zbyt niskie do zachowania jej świeżego kształtu.



DS