

Kiedy wytwórca win przechadza się pomiędzy dojrzewającymi krzewami winoroślami by określić czy ich owoce są wystarczająco słodkie dla najlepszej jakości trunku, zrywa grono i wyciska z niego kilka kropel do instrumentu przypominającego miniaturową lunetę. Następnie przytyka urządzenie do oka i odczytuje z jego skali zawartość cukru w soku. Instrumentem tym jest refraktometr, a pomiar nim dokonywany wskazuje wartość współczynnika załamania soku. Ten praktyczny przykład bardzo obrazowo przedstawia wpływ składu chemicznego substancji na jej właściwości optyczne, takie jak np. kolor, transparentność, czy też właśnie wartość współczynnika załamania. Współczynnik załamania jest miarą szybkości światła w danym ośrodku. Określa również zdolność ośrodka do odbicia lub ugięcia promieni świetlnych przy ich przechodzeniu z jednego materiału do drugiego. W przypadku winogron, znajdujący się w nich cukier spowalnia światło. Cóż, nawet światło rozplywa się w słodkościach.

Mały, trzymany w dłoni refraktometr nie jest jednak urządzeniem bardzo dokładnym. Dla wytwórcy win nie musi, ale dla innych zastosowań jest wymagana zdecydowanie wyższa dokładność. W specjalnych układach, zwanych interferometrami Macha-Zehndera, światło jest rozdzielane na dwie części, które wędrują różnymi drogami do jednego detektora. W momencie ponownego spotkania się tych części, jeszcze przed detektorem, interferują ze sobą. Z uwagi na fakt, że światło może być opisane jako fala, zauważamy, że jeśli grzbiety fal dwóch tych części trafią na siebie to mogą się wzajemnie wzmocnić, widzimy wtedy zwiększoną intensywność światła. Gdy jednak grzbiet fali jednej części spotka się z dnem fali drugiej, intensywność światła zmniejszy się. Jeśli więc współczynnik załamania dla jednej części światła będzie choćby trochę inny niż dla drugiego, układ grzbietów i den przesunie się, co zaobserwujemy jako zmianę intensywności światła po połączeniu. Interferometry są niezwykle wrażliwe nawet na minimalne zmiany współczynnika załamania.

Nowatorskie interferometry Macha-Zehnder'a są wytwarzane przez naukowców z Université du Québec en Outaouais (Kanada) we współpracy z grupą badawczą z Politechniki Warszawskiej. Składają się one z wnęki wykonanej w światłowodzie włóknowym przy użyciu lasera o znaczącej mocy optycznej i bardzo krótkich impulsach. Ze względu na konstrukcję wnęki część światła biegnąca włóknem zostanie do niej skierowana, a po jej przebyciu spotka się ponownie ze światłem biegnącym włóknem. W ten sposób światło będzie podążało dwoma różnymi ścieżkami, otrzymano więc układ bardzo zbliżony do typowo bardzo dużych układów interferometru Macha-Zehndera. Wypełniona cieczą wnęka pozwoli na wykrycie bardzo małych zmian w składzie cieczy. W rozpatrywanym w projekcie przypadku, sama wnęka jest bardzo mała, osiągając średnicę i głębokość rzędu grubości ludzkiego włosa. Jeśli wyobrazimy sobie takie małe naczynie jako przestrzeń do wykonywania reakcji chemicznych i jednocześnie będziemy obserwowali zmiany sygnału optycznego transmitowanego przez to naczynie, to właśnie te zmiany będą informowały nas o przebiegu reakcji wewnątrz wnęki. W ramach tego projektu reakcje jakie zajdą we wnętrzu wnęki będą reakcjami elektrochemicznymi. Elektrochemia to nauka opisująca przemieszczanie się ładunku elektrycznego podczas reakcji chemicznych. Są to reakcje, które zachodzą wewnątrz baterii i ogniw paliwowych, ale ze względu na błyskawiczną odpowiedź układu w postaci prądu elektrycznego wykorzystuje się je również jako wskaźniki pozwalające wykryć specyficzne cząstki. Wykorzystuje się także zjawisko odwrotne – przykładając odpowiednie napięcie i wymuszając przepływ prądu wymusza się określone reakcje elektrochemiczne w ściśle wyznaczonym czasie. Tę cechę zastosuje się do wywołania reakcji w dokładnie ustalonym momencie z jednoczesnym pomiarem optycznym przebiegu zdarzeń we wnęce. W pierwszej kolejności użyte zostaną dobrze znane reakcje elektrochemiczne w celu zbadania jak projektowany układ funkcjonuje. Jest to pierwsza próba jaka kiedykolwiek została podjęta do przeprowadzenia takich reakcji w tak małym interferometrze. Następnie, po dokładnym zbadaniu światłowodowego układu interferometrycznego oraz pozyskaniu wiedzy na temat jego współpracy z układem elektrochemicznym, użyty zostanie cały system jako czujnik do detekcji dopaminy - neuroprzekaźnika występującego w bardzo małych ilościach i stężeniach, które są trudne do wykrycia przy użyciu metod czysto optycznych lub czysto elektrochemicznych.