

Monitorering

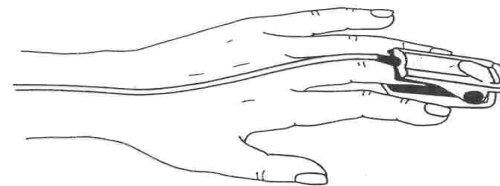
Fredrik Öberg

Spec läk

Anestesikliniken

Karolinska Solna

fredrik.oberg@karolinska.se



Monitorering

Fredrik Öberg

Spec läk

Anestesikliniken

Karolinska Solna

fredrik.oberg@karolinska.se

Fysikalisk princip

Teknisk design

Normalvärden

Felkällor

Komplikationer

Monitorering

Fredrik Öberg

Spec läk

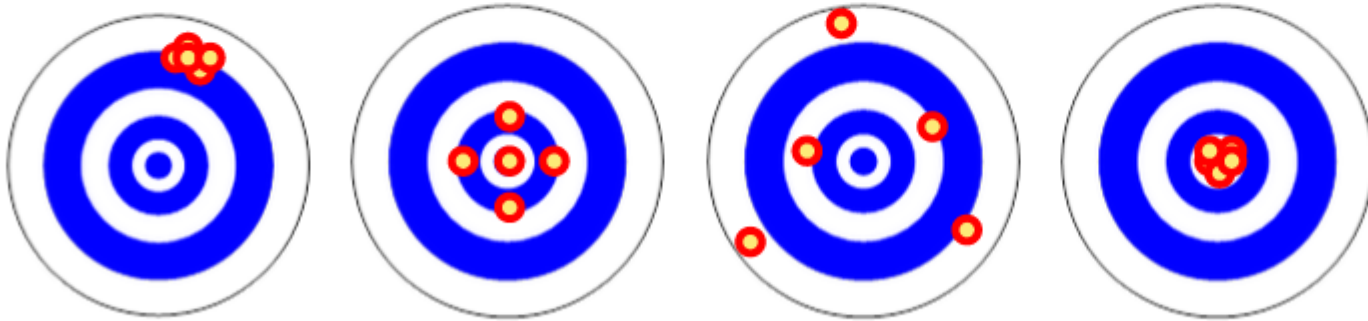
Anestesikliniken

Karolinska Solna

fredrik.oberg@karolinska.se

- Allmän teori
- Temperatur
- Pulsoximetri
- NIBP
- Invasiva blodtryck
- O₂, CO₂, Narkosgaser
- Spirometri per op

Noggrannhet och precision (mm)



- Noggrannhet eng Accuracy

är summan av...

- Precision eng Precision
och
- Riktighet eng Trueness
(motsats: Bias)

Sök bland 100 000 standarder, projekt, utbildningar, böcker och verktyg

Sök

Visa varukorgen



Sociologi, service, företagsorganisation och -ledning och administration

Kvalitet

Användning av statistiska metoder

SS-ISO 5725-1

STANDARD • SVENSK STANDARD **SS-ISO 5725-1**



Noggrannhet (riktighet och precision) för mätmetoder och mätresultat - Del 1: Allmänna principer och definitioner

STATUS Gällande



Välj

PDF

Tryckt

PDF + Tryckt



PDF

127,24 €

1.195 SEK

Lägg i varukorg

1.1 Syftet med ISO 5725 är följande: a) att skissera de generella principerna som måste förstås vid bedömning och