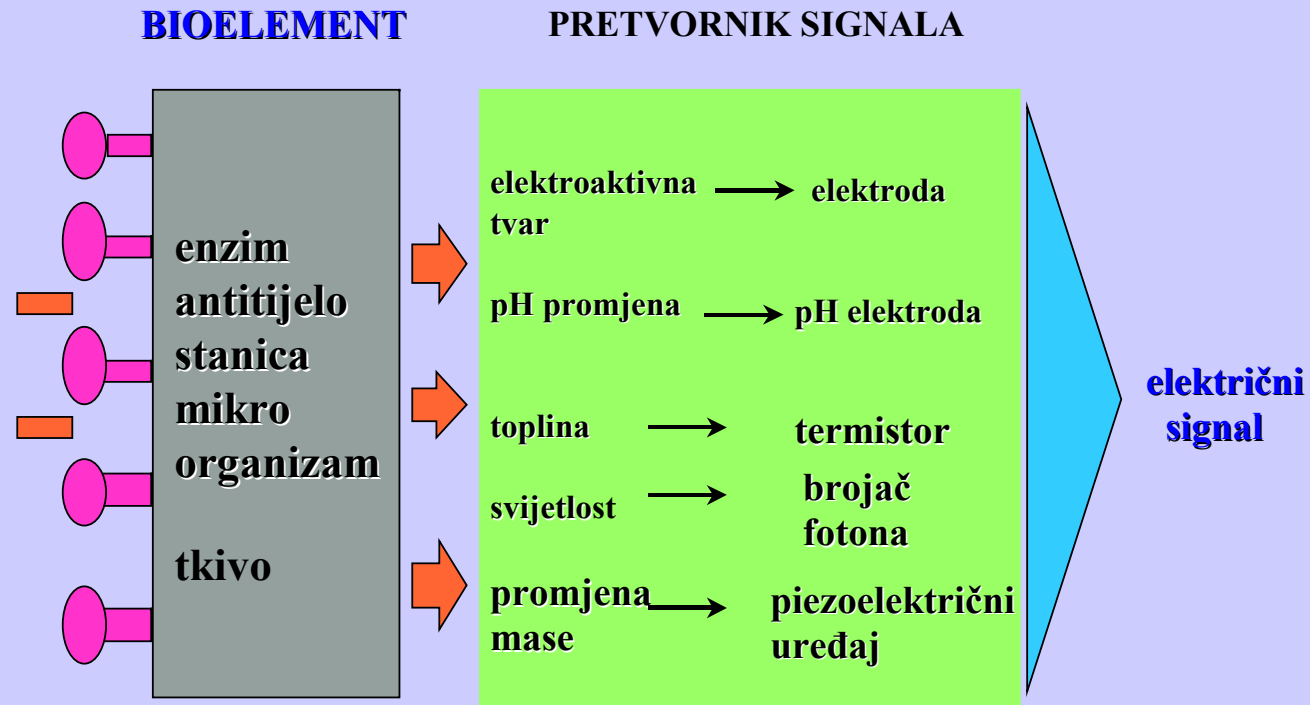


Senzori :

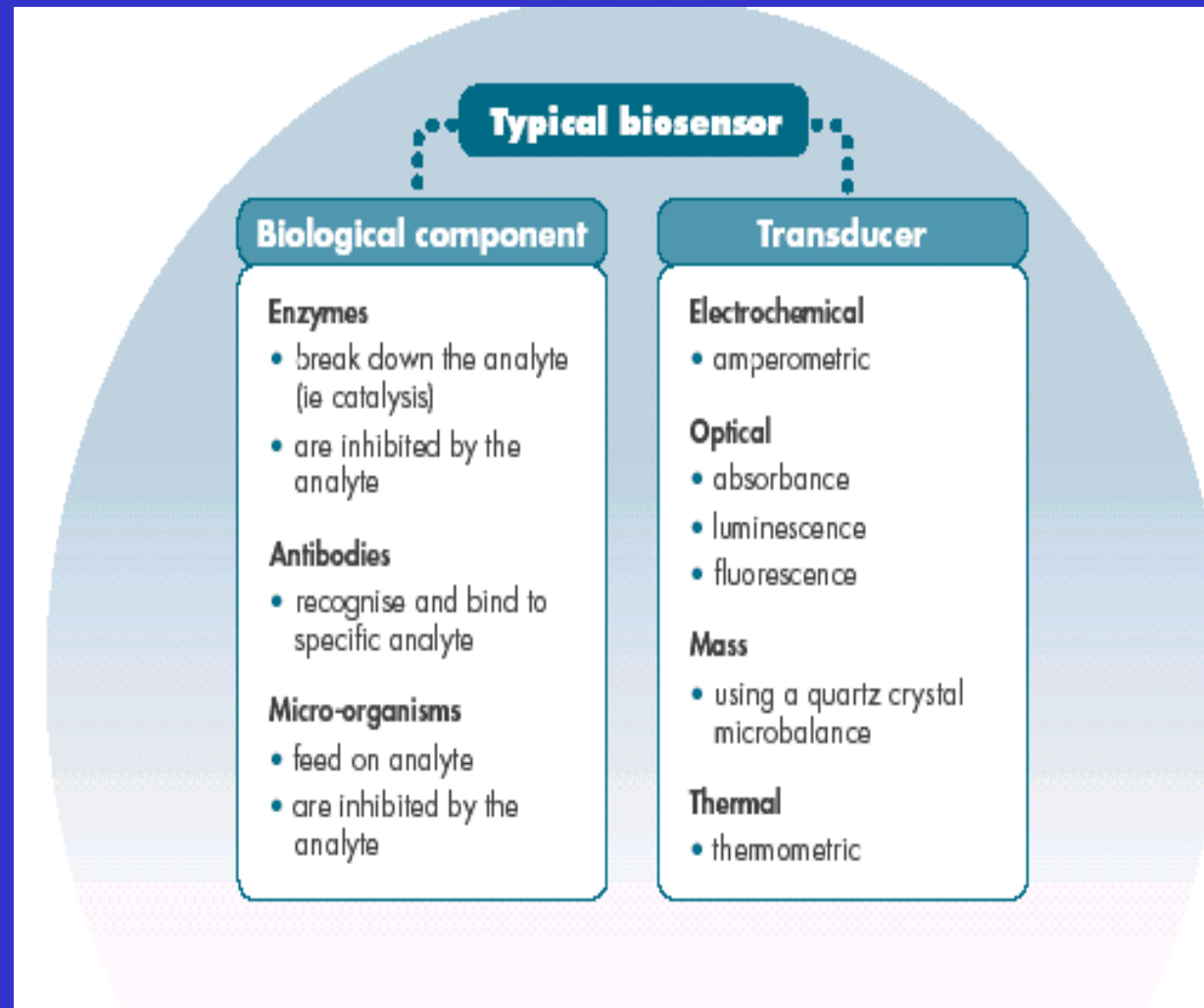
- male naprave koje informaciju o koncentraciji jednog ili više analita pretvaraju u signal koji je jednostavno elektronički obrađivati, transportirati i sl.

Biosenzori:



sastoje se od biološkog dijela zaduženog za selektivno prepoznavanje analita i pretvorničkog dijela koji informaciju o analitu pretvara u koristan signal koji se lagano obrađuje

Vrste biosenzora



Prednosti i nedostaci biosenzora

	Advantages	Disadvantages
Enzymes	<ul style="list-style-type: none">• simple to operate• simple design• sensitive to target analyte• rapid result (ie in minutes)• inhibited enzymes can be used to determine general toxicity caused by unknown substances	<ul style="list-style-type: none">• need to control ambient conditions such as pH and temperature• limited shelf life• may not be a suitable enzyme to act on the sample analyte (ie catalytic biosensors)• catalytic biosensor may be inhibited by substances in the sample
Antibodies	<ul style="list-style-type: none">• highly sensitive to target analyte• easy to use in the field• easy to interpret• some types can be used for continuous monitoring (ie on-line)• rapid result (ie in minutes)• ELISA tests are versatile	<ul style="list-style-type: none">• still an emerging technology so target analytes may be limited• specific for target analyte only so cannot detect unknown substances• ELISA tests typically take more than an hour to obtain result and are not suitable for on-line monitoring• ELISA tests require trained personnel with some scientific knowledge
Micro-organisms	<ul style="list-style-type: none">• faster BOD measurement than laboratory tests• sensitive indicators of toxicity• longer shelf life than other types of biosensor• tolerant of suboptimum conditions (eg variations in temperature and pH)	<ul style="list-style-type: none">• results can be more variable than with other types of biosensor• results take longer to obtain than for other types of biosensor typically between 15 and 60 minutes)

Commercially available biosensors

Test/application

Benzene

BOD

Drug residues in food

Fermentation monitoring

Herbicides/pesticides (eg atrazine)

