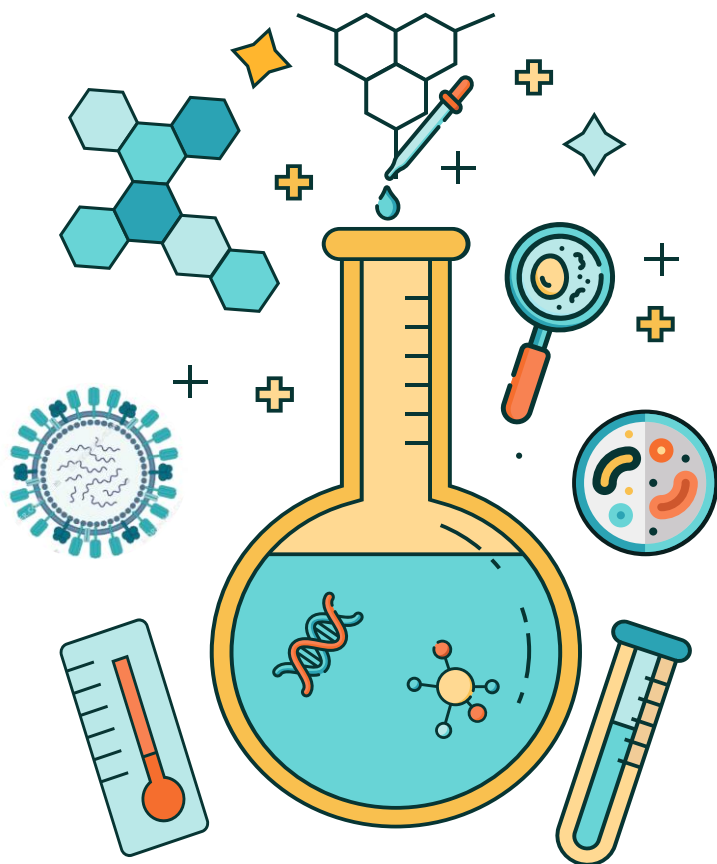




**WYDZIAŁ
CHEMII**

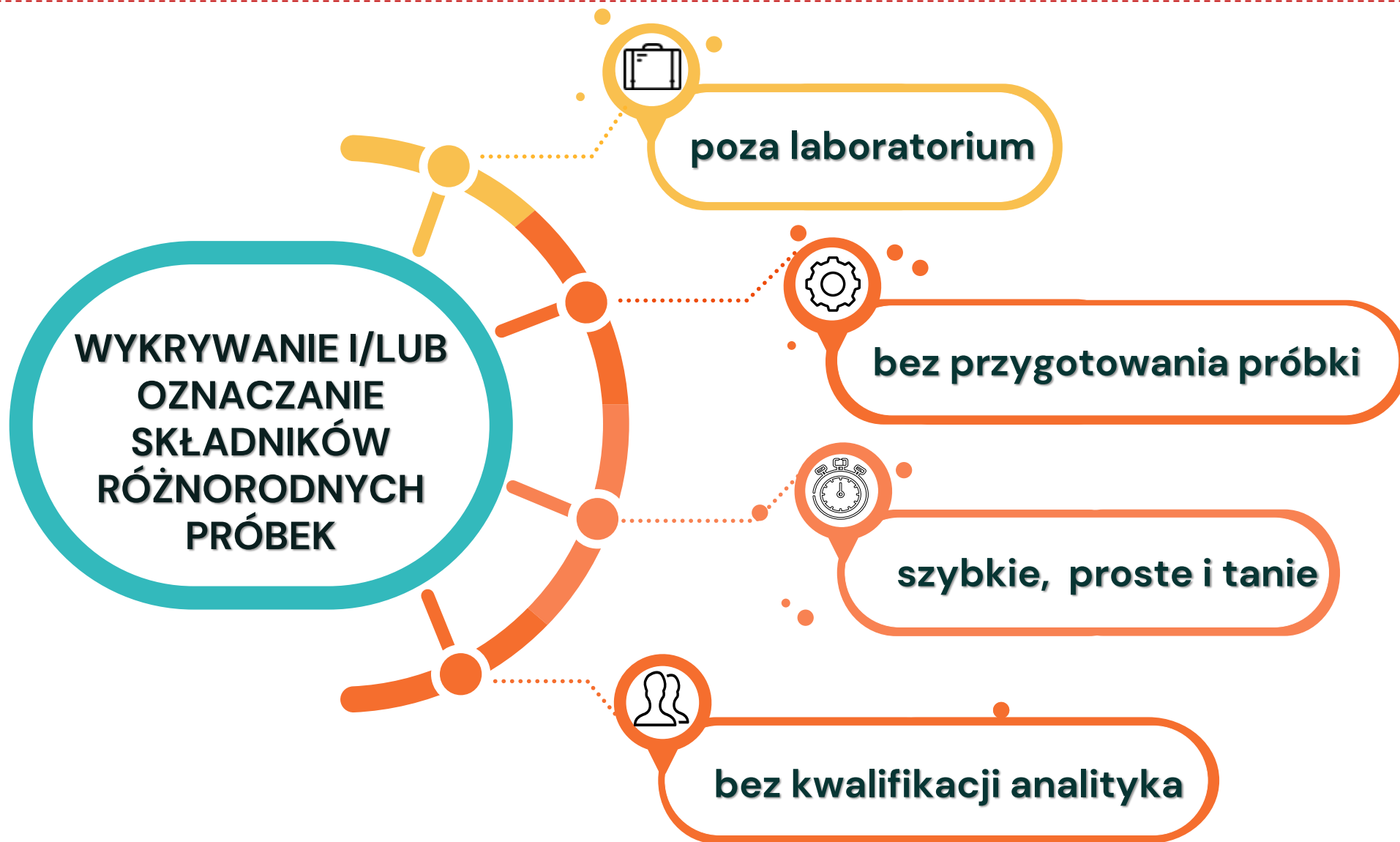
Uniwersytet Łódzki



CZY CHEMIA MOŻE BYĆ SUCHA?

dr Monika Skowron

WYZWANIE STAWIANE WSPÓŁCZESNEJ ANALITYCE



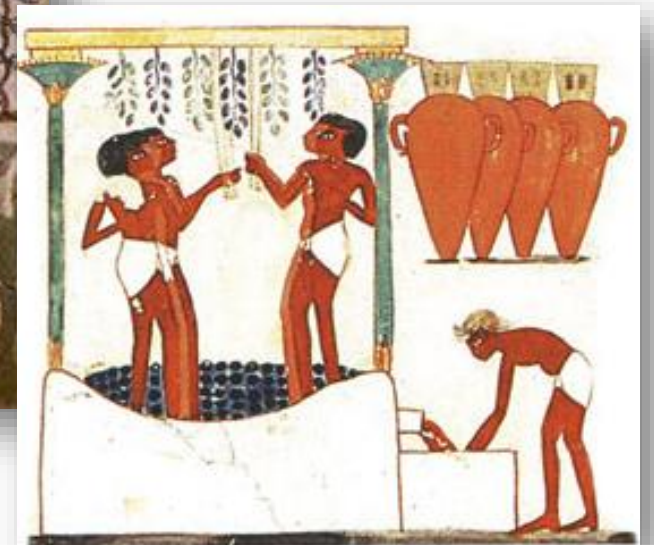
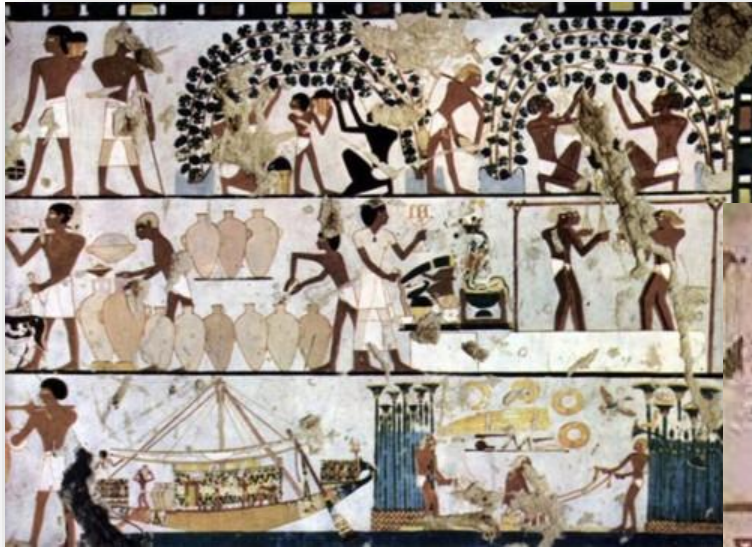
CZY JEST ROZWIĄZANIE?



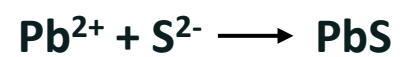
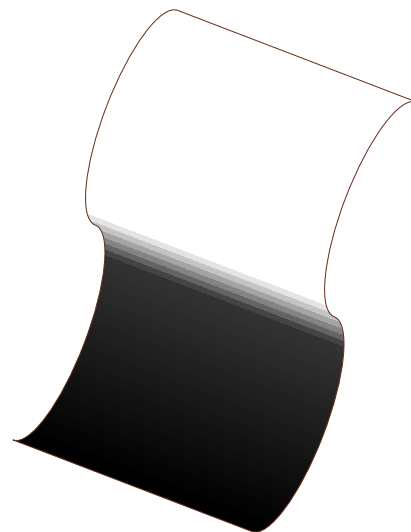
**niewielkie układy
zawierające wszystko co
niezbędne do wykrycia i/lub
oznaczenia badanego
parametru**

STAROŻYTNY EGIPT

CZY W TYM WINIE JEST TRUCIZNA?



SÓL PRAWDY



CUKIER OŁOWIANY - $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$



SÓL PRAWDY - Na_2S

STAROŻYTNY RZYM ok. 77 r n.e.

ZAPŁACONO MI ZŁOTYMI MONETAMI PODRABIANYMI ŻELAZEM? +



Fresk z Pompejów ukazujący sprzedawcę chleba



Hale Trajana (Mercati di Traiano) – ruiny w Rzymie



PAPIRUS NASĄCZONY ROZTWOREM OTRZYMANYM Z GALASÓW



galasy zawierające kwas galusowy



granatowo-fioletowe
zabarwienie papieru w wyniku reakcji kwasu
galusowego z żelazem

WYKRYWANIE CUKRU W MOCZU - pierwszy „współczesny test”

1850 – francuski chemik Jules Maumené

wełna merynosa nasączona
chlorkiem cyny (SnCl_2)



WYKRYWANIE ALBUMINY, CUKRU W MOCZU

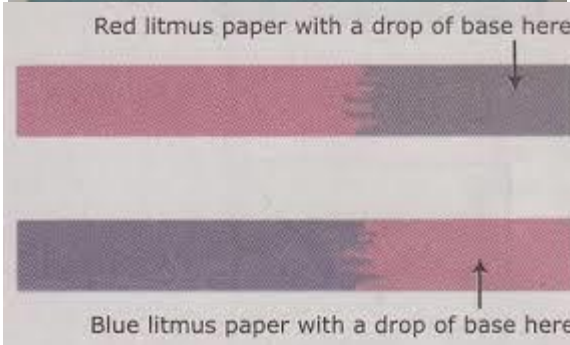
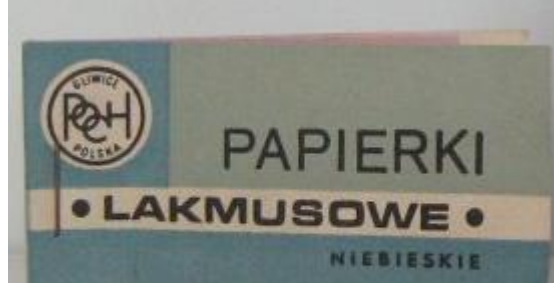
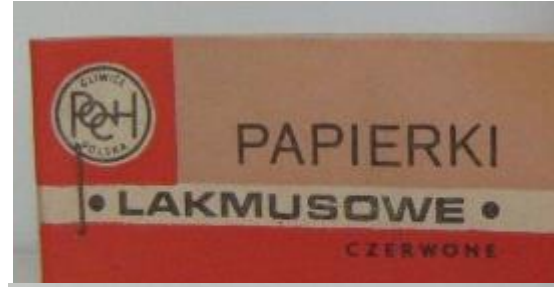
1880 r – dr Frederick William Pavy – tabletki do badania moczu



(Parke, Davis & Company Vest Pocket Laboratory ok. 1909r)

Division of Medicine and Science, National Museum of American History, Smithsonian Institution: https://www.si.edu/object/urinary-test-tablets-kit:nmah_735242