Marking of high-value goods

Microbial contamination

Pathogens in food

General toxicity

Biosensor type

Antibody-based (ie ELISA)

Micro-organism-based, enzyme-based

Antibody-based (ie ELISA), DNA-based

Antibody-based

Antibody-based (ie ELISA)

DNA-based

Enzyme-based

Antibody-based (ie ELISA)

Micro-organism-based

Biosensors in development

Test/application

Airborne biological toxins

BTEX

Herbicides/pesticides

Metals

Pathogenic micro-organisms

Ammonia

Biosensor type

Antibody-based

Antibody-based

Micro-organism based, enzyme-based

Micro-organism based, enzyme-based

Antibody-based

Enzyme-based

Definicije:

- **Analiza:**
- proces koji nas snabdjeva o kemijskim ili fizikalno-kemijskim informacijama mjernog uzorka ili samo nekih konstituenata mjernog uzorka
- **Analit:**
- sastojak uzorka koji je predmet našeg mjerenja
-
- **Matrica (Matrix):**
- sve osim analita u uzorku naziva se matricom

- **Mjerna tehnika:**

- bilo koji kemijski ili fizikalni princip koji se koristi za studij nekog svojstva analita
- (spektroskopija, potenciometrija)
-

- **Mjerna metoda:**

- primjena mjerne tehnike za određivanje specifičnog analita prisutnog u specifičnoj matrici.
- (protočna spektrofotometrijska metoda za mjerenje....)

Opis svojstava senzora

- Točnost
-
- Preciznost
-
- Mjerno područje
-
- Osjetljivost
-
- Selektivnost
-
- Granica detekcije
-
- Vrijeme odziva

Točnost

- mjera odstupanja experimentalnih rezultata od očekivanih vrijednosti (slaganje između točne, prihvaćene referentne i izmjerene vrijednosti)
-
- $\% \text{ greške} = \frac{(\text{dobiveni rezultat} - \text{očekivani rezultat})}{\text{očekivani rezultat}} \cdot 100$
- 1% - precizni instrumenti
- 5%- pogonski instrumenti
- 0.1 % etaloni

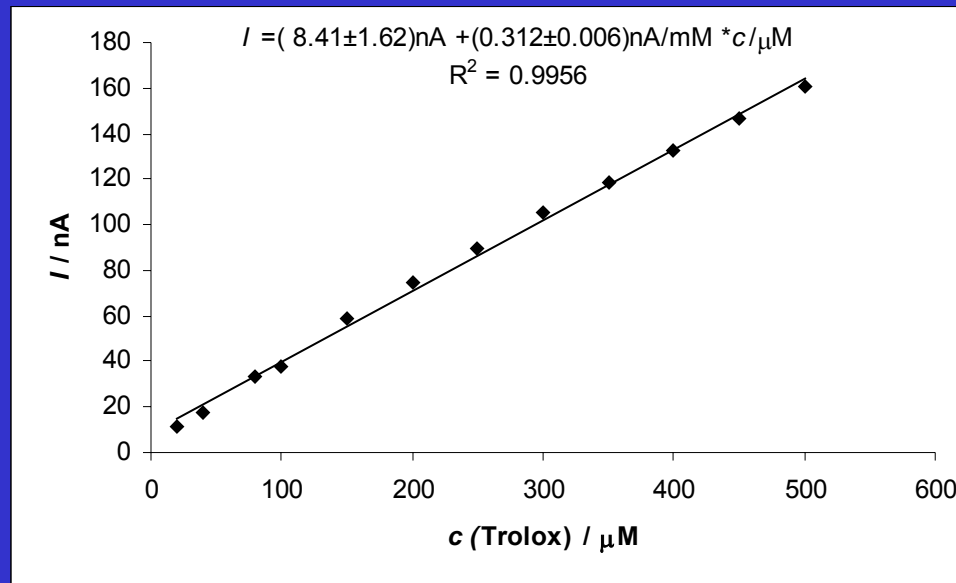
- **Preciznost**
-
- višestruko ponavljanje mjerenja (istog analita) uzrokuje rasap rezultata oko točne vrijednosti. Preciznost je mjera reproducibilnosti rezultata ili mjerenja.
- Ponovljivost mjerenja se odnosi na grešku mjerenja ostvarenu prilikom ponavljanog mjerenja istog mjernog uzorka.
- Reproducibilnost se odnosi na grešku mjerenja istog analita raznim mjernim metodama.

- **Mjerno područje**

-

- područje unutar kojeg je promjena signala senzora u ovisnosti o promatranom svojstvu analita (koncentracija, topljivost, površinska napetost i sl.) linearna. Interval između minimalne i maksimalne vrijednosti (razine) analita unutar kojeg bi analit bio određen s određenom točnošću i preciznošću.

-



•Osjetljivost

- je mjera promjene u vrijednosti izmjernog signala senzora po jedinici promjene koncentracije analita.

-

- $\Delta n_A = \Delta S_A / k$ - metoda ukupne množine tvari

- $\Delta C_A = \Delta S_A / k$ - koncentracijska metoda

- k – konstanta proporcionalnosti (nagib baždarnog pravca)

- **Granica detekcije**

- statistička vrijednost kojom se opisuje najmanji iznos analita koji se može pouzdano mjeriti.
- Prema IUPAC-u detekcijski limit (granica detekcije) je najmanja koncentracija ili apsolutna vrijednost analita koji je significanto veći od signala koji potječe od slijepe probe.

- $$S(A)_{DL} = S_{reg} + z \sigma_{reg}$$

- $S(A)_{DL} = S_{reg} + z \sigma_{reg}$

- $S(A)_{DL}$ -- signal dobiven mjerenjem slijepe probe
- σ_{reg} -- poznata standardna devijacija dobivena mjerenjem slijepe probe
- z- faktor koji podrazumjeva željeni interval pouzdanosti (najčešće iznosi 3)

koncentracija analita ili apsolutna množina tvari analita koja predstavlja detekcijski limit može se izračunati kao:

$$(C_A)_{DI} = (S_A)_{DL} / k$$

$$(n_A)_{DL} = (S_A)_{DL} / k$$

- **Selektivnost**

- analitička metoda ili senzor su selektivni ukoliko je signal samo funkcija koncentracije analita prisutnog u uzorku. Uz prisutnost interferenata iznos signala je :

- - $S_{\text{uzorak}} = S_A + S_I = k_A n_A + k_1 n_1$

- ili

- $S_{\text{uzorak}} = S_A + S_I = k_A C_A + k_1 C_1$

- S_{uzorak} - ukupni signal senzora ili metode kao rezultat svih prisutnih konstituenata uzorka
- k_A i k_1 su osjetljivosti senzora na analit odnosno interferent
- n_A , n_1 , C_A i C_1 su množine tvari odnosno koncentracije analita i interferenta.

- Konstanta selektivnosti:

- $K_{A,I} = k_I / k_A$

- $K_{A,I} > 1$

-

- $K_{A,I} < -1$

-

- $k_I = K_{A,I} * k_A$

-

- $S_{\text{uzorak}} = K_A (n_A + K_{A,I} * n_I)$

-

- $S_{\text{Uzorak}} = K_A (C_A + K_{A,I} * C_I)$

-

- koeficijent selektivnosti: računa se iz konstanti k_I i k_A ili iz gornjih izraza

-

- **Vrijeme odziva**
-
- 1τ -vrijeme koje je potrebno da se postigne 0.707 maksimalne vrijednosti koju će pokazati senzor u otopini određene koncentracije nekog analita.
- 5τ - vrijeme koje je potrebno da se postigne 95% maksimalne vrijednosti koju će pokazati senzor u otopini određene koncentracije nekog analita.
-
- Za ISE (potenciometrijske senzore) vrijedi da je vrijeme odziva vrijeme koje protječe od trenutka kada je ionsko-selektivna i referentna elektroda dovedena u kontakt s otopinom uzorka (ili trenutak kad je promijenjena koncentracija ispitivanog iona) i prvog trenutka kod kojeg nagib $\Delta E / \Delta t$ poprimi vrijednost od 0,1 mV/min.

- **Robusnost i grubost metode**
-
- **robustnost:** metoda omogućuje mjerenje analita u širokom spektru različitih matrica tj kada je mjerenje analita oslobođeno utjecaju interferenata
-
- **Grubost:** metoda je neosjetljiva na promjenu eksperimentalnih uvjeta (različiti laboratoriji, uređaji različitih proizvođača, kemikalije raznih dobavljača i sl.)

-
- **Limit kvantifikacije**
- najniža koncentracija analita u uzorku koja se može odrediti s prihvatljivom preciznošću i točnošću.
- to je ona koncentracija kod koje je odnos signal/ šum u odnosu 10 :1.
- Dok limit detekcije vrijedi za odnos signal/šum 2:1 ili 3:1. Računa se na identičan način kao i granica detekcije.