PAPIERKI WSKAŹNIKOWE

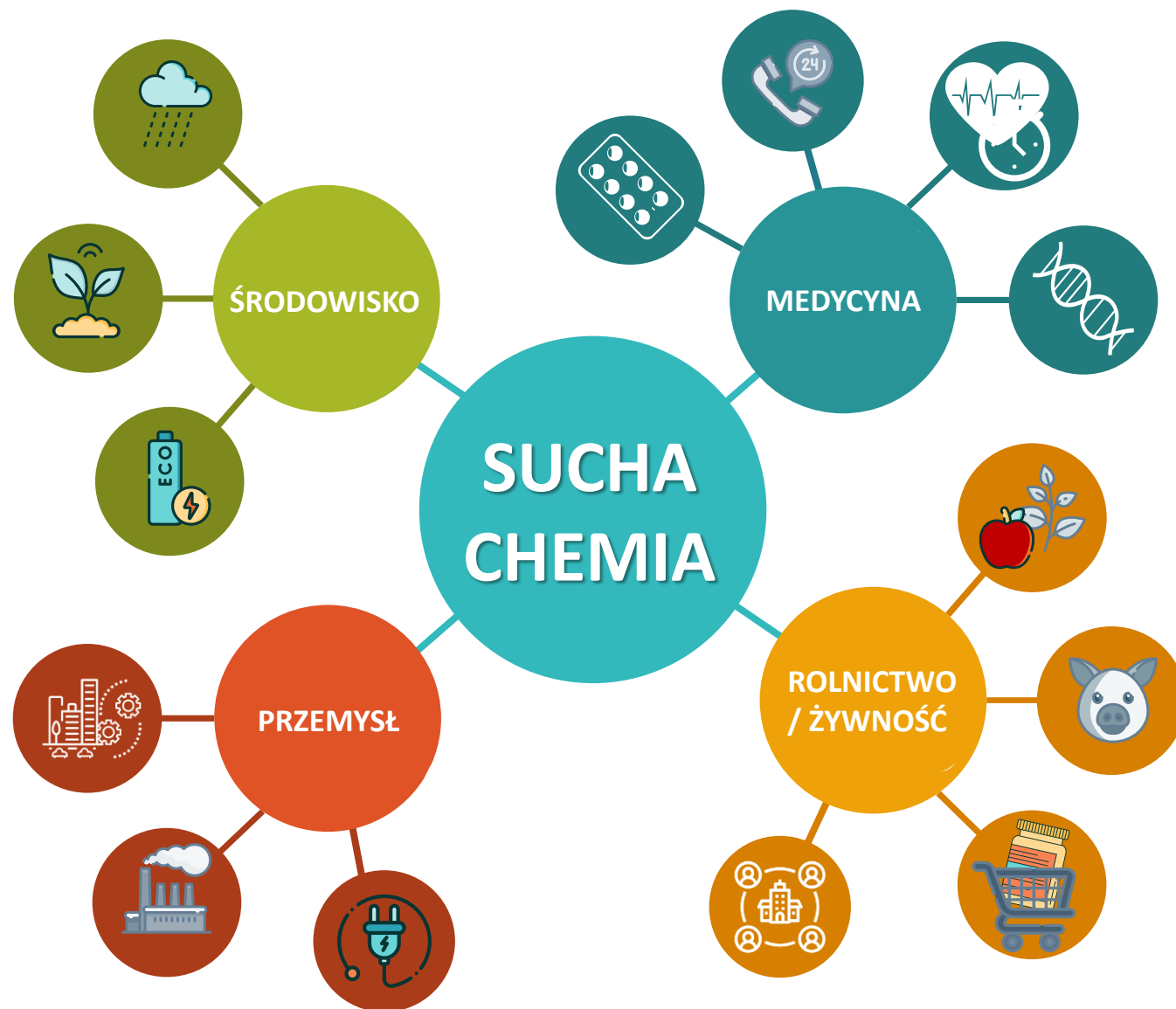


testy do analizy moczu

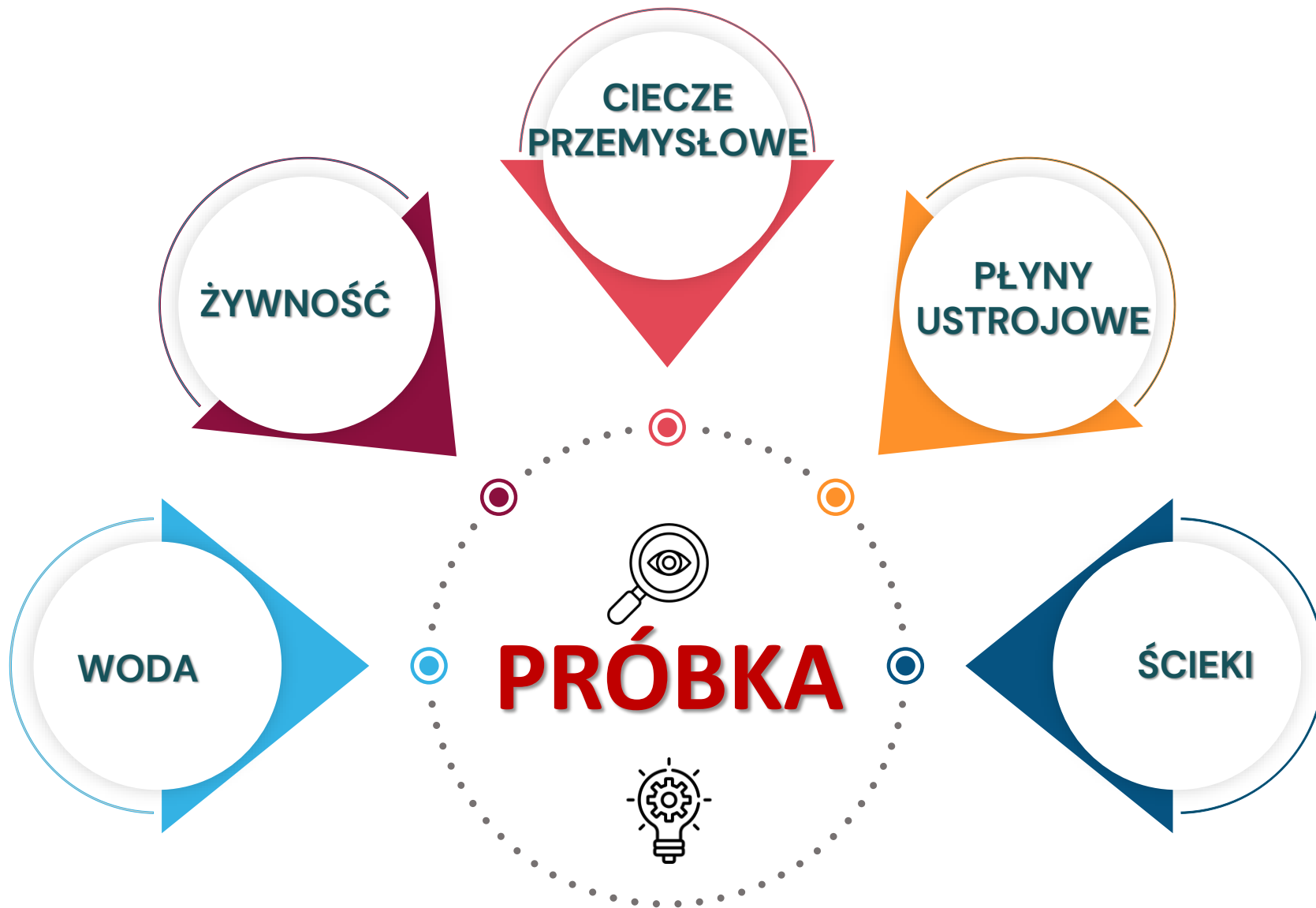
testy do analizy krwi

- ♦ Clinistix® – glukoza – 1956 r
- ♦ Albustix® – białko – 1957 r
- ♦ Uristix® – białko i glukoza – 1957 r
- ♦ pH, glukoza, białko – 1964 r
- ♦ azotany(III) – 1967 r

♦ bilirubina – 1974 r



+



BUDOWA SZYBKICH TESTÓW



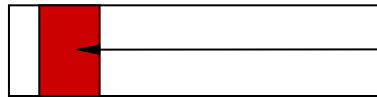


PAPIERKI WSKAŹNIKOWE

💧 bibuła nasączona odczynnikiem np. papierek lakmusowy do pomiaru pH

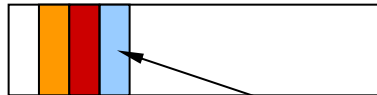


💧 jednopolowe np. do pomiaru pH

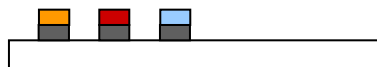
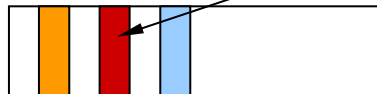


nośnik z naniesionym odczynnikiem

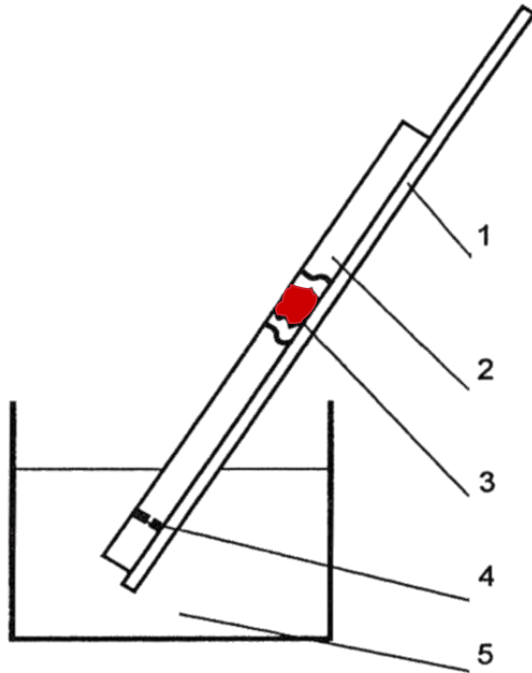
💧 wielopolowe np. do pomiaru składników płynów fizjologicznych



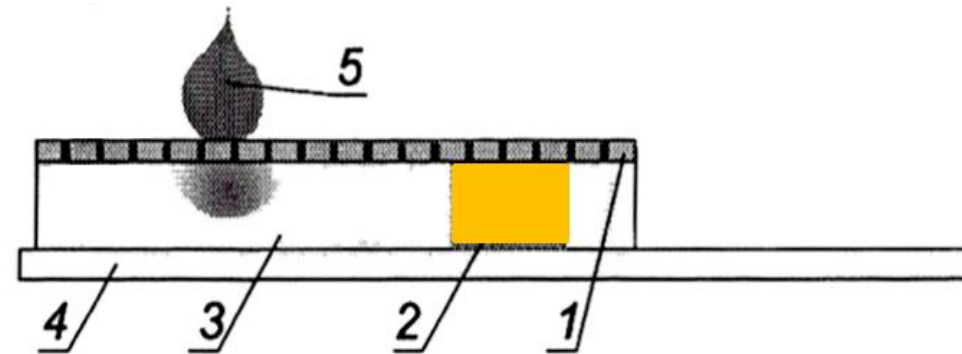
nośnik z „przymocowanymi” odczynnikami



TESTY TYPU „CHROMATOGRAFICZNEGO”

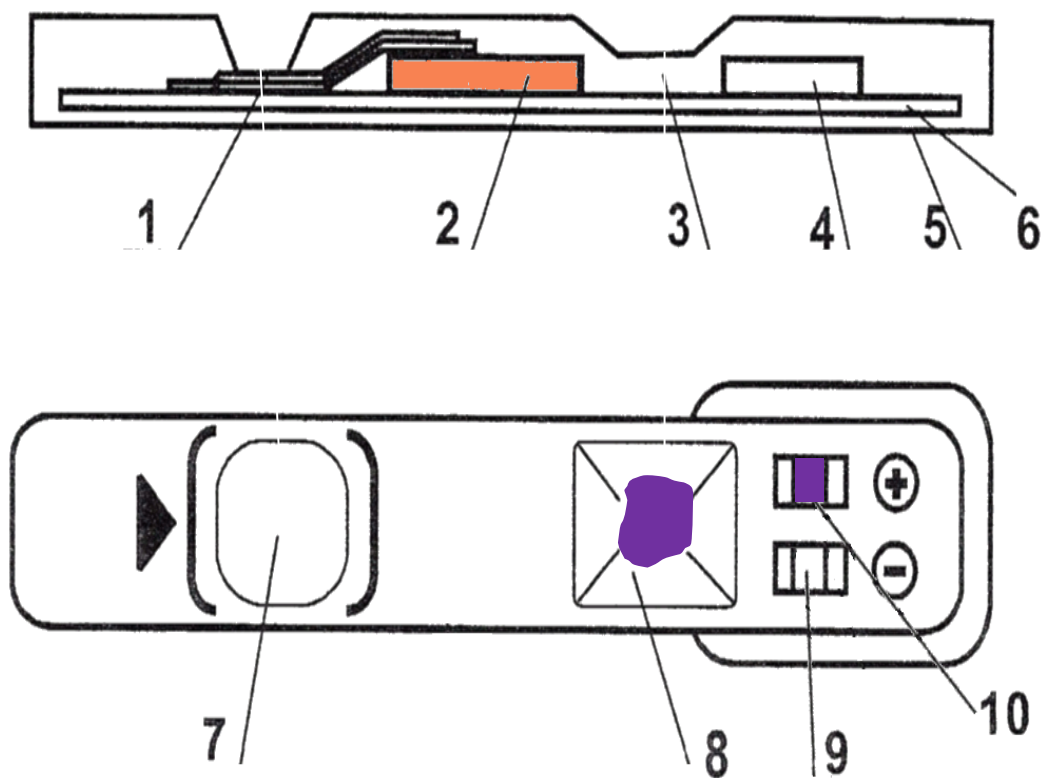


- 1 nośnik,
- 2 pole testowe,
- 3 wywołana reakcja barwna,
- 4 znacznik zanurzenia,
- 5 ciecz badana

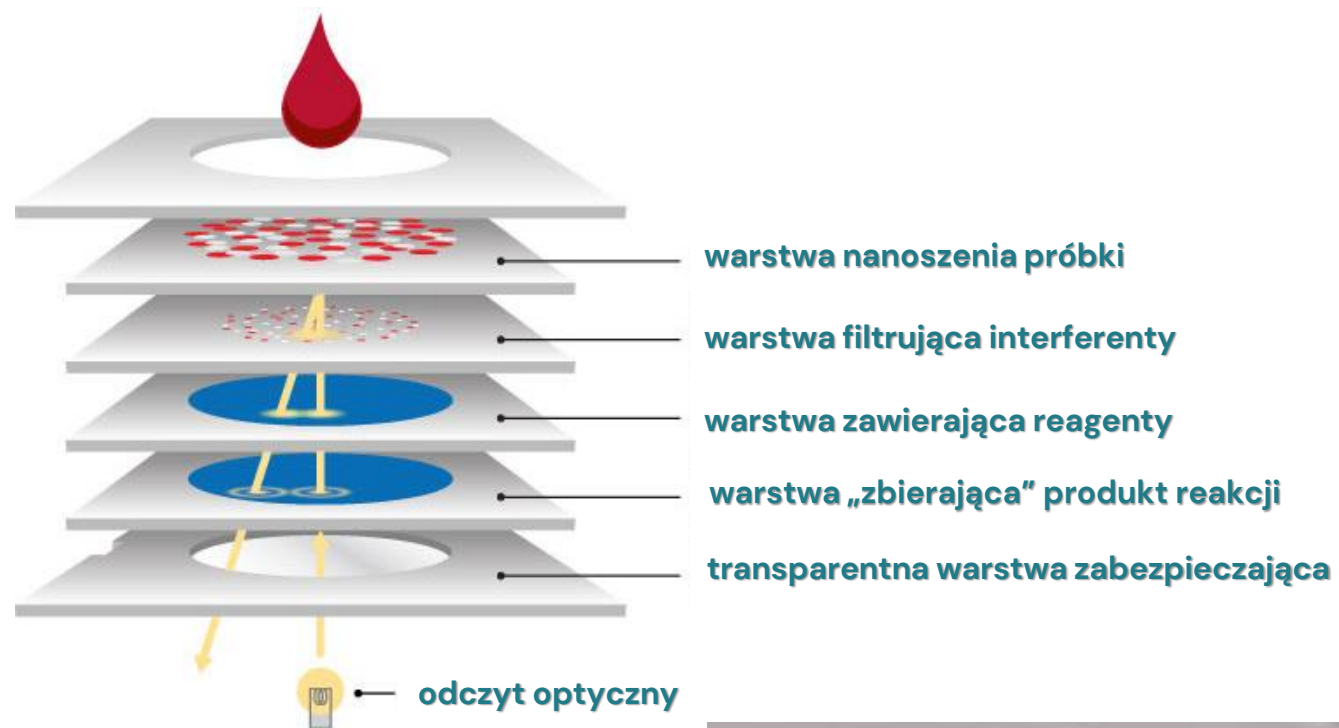


- 1 – membrana półprzepuszczalna,
- 2 – strefa odczynnikowa,
- 3 – pole testowe,
- 4 – nośnik,
- 5 – roztwór analizowany,

TESTY KASETKOWE

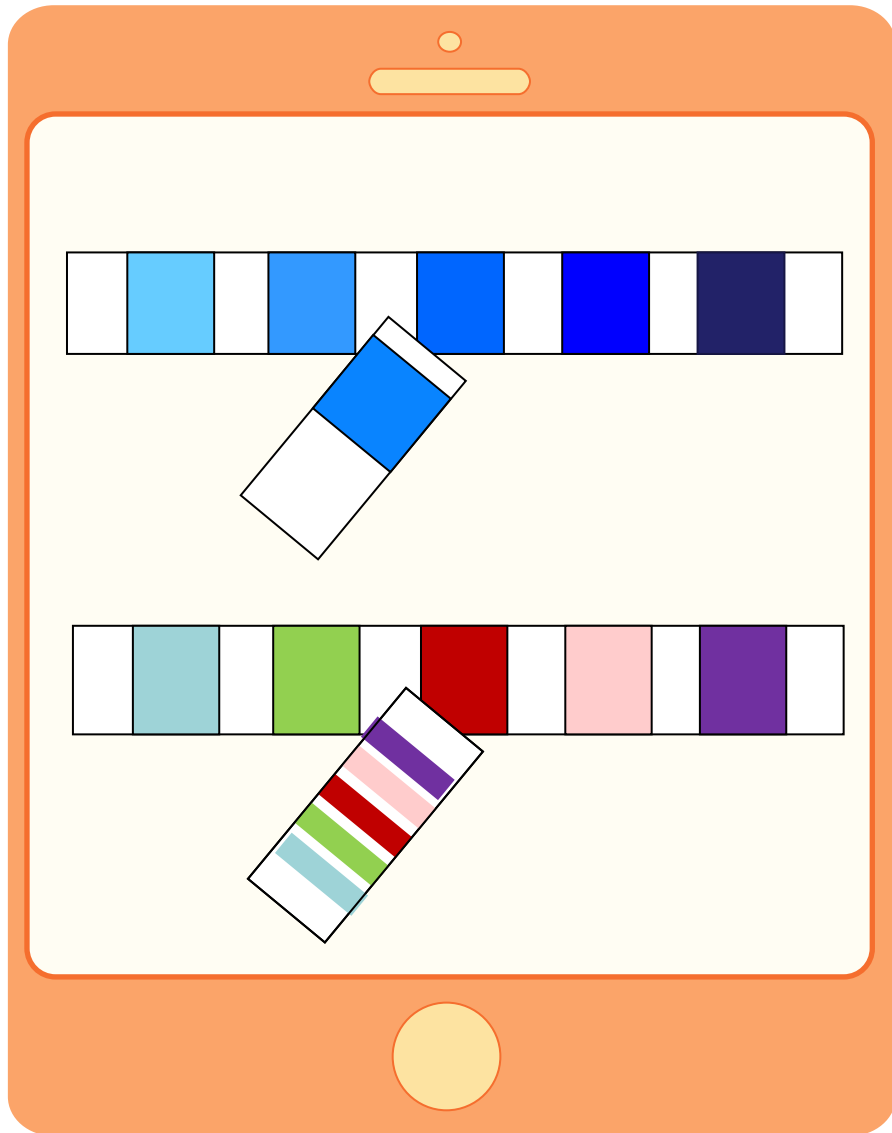


TESTY TYPU „SLAJD”



ODCZYT WYNIKÓW SZYBKICH TESTÓW

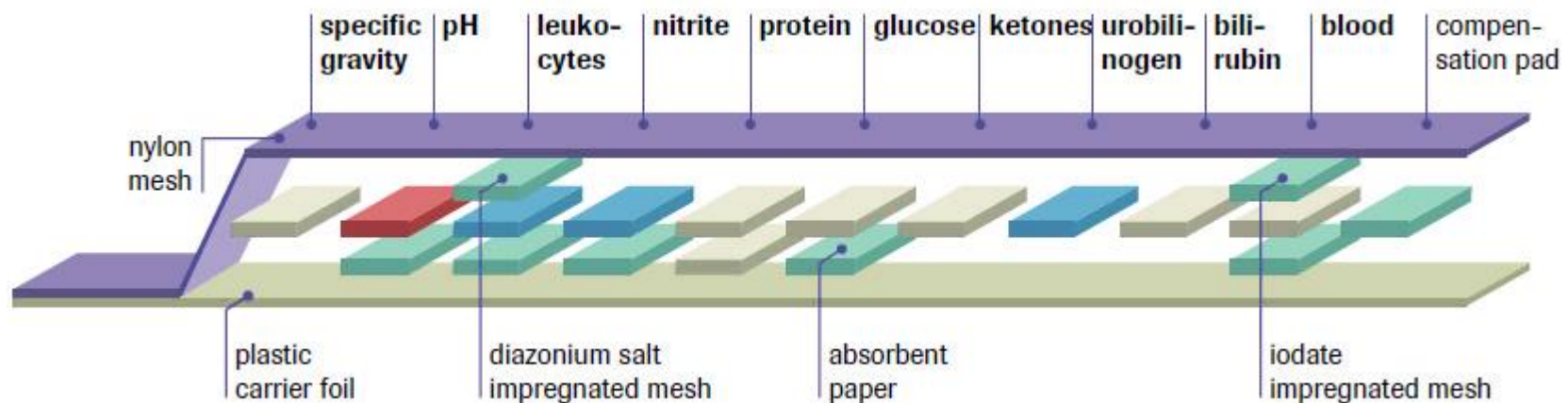




PORÓWNANIE ZE SKALĄ BARW LUB WZORCEM

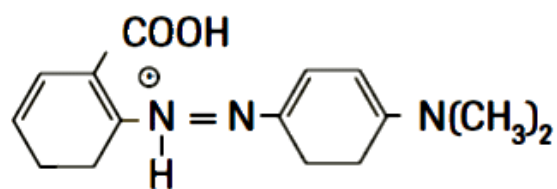
odczyt jakościowy lub półilościowy stosowany
do analizy moczu, testów bakteriologicznych,
testów do oznaczania anionów i kationów

TESTY PASKOWE DO JEDNOCZESNEGO OZNACZANIA KILKU SKŁADNIKÓW MOCZU



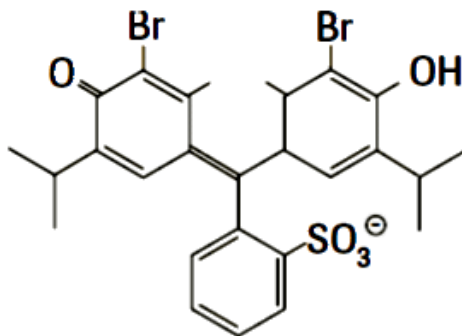
TESTY PASKOWE DO JEDNOCZESNEGO OZNACZANIA KILKU SKŁADNIKÓW MOCZU

pH
4.0–6.5



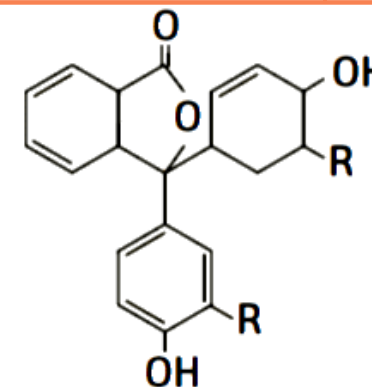
czerwień metylowa

pH
6.0–7.6



błękit bromotymolowy

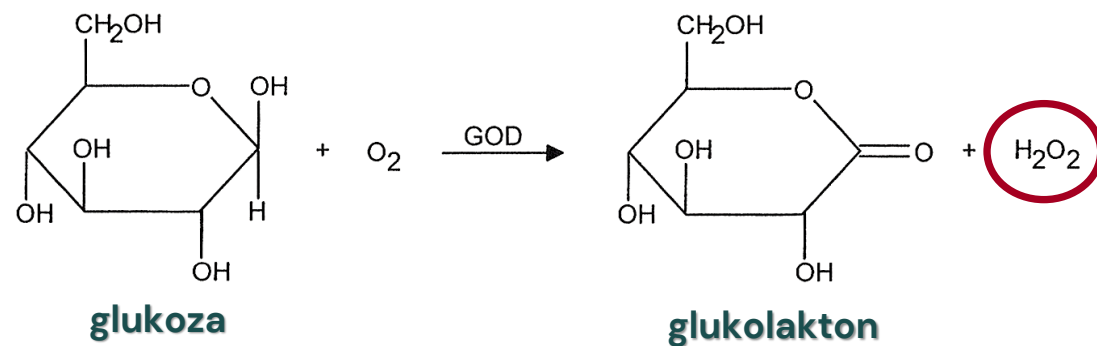
pH
8.0–10.0



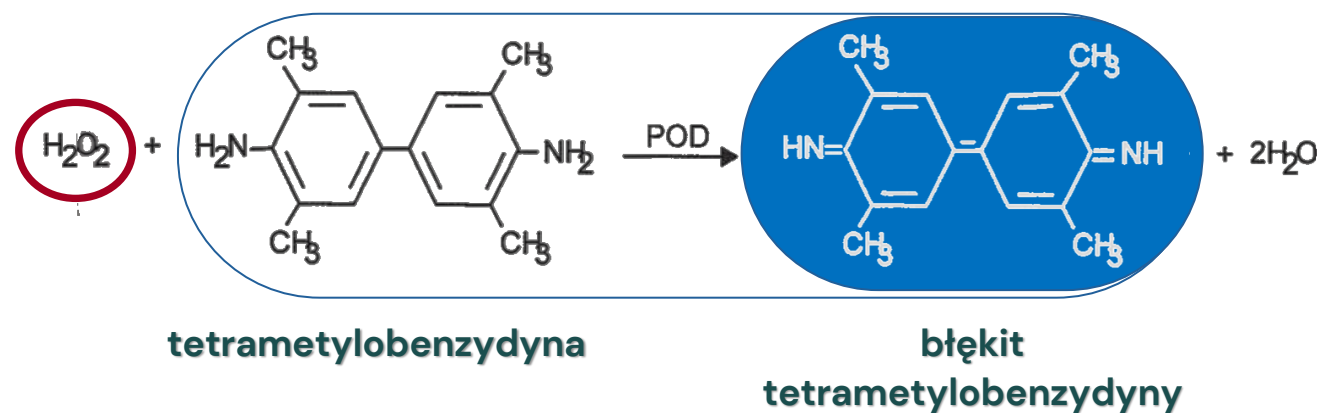
fenoloftaleina

OZNACZANIE GLUKOZY W MOCZU - test enzymatyczny

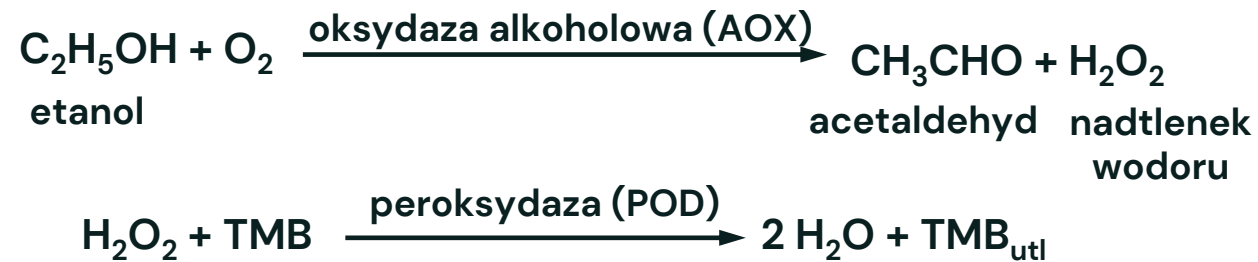
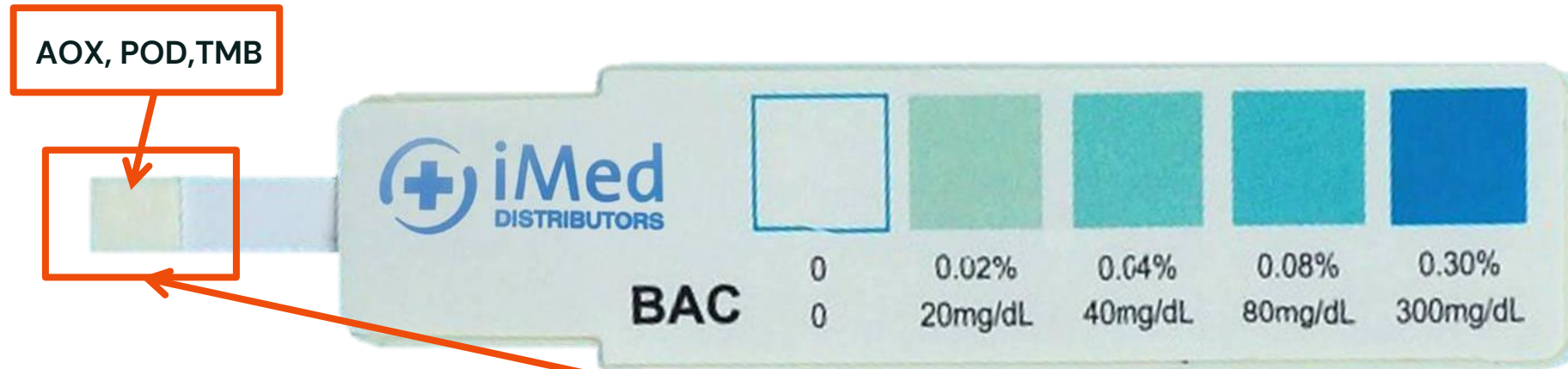
REAKCJA PODSTAWOWA – z wykorzystaniem oksydazy glukozowej (GOD)



REAKCJA BARWNA – z wykorzystaniem tzw. chromogenu i peroksydazy



OZNACZANIE ETANOLU W ŚLINIE - test enzymatyczny



TMB, TMB_{utl} – forma utleniona i zredukowana tetrametylobenzydyny

TESTY PASKOWE DO OZNACZANIA PARAMETRÓW WODY AKWARIOWEJ



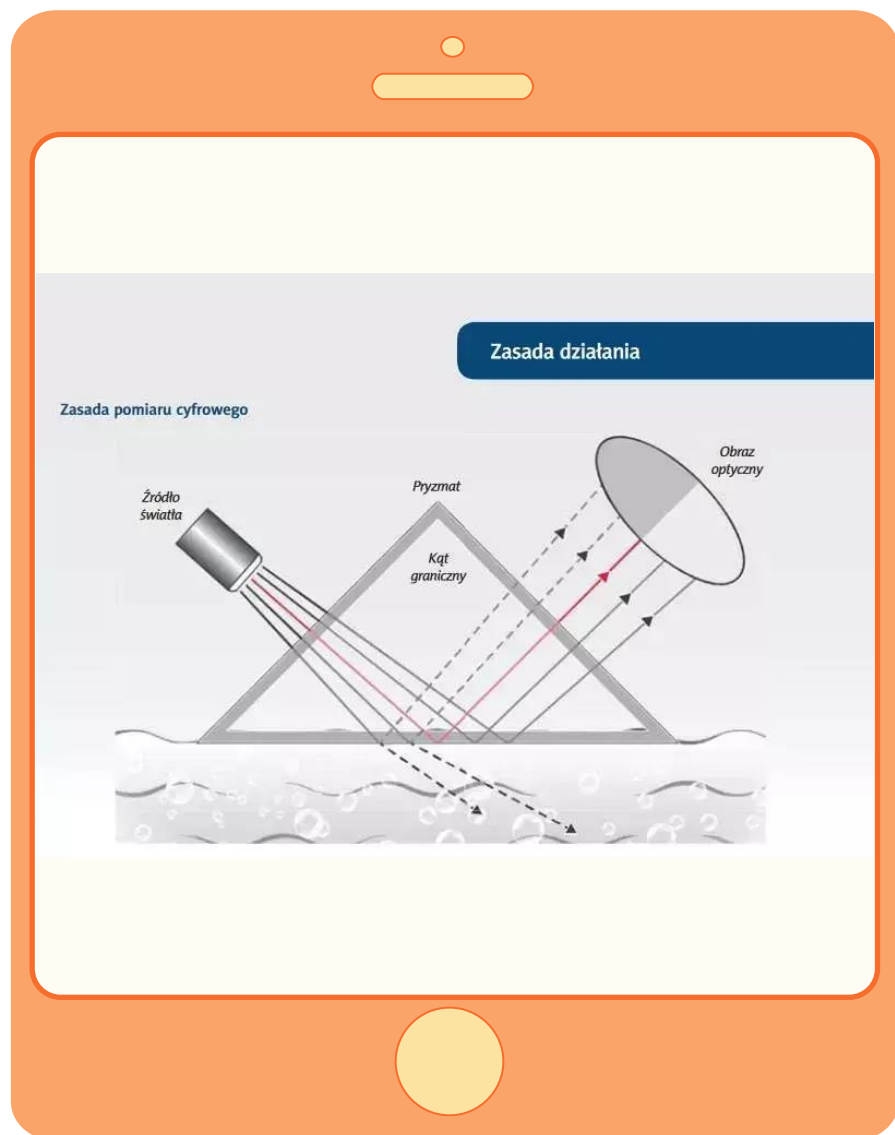
- NO₃⁻
- NO₂⁻
- twardość ogólna
- twardość węglanowa
- pH
- Cl₂

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII CYFROWYCH DO ANALIZY I ODCZYTU WYNIKÓW

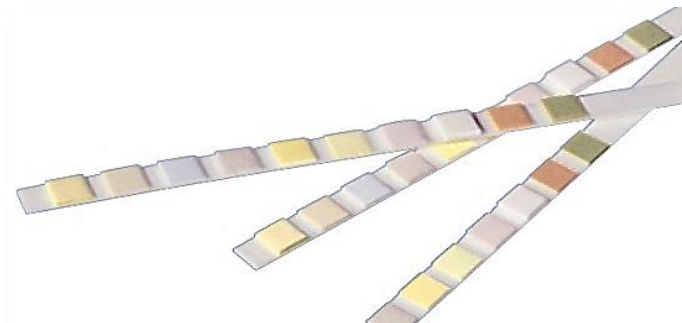


ODCZYT OPTYCZNY REFLEKTOMETRYCZNY

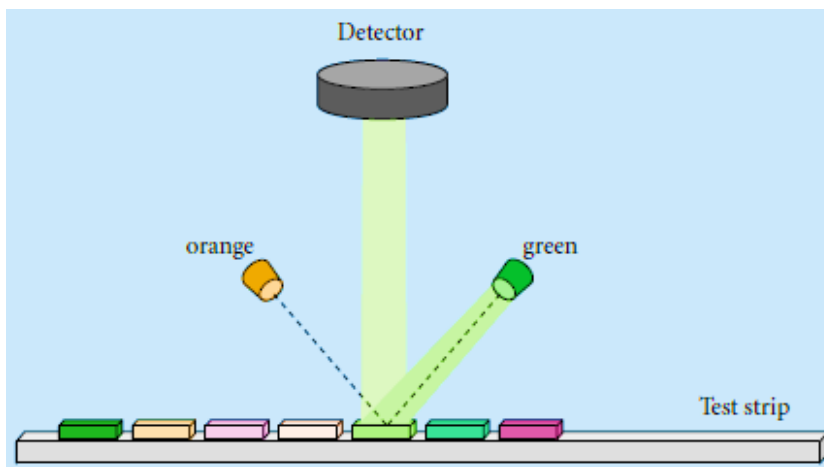
odczyt ilościowy – pomiar światła odbitego od
powierzchni pola testowego, którego zmiana
zabarwienia jest wynikiem reakcji analitu
z odczynnikami



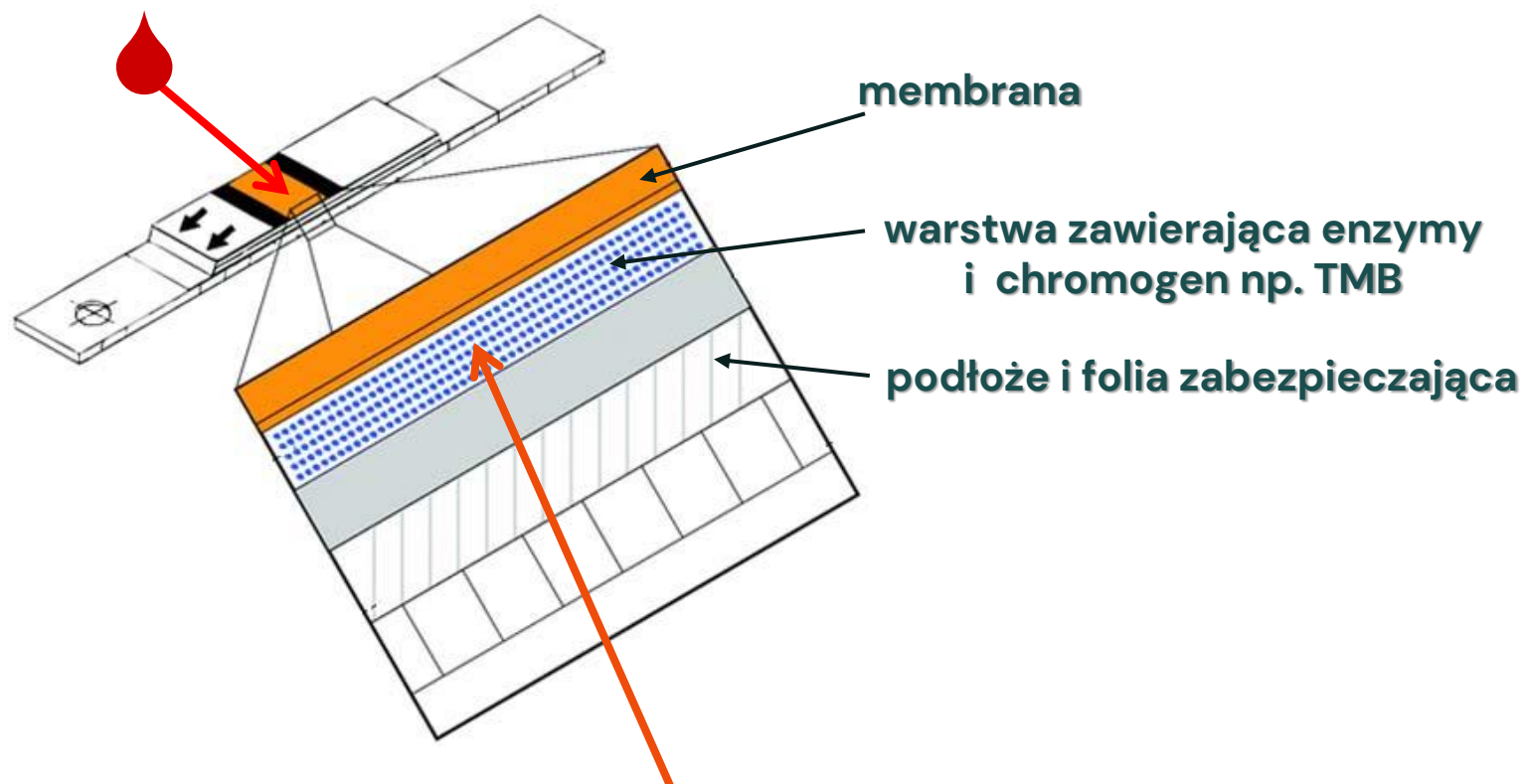
ANALIZATOR PRÓBEK MOCZU Urisys® 1100 - ROCHE®



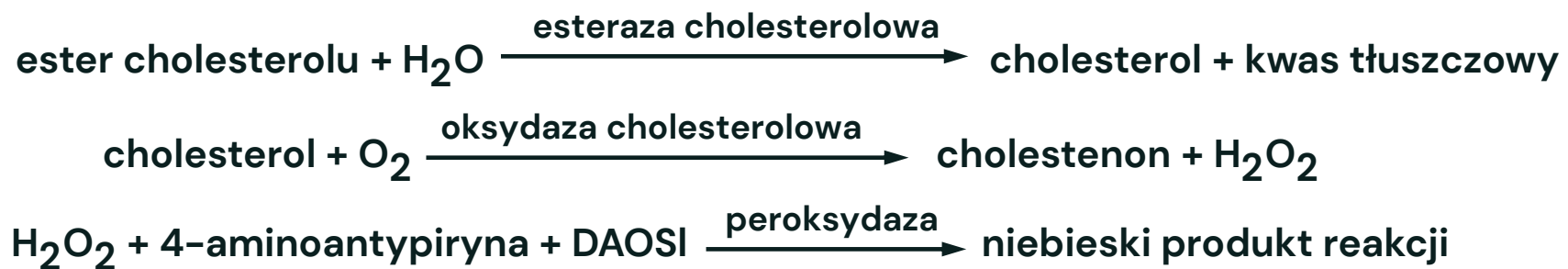
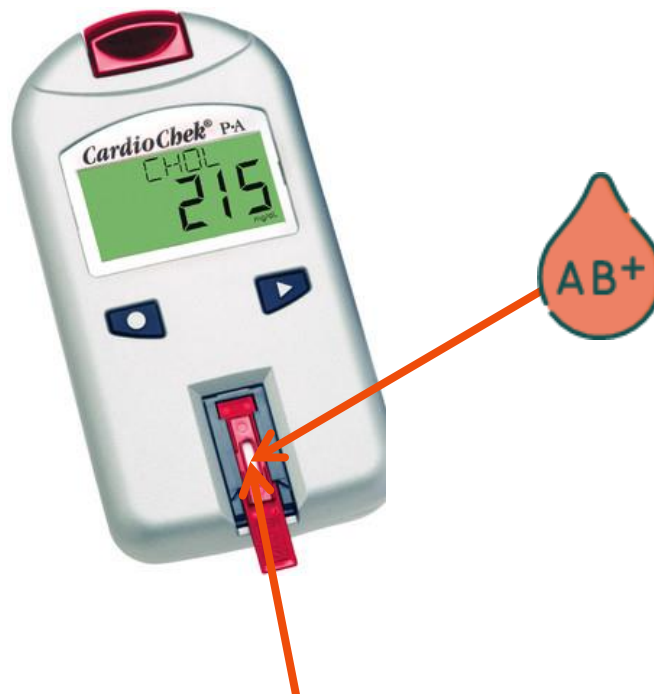
parametr	długość fali [nm]
ciężar właściwy	620
pH	557 i 620
leukocyty	557
NO ₃ ⁻	557
białko	557
glukoza	557
keton	557
urobilinogen	557
bilirubina	557
erytrocyty	557 i 620



GLUKOMETR REFLEKTOMETRYCZNY DO OZNACZANIA GLUKOZY WE KRWI



APARAT REFLEKTOMETRYCZNY DO OZNACZANIA CHOLESTEROLU WE KRWI



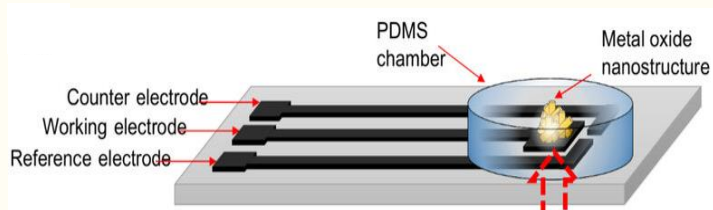
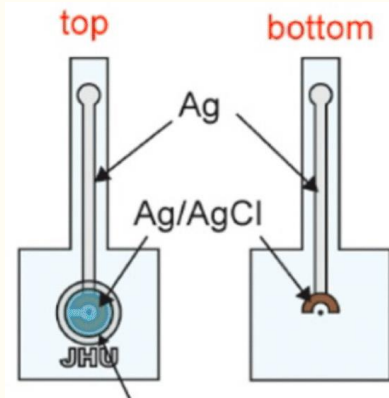
chromogen - DAOS - sól sodowa 3,5-dimetoksy-N-etylo-N-(2-hydroksy-3-sulfopropyl)-aniliny

ODCZYT ELEKTROCHEMICZNY

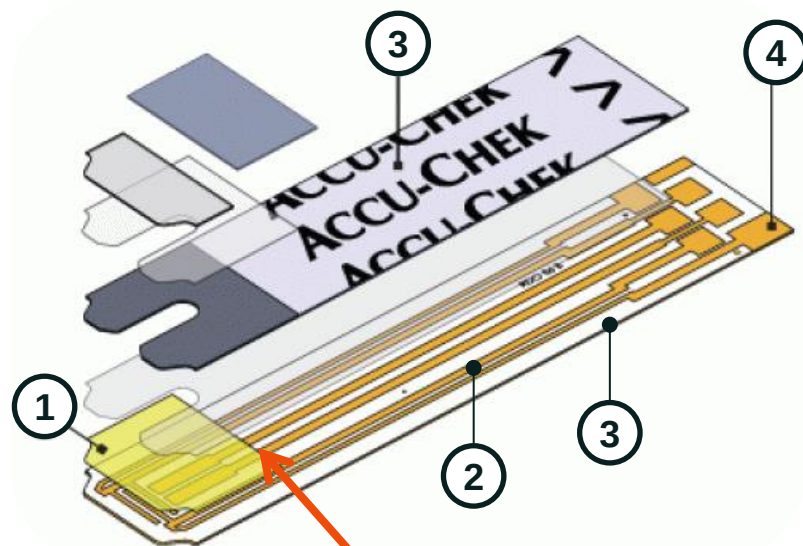
💧 POTENCJOMETRYCZNY

💧 AMPEROMETRYCZNY

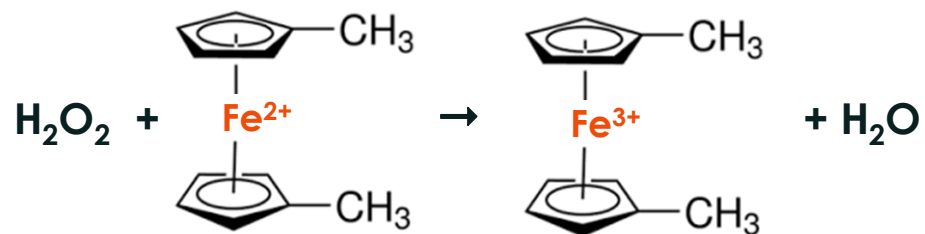
Odczyt ilościowy – pomiar zmian potencjału lub
natężenia prądu, wywołanych reakcją
analitu z odczynnikami



GLUKOMETR AMPEROMETRYCZNY DO OZNACZANIA GLUKOZY WE KRWI

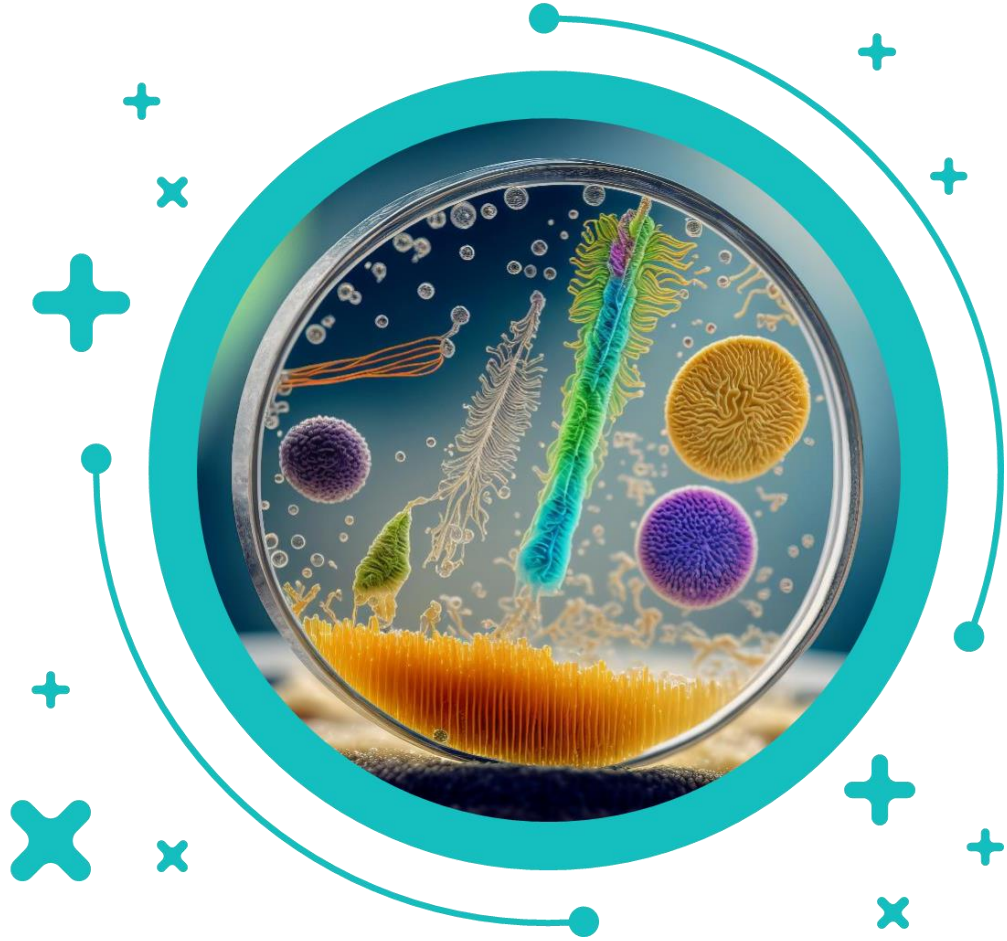


- 1 pole testowe,
- 2 przewód drukowany,
- 3 nośnik,
- 4 kontakty elektryczne



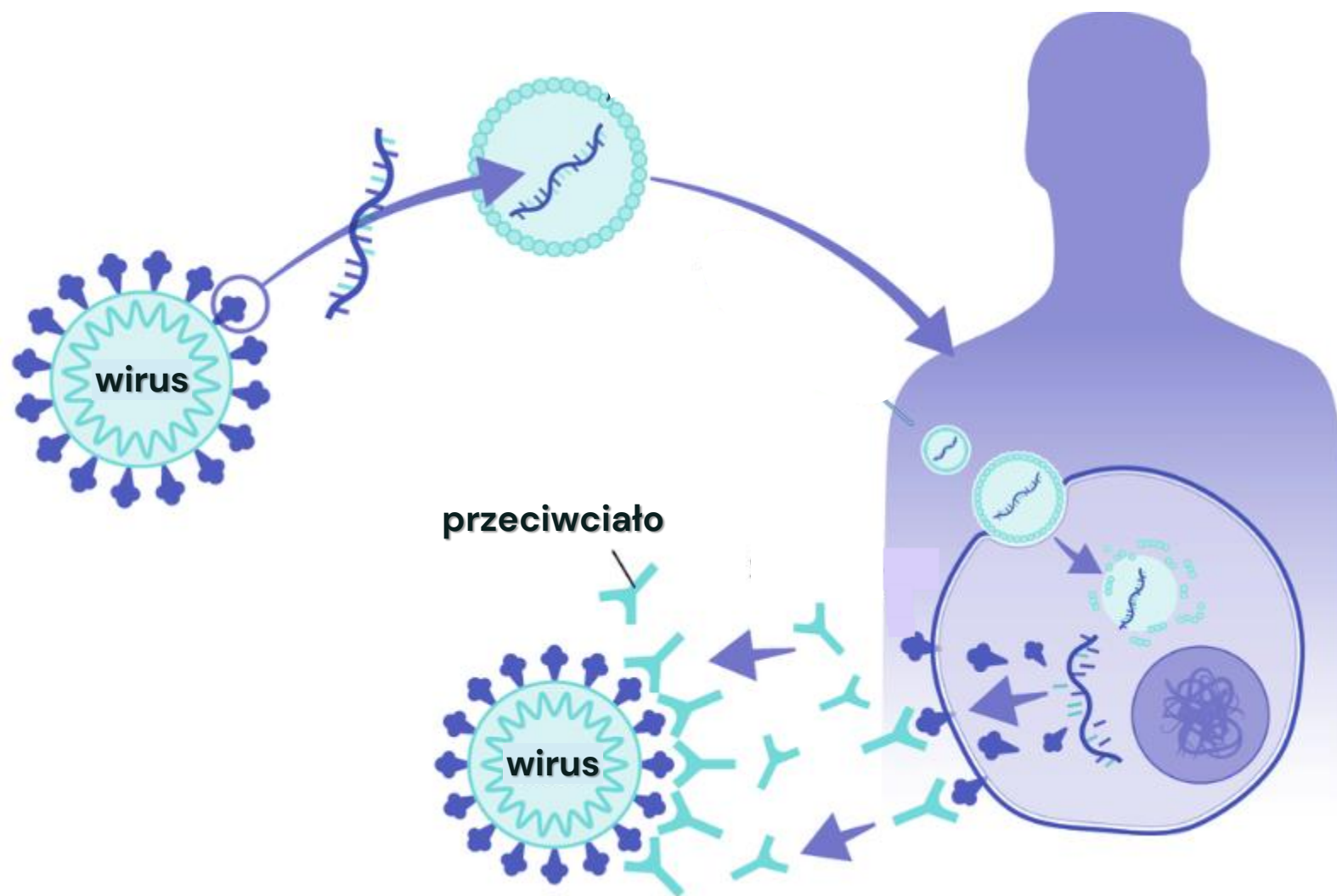
zmiana natężenia prądu





IMMUNOTESTY

JAK TO DZIAŁA?



JAK TO DZIAŁA?

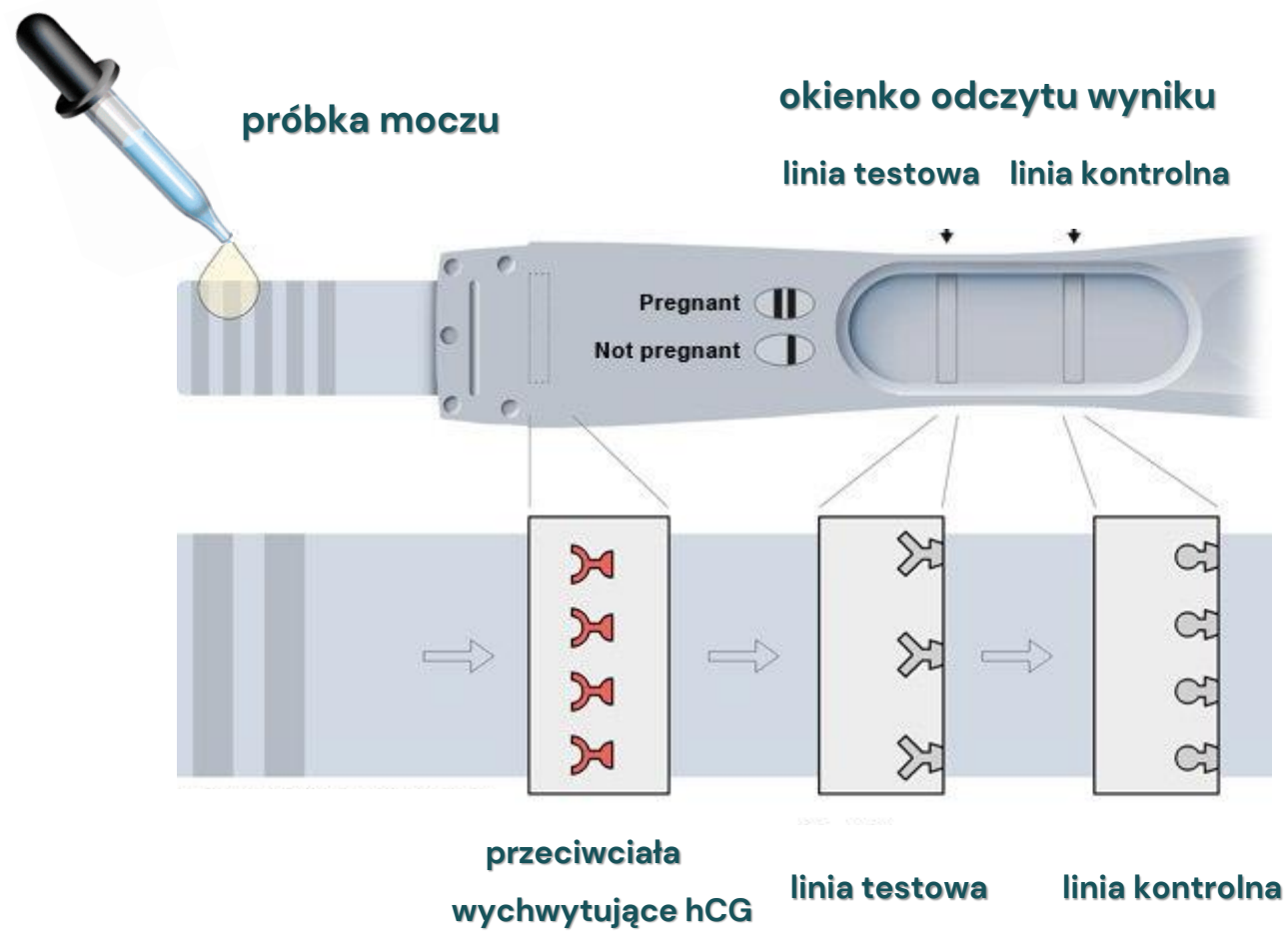
PRZECIWCIAŁO



**rozpoznawany
ANTYGEN**

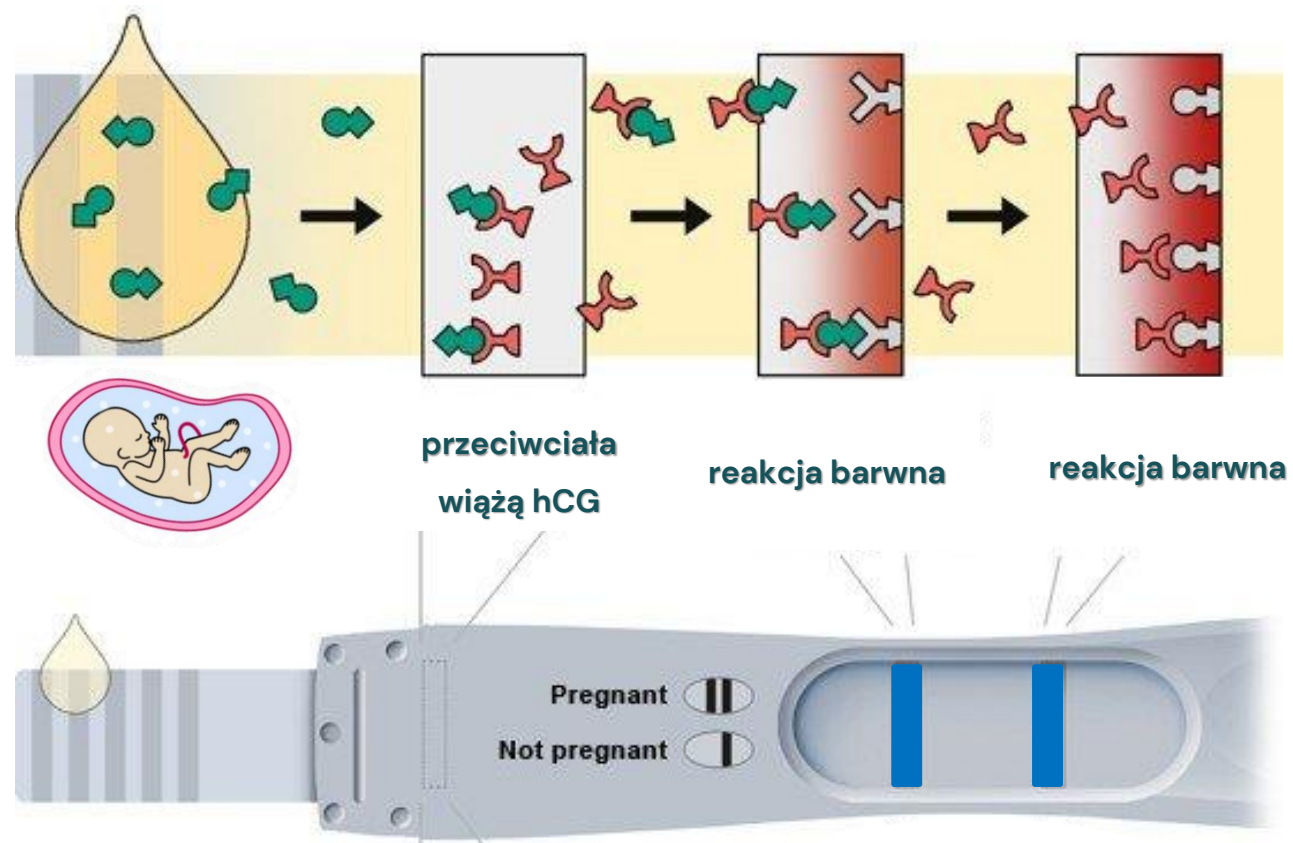
IMMUNOTEST CIĄŻOWY

WYKRYWANIE GONADOTROPINY KOSMÓWKOWEJ (hCG)



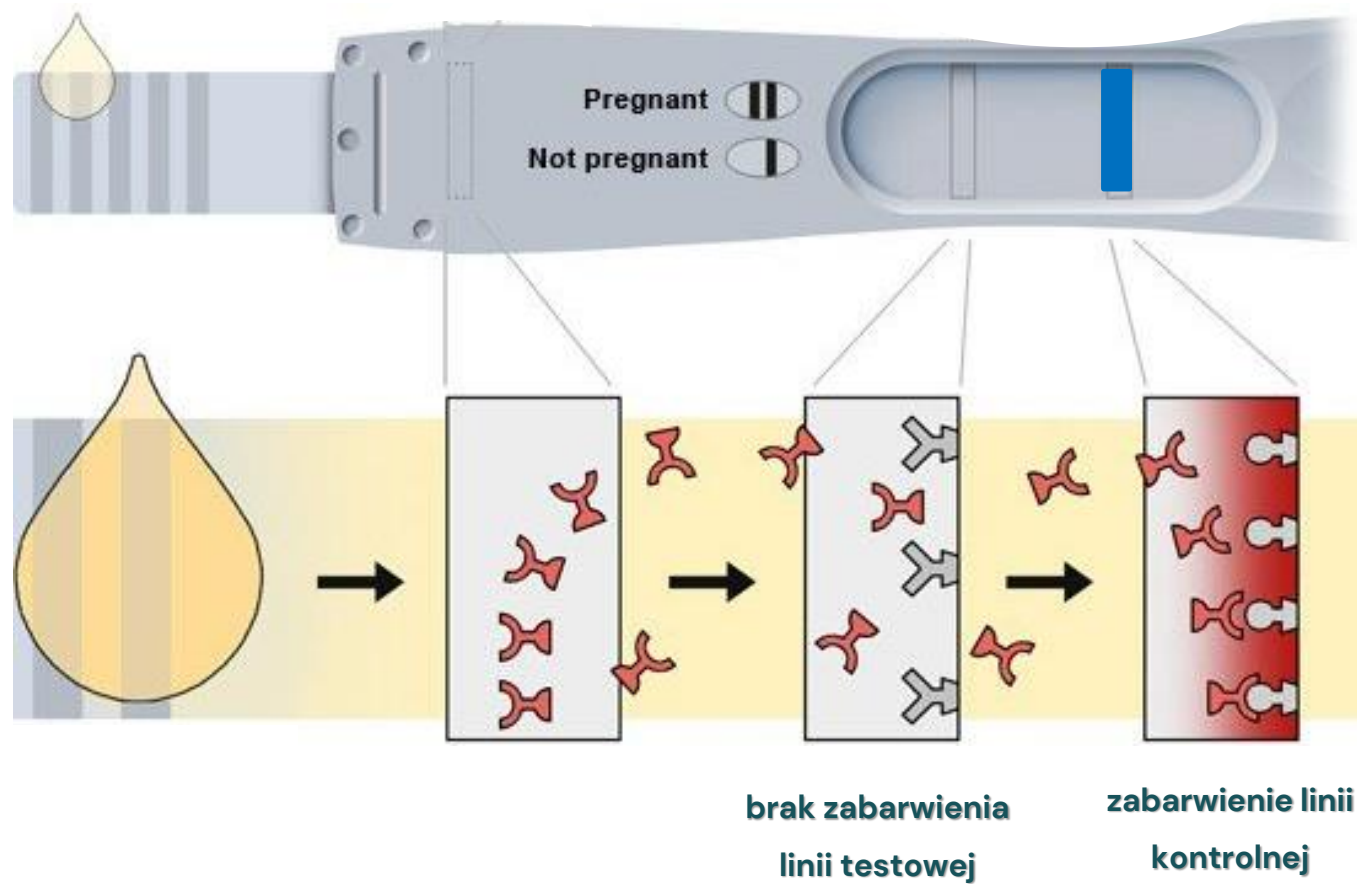
IMMUNOTEST CIĄŻOWY

WYNIK POZYTYWNY



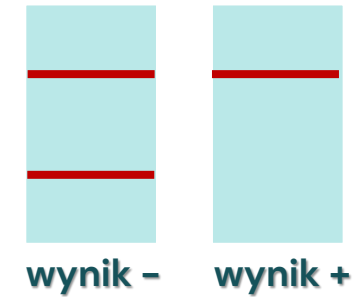
IMMUNOTEST CIĄŻOWY

WYNIK NEGATYWNY



IMMUNOTEST WYKRYWAJĄCE NARKOTYKI W MOCZU

- ♦ COC – kokaina (crack i pochodne kokainy),
- ♦ AMP – amfetamina (speed, uppers, base),
- ♦ mAMP – methamfetamina (meth, ice, e, ecstasy),
- ♦ THC – marihuana,
- ♦ OPI – opiaty (morfina, opium, heroina).





DOKĄD ZMIERZA SUCHA CHEMIA?

OSOBISTE „NOSZALNE” SENSORY CHEMICZNE

urządzenia monitorujące w sposób ciągły parametry płynów ustrojowych podczas noszenia na ciele
szybka diagnostyka w domu, telemedycyna

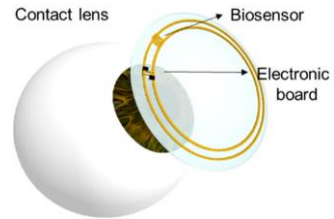
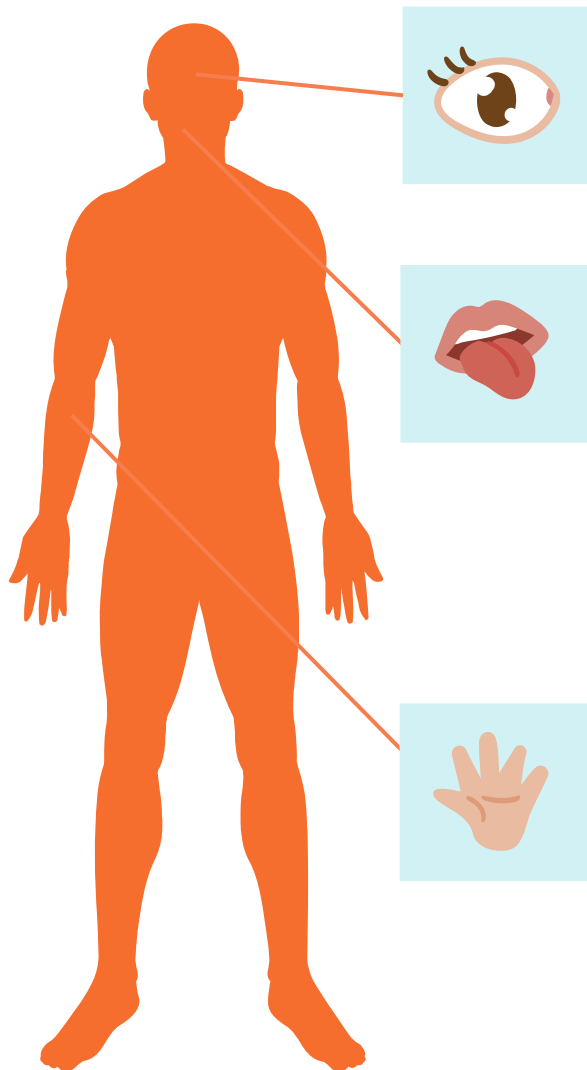


OSOBISTE „NOSZALNE” SENSORY CHEMICZNE

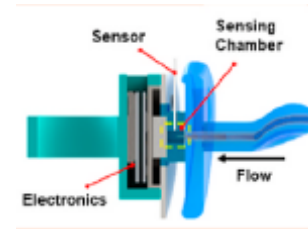
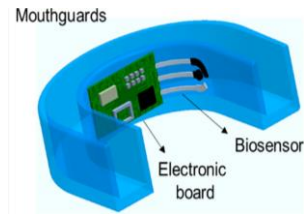
urządzenia stale monitorujące parametry płynów ustrojowych podczas noszenia na ciele
monitoring w placówkach opieki zdrowotnej



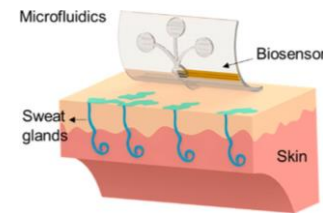
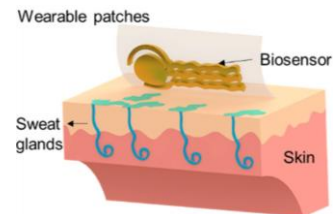
RÓŻNORODNOŚĆ ROZWIĄZAŃ



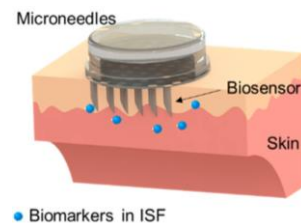
ŁZY
soczewki kontaktowe



ŚLINA
nakładki zębowe, smoczki



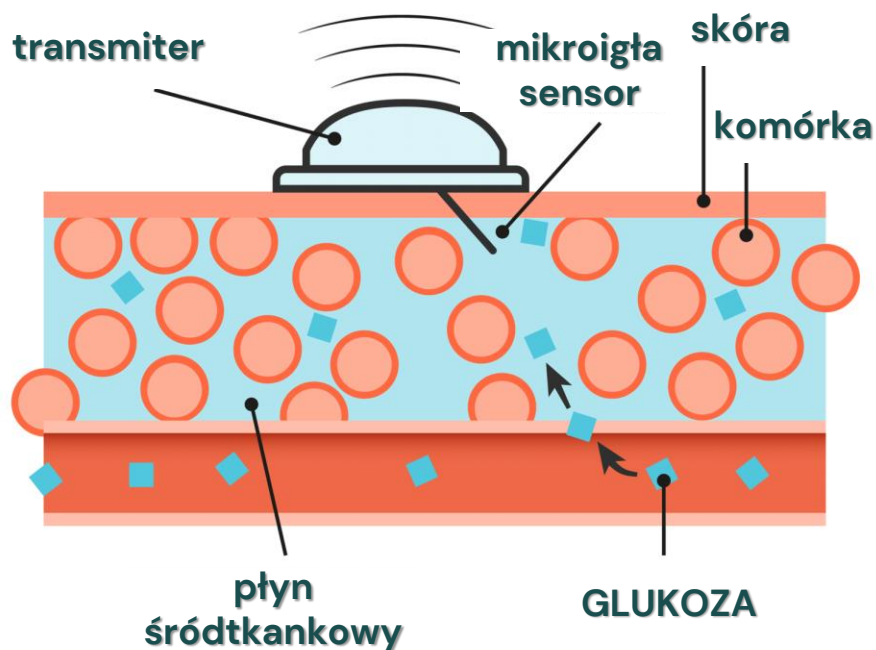
POT
„tatuaze”, plastry



PŁYN ŚRÓDKTKANKOWY
sensory „mikroigłowe”

JAK MÓJ CUKIER PO DESERZE? - SENSORY CGM

CGM (*Continuous Glucose Monitoring*) – systemy monitorujące poziom glukozy w płynie śródtkankowym

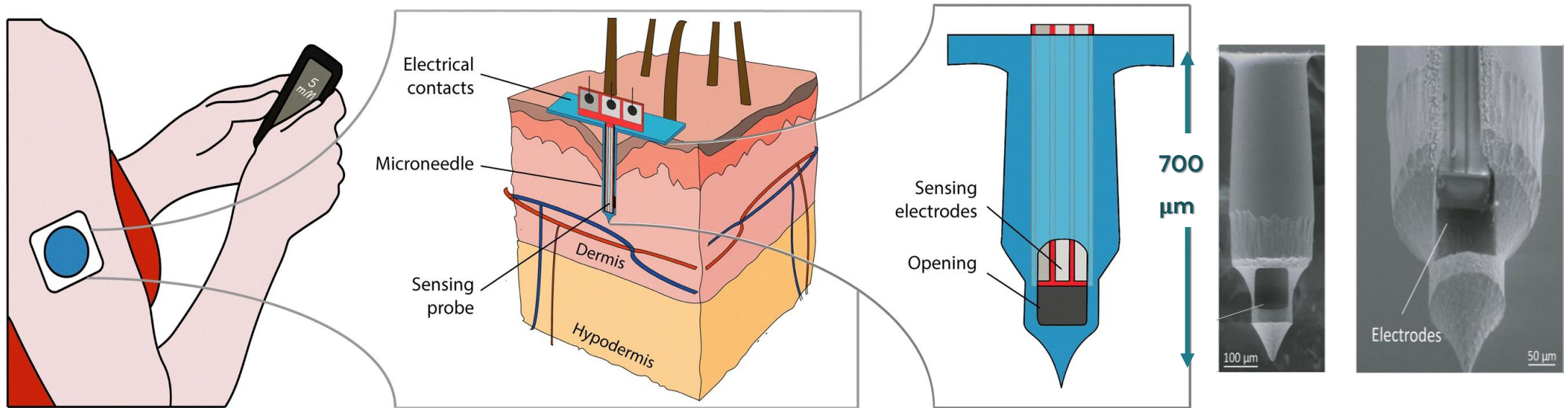


<https://wpcontent.glucare.health/2022/06/28/what-is-a-cgm/>

<https://novi-health.com/library/continuous-glucose-monitor-improves-diabetes-control>

JAK MÓJ CUKIER PO DESERZE? - SENSORY CGM

Jak to działa – co jest w środku?



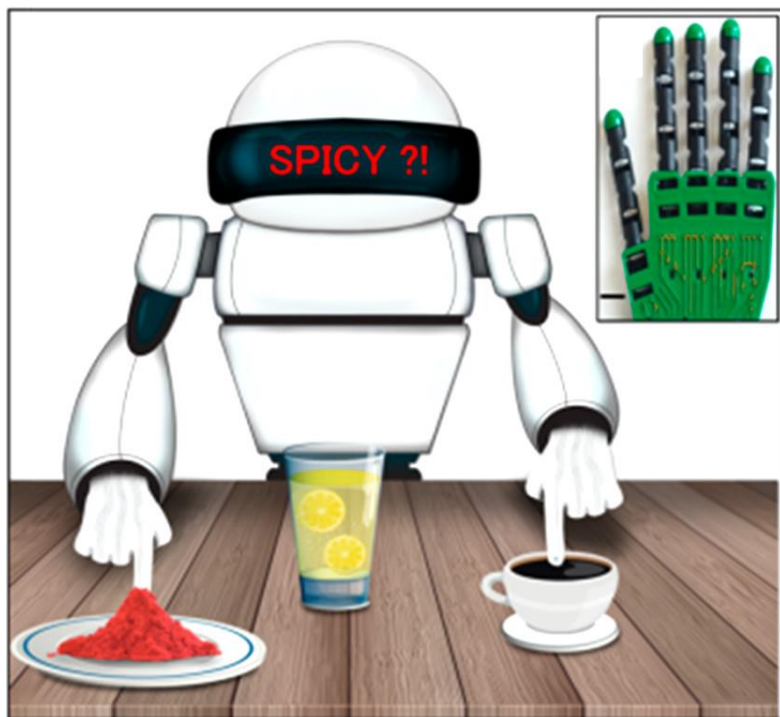
MONITOROWANIE GLUKOZY U NIEMOWLĄT

koncepcja pomiaru stężenia glukozy w ślinie za pomocą smoczka



ROBOTYCZNA „SKÓRA”

słodki, kwaśny, pikantny? – rozróżnianie smaków w próbkach żywności



SMAK KWAŚNY

wykrywanie kwasu askorbinowego



SMAK SŁODKI

wykrywanie glukozy

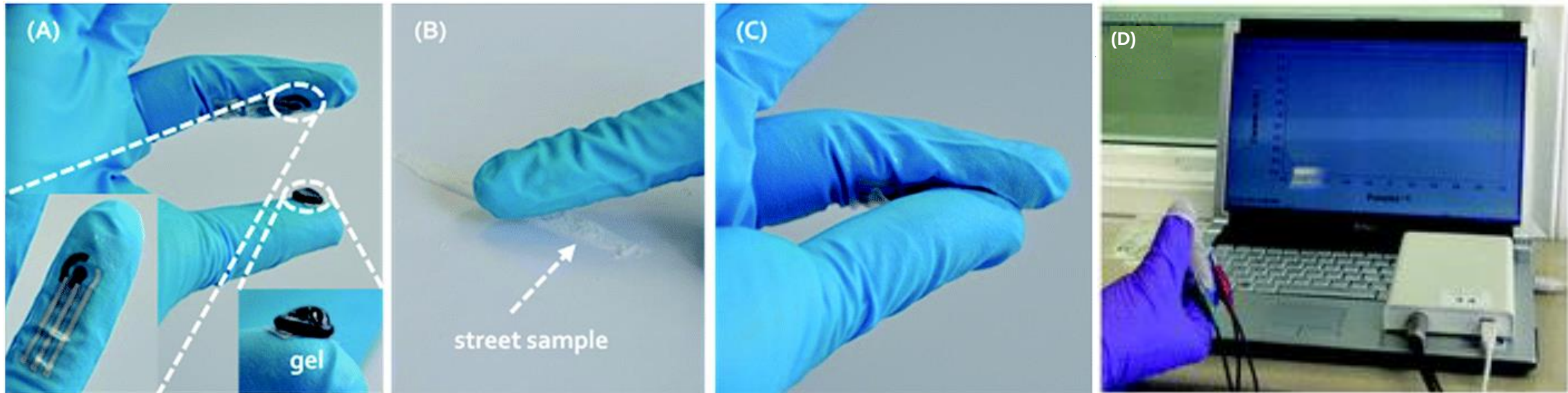


SMAK PIKANTNY

wykrywanie kapsaicyny

LAB-ON-FINGER - CZUJNIKI NA RĘKAWICZKACH

kokaina, a może pozostałości po wystrzale lub wybuchu?



(A) palec wskazujący – nadrukowany układ elektrod

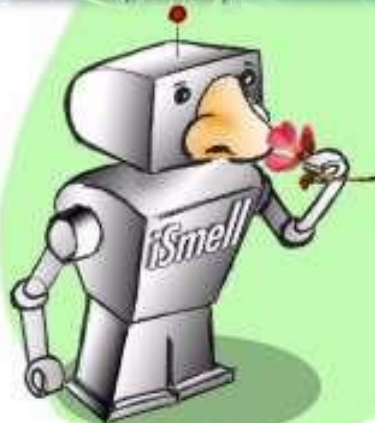
kciuk – żelowa warstwa elektrolitu

(B) zebrania proszku bezpośrednio na elektrodzie

(C-D) zamknięcie ogniwa elektrochemicznego – „odcisk” elektrochemiczny rejestrowany w czasie krótszym niż 1 min

ELEKTRONICZNE ZMYŚŁY – NOS I JĘZYK

rewolucja w analizie zapachów i smaków



American Chemical Society; <https://phys.org/news/2009-11-e-nose-scientists-electronic-sniffer.html>

Zhenyu Zhai, Sensors 2024, 24(15), 4806

<https://www.linkedin.com/pulse/new-electronic-tongue-how-ai-learning-taste-asim-mukhtar-cheema-qkuyf>



WYDZIAŁ
CHEMII

Uniwersytet Łódzki



Doświadczenia przeprowadzą Studentki
Koła Naukowego Chemików ORBITAL
Aleksandra Rydz i Zofia Ziętek

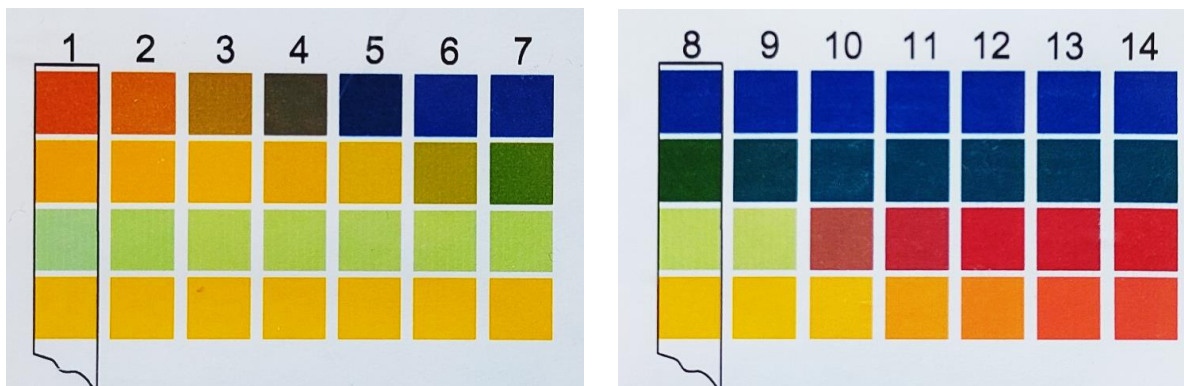


WYZNACZANIE pH ROZTWORÓW ZA POMOCĄ PAPIERKÓW WSKAŹNIKOWYCH

WYKONANIE DOŚWIADCZENIA

1. Do probówek zawierających roztwory różnych substancji zanurzono wielopolowe papierki wskaźnikowe pH.
2. Po 30 s porównano zabarwienie pól wskaźnikowych ze skalą wzorcową i określono pH poszczególnych roztworów.

WZORCOWA SKALA BARW

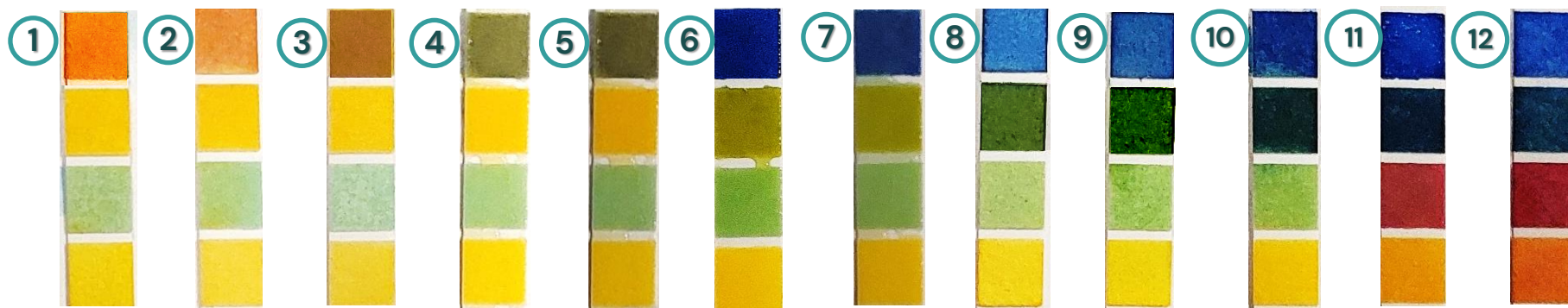


PRÓBKİ

ocet	mleko
sok z cytryny	woda kranowa
<i>Poloriryna</i>	woda źródlana niegazowana
miód	roztwór sody oczyszczonej
<i>Coca-Cola</i>	tabletki do zmywarki
woda dejonizowana	<i>Kret</i> do udrażniania rur

OBSERWACJE

Pola wskaźnikowe zabarwiły się na różne kolory w zależności od pH roztworu.



PRÓBKİ

1. ocet pH ~ 2

2. sok z cytryny pH ~ 2.5

3. *Poloriryna* pH ~ 2.3

4. miód pH ~ 3.5

5. *Coca-Cola* pH ~ 4

6. woda dejonizowana pH ~ 6.5

7. mleko pH ~ 6.5

8. woda kranowa pH ~ 7

9. woda źródlana niegazowana pH ~ 8

10. roztwór sody oczyszczonej pH ~ 9

11. tabletka do zmywarki pH ~ 11

12. *Kret* do udrażniania rur pH ~ 13

WYJAŚNIENIE WYNIKÓW

1. Ocet jest 10% roztworem kwasu octowego, a zatem ma odczyn kwaśny ($\text{pH} < 7$).
2. Sok z cytryny zawiera kwas cytrynowy i askorbinowy, które nadają mu odczyn kwaśny.
3. Polopiryna zawiera kwas acetylosalicylowy, dlatego też roztwór ma odczyn kwaśny.
4. Miód zawiera kwas mrówkowy, który wpływa na to, że jego roztwór ma $\text{pH} < 7$.
5. Coca-Cola zawiera między innymi dodatek kwasu ortofosforowego, który wpływa na obniżenie pH do wartości < 7 .
6. Woda dejonizowana ma lekko odczyn kwaśny ponieważ bardzo łatwo chłonie dwutlenek węgla z powietrza, który rozpuszcza się w wodzie z wytworzeniem kwasu węglowego.
7. Mleko posiada odczyn lekko kwaśny co jest spowodowane obecnością kwasu mlekowego.
8. Woda z kranu zawiera rozpuszczone węglany wapnia i magnezu oraz inne sole, które powodują, że jej odczyn jest lekko zasadowy.
9. Woda źródlana zawiera jony sodowe, wapniowe, i magnezowe oraz wodorowęglanowe, co wpływa na jej odczyn zasadowy.
10. Soda jest związkiem o chemicznej nazwie wodorowęglan sodu, który jest solą mocnej zasady i słabego kwasu. Roztwory takich soli mają odczyn zasadowy ($\text{pH} > 7$).
11. Tabletki do zmywarek zawierają fosforany oraz jonowe i niejonowe związki czynne powierzchniowo (dokładny skład tabletek jest tajemnicą producenta), które nadają roztworowi odczyn silnie zasadowy.
12. Kret do udrażniania rur to mieszanina granulek wodorotlenku sodu i pyłu aluminowego. Roztwór wodorotlenku sodu to mocna zasada, dlatego też jego pH jest tak wysokie.

ANTOCYJANY - NATURALNE PIGMENTY ROŚLINNE JAKO WSKAŹNIKI pH

WYKONANIE DOŚWIADCZENIA

Do probówek zawierających roztwory różnych substancji dodano po ok. 0.5 ml wywaru z czerwonej kapusty.



PRÓBKI

ocet	mleko
sok z cytryny	woda kranowa
<i>Poloriryna</i>	woda źródlana niegazowana
miód	roztwór sody
<i>Coca-Cola</i>	tabletki do zmywarki
woda dejonizowana	<i>Kret</i> do udrażniania rur

OBSERWACJE

Po dodaniu do probówek wywaru z kapusty zaobserwowano zmianę zabarwienia roztworów na kolor zależny od ich pH.



po pewnym czasie

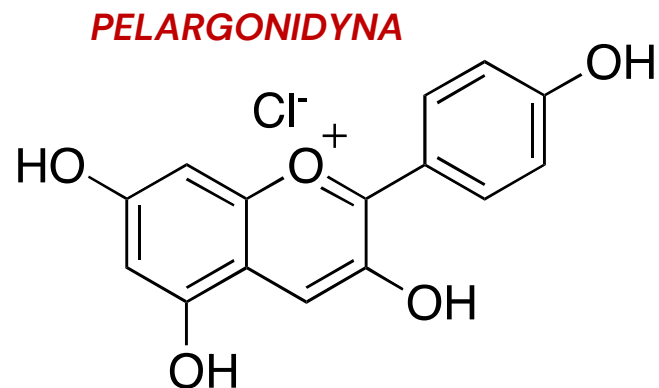
PRÓBKI

1. ocet pH ~ 2
2. sok z cytryny pH ~ 2.5
3. *Poloriryna* pH ~ 23
4. miód pH ~ 3.5
5. *Coca-Cola* pH ~ 4
6. woda dejonizowana pH ~ 6.5

7. mleko pH ~ 6.5
8. woda kranowa pH ~ 7
9. woda źródlana niegazowana pH ~ 8
10. roztwór sody oczyszczonej pH ~ 9
11. tabletka do zmywarki pH ~ 11
12. *Kret* do udrażniania rur pH ~ 13

WYJAŚNIENIE WYNIKÓW

W warzywach, owocach i kwiatach występują związki zwane ANTOCYJANAMI. Są to naturalne pigmenty odpowiedzialne za ich kolor, głównie czerwony, niebieski i purpurowy. Barwa tej grupy związków jest uzależniona od ilości grup hydroksylowych w strukturze danego związku i pH, dlatego też wyciągi z liści wielu warzyw czy płatków kwiatów mogą służyć do określania pH roztworów. Zależność zabarwienia w zależności od struktury najpowszechniej występujących antocyjanianów przedstawiono poniżej:

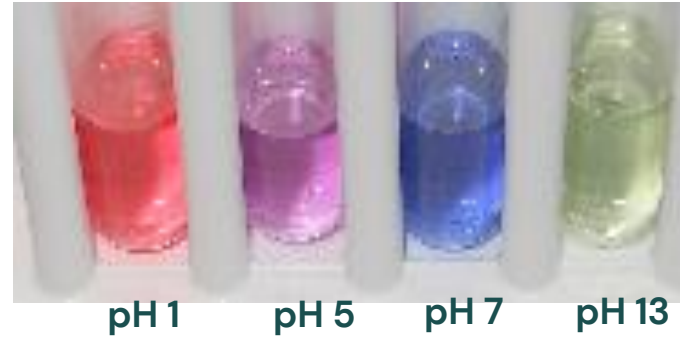
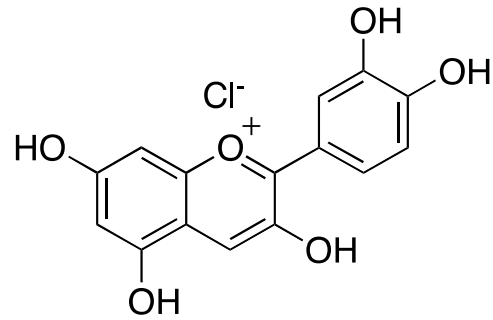


pH 1 pH 5 pH 7 pH 13

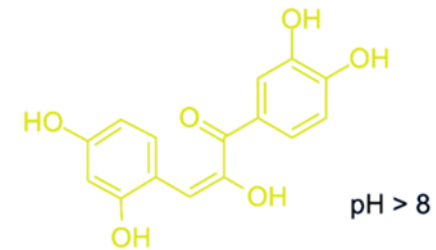
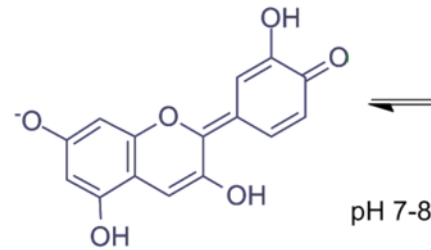
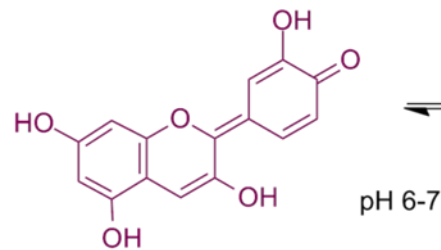
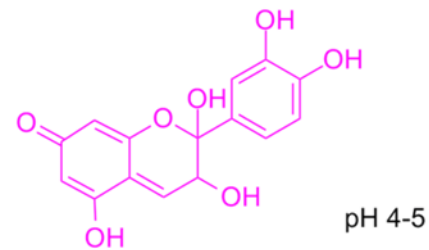
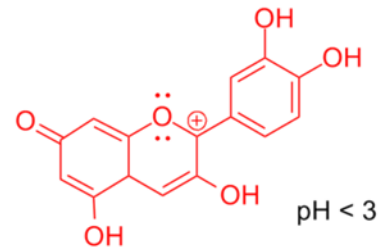
pH 1 – 0.1 mol/l HCl, pH 5 – woda, pH 7 – bufor fosforanowy, pH 13 – 0.1 mol/l NaOH



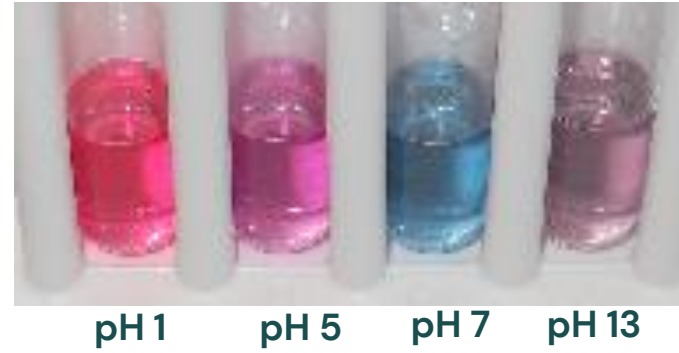
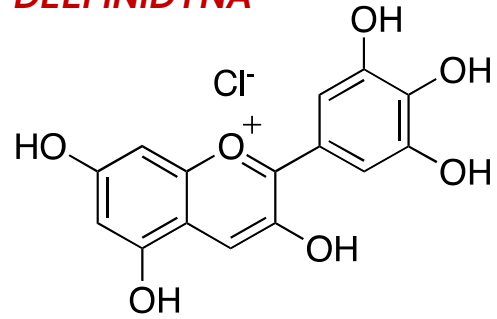
CYJANIDYNA



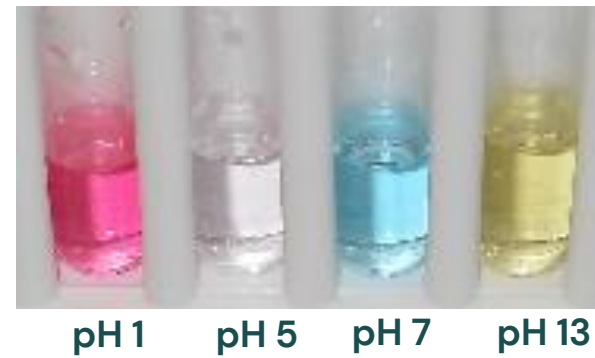
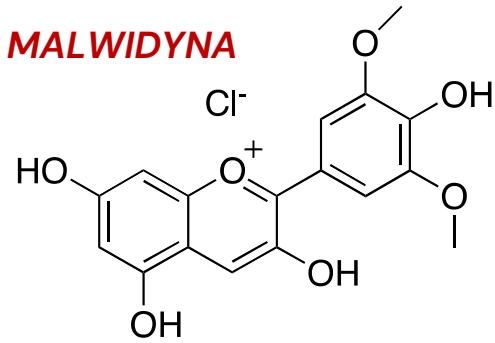
pH 1 – 0.1 mol/l HCl, pH 5 – woda, pH 7 – bufor fosforanowy, pH 13 – 0.1 mol/l NaOH



DELFINIDYNA



MALWIDYNA



pH 1 – 0.1 mol/l HCl, pH 5 – woda , pH 7 – bufor fosforanowy, pH 13 – 0.1 mol/l NaOH



WYKONANIE DOŚWIADCZENIA W DOMU

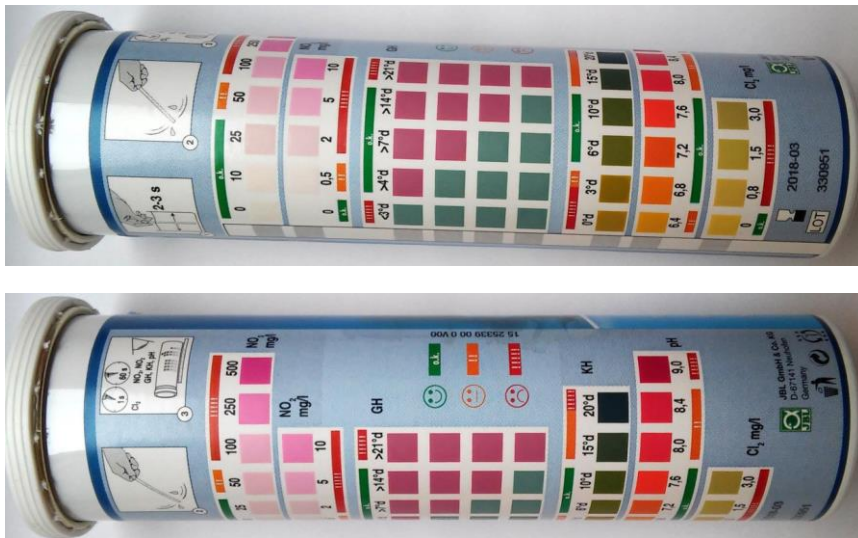
1. Dwa liście czerwonej kapusty należy pokroić na nieduże kawałki i wsypać do garnka.
2. Wlać do garnka wodę w takiej objętości, aby przykrywała wszystkie liście i całość gotować przez ok. 15 minut.
3. Po ostudzeniu przelać ciecz do słoika. Można przechowywać w lodówce ok. 1 tydzień.
4. Do próbek, których pH chcemy zbadać wlewać niewielkie objętości przygotowanego roztworu.

CZY TA WODA NADAJE SIĘ DO NAPEŁNIENIA AKWARIUM?

WYKONANIE DOŚWIADCZENIA

1. Do probówek zawierających różne rodzaje wody zanurzano wielopolowe papierki wskaźnikowe do oznaczania w wodzie akwariowej zawartości jonów NO_2^- i NO_3^- , pH, twardości węglanowej i ogólnej oraz chloru.
2. Po 60 s porównano zabarwienie pól wskaźnikowych ze skalą wzorcową i określono która z wód może zostać użyta do napełnienia akwarium.

WZORCOWA SKALA BARW

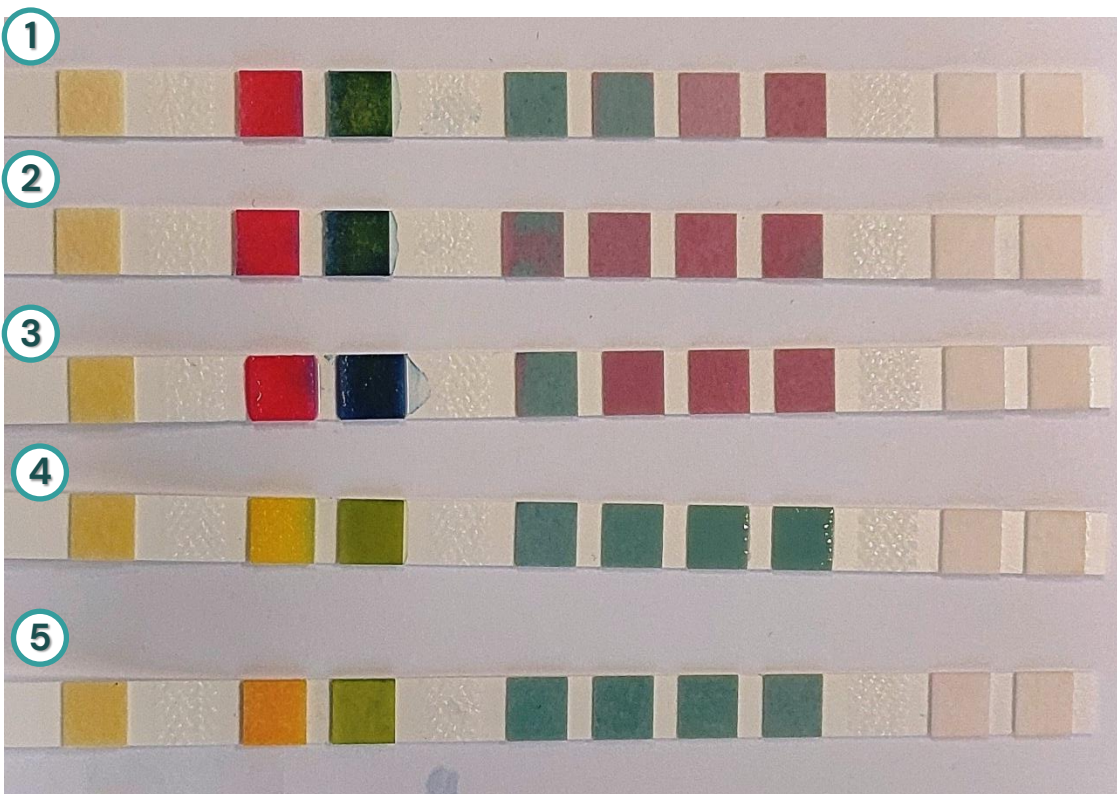


PRÓBKII

- woda źródlana
- woda kranowa – świeżo pobrana
- woda kranowa – po 1 tyg. od pobrania
- woda dejonizowana
- woda z jeziora
- deszczówka

OBSERWACJE

Pola wskaźnikowe zabarwiły się na różne kolory w zależności od składu badanej próbki.



PRÓBKİ

1. woda kranowa – świeżo pobrana
2. woda kranowa – po 1 tyg. od pobrania
3. woda z jeziora
4. woda dejonizowana
5. deszczówka

WYJAŚNIENIE WYNIKÓW

1. Każde pole testowe jest nasycone zestawem odczynników, które reagują z oznaczanymi substancjami dając barwne produkty reakcji. W zależności od jej stężenia zabarwienie pola testowego jest mniej lub bardziej intensywne.
2. W każdej wodzie obecna są azotanowe(V) – NO_3^- , ale ich stężenie jest nieprzekraczające normy wody akwariowej. Żadna z wód nie zawiera jonów azotanowych(III) – NO_2^- , których stężenie byłoby niedopuszczalne.
3. Za wyjątkiem deszczówki i wody dejonizowanej, każda z badanych wód jest charakteryzuje się pewną twardością. Twardość węglanowa (KH) wynika z obecności w wodzie wodorowęglan wapnia – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, i wodorowęglan magnezu – $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Twardość ogólna wody (GH) określa zawartość węglanów jak i siarczanu(VI) wapnia – CaSO_4 oraz siarczanu(VI) magnezu – MgSO_4 .
4. W żadnej z wód nie wykryto chloru (pola wskaźnikowe nie uległy zabarwieniu).

WYKRYWANIE WITAMINY C

WYKONANIE DOŚWIADCZENIA

1. Do probówek zawierających roztwory różnych substancji zanurzano papierki nasączone mieszaniną jodyny i skrobi.
2. Na podstawie odbarwienia się paska stwierdzić, w której próbce znajduje się witamina C.



PRÓBKI

kwask askorbinowy

kwasek cytrynowy

sok z cytryn

suplement witaminy C

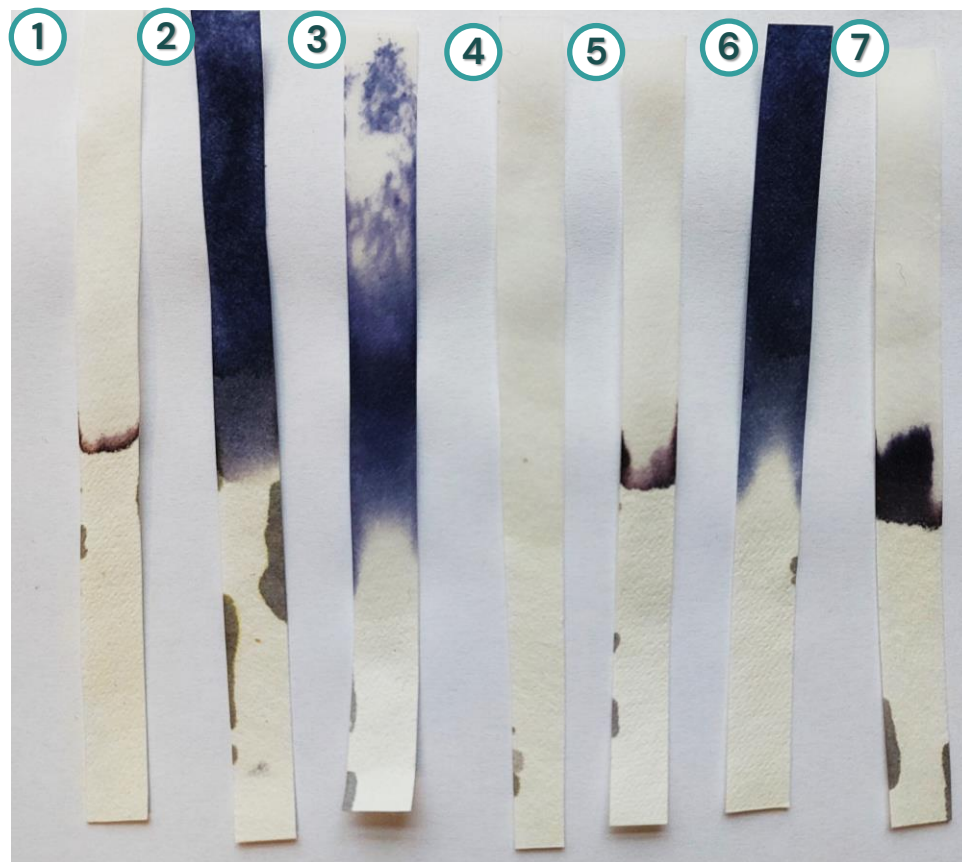
Rutinacea

Polopiryna

Polopiryna C

OBSERWACJE

Po zanurzeniu papierków wskaźnikowych w próbkach niektóre z nich uległy odbarwieniu.



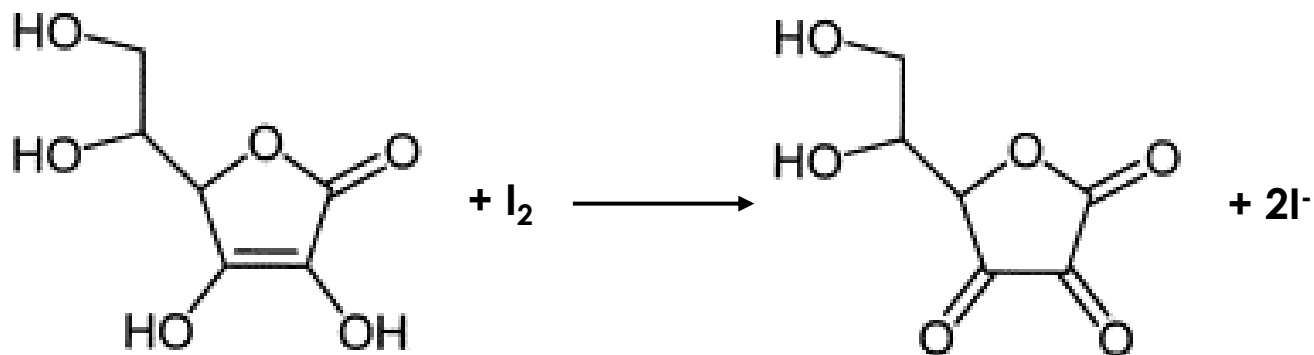
PRÓBKI

1. kwas askorbinowy
2. kwasek cytrynowy
3. sok z cytryn
4. suplement witaminy C
5. Rutinacea
6. Polopiryna
7. Polopiryna C

WYJAŚNIENIE WYNIKÓW DOŚWIADCZENIA

Jodyna zawiera jod, który ze skrobią tworzy charakterystyczny kompleks o granatowofioletowym zabarwieniu.

Między, kwasem askorbinowym (wit. C), a jodem zachodzi reakcja jego bezpośredniego utleniania do kwasu dehydroaskorbinowego opisana równaniem:



Po reakcji w roztworze obecne są jony jodkowe (I^-) i kwas dehydroaskorbinowy, które nie reagujące ze skrobią. W obecności witaminy C następuje zatem odbarwienie paska wskaźnikowego.

Na podstawie odbarwienia się papierków można stwierdzić, że sok z cytryny, roztwory suplementu witaminy C, tabletki Rutinoscorbinu oraz *Polopiryny C* zawierają kwas askorbinowy.

PRZYGOTOWANIE DOMOWYCH PASKÓW TESTOWYCH DO WYKRYWANIA WITAMINY C

1. Do naczynia wsypać ok. $\frac{1}{4}$ łyżeczki skrobi (mąka ziemniaczana) i wlać ok. 50 ml wody demineralizowanej (do kupienia np. hipermarkecie) lub przegotowanej wody kranowej. Całość gotować do rozpuszczenia skrobi, a następnie ostudzić.
2. Do zlewki wlać ok. 25 ml wody demineralizowanej lub wody przegotowanej . Dodać 15–20 kropli jodyny (do kupienia w aptece), a następnie wkraplać roztwór skrobi, aż roztwór przybierze granatowe zabarwienie .
3. Z papieru do drukarki wyciąć paski o wymiarach 1 cm x 5 cm. Każdy pasek zanurzyć do ok. połowy w przygotowanej mieszaninie jodyny ze skrobią i pozostawić do wyschnięcia.
4. Paski zanurzać w roztworach próbek i na podstawie odbarwienia się paska stwierdzić, w której próbce znajduje się witamina C.

**DZIĘKUJEMY
ZA UWAGĘ!**

CREDITS: This presentation template was
created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**
and infographics & images by **Freepik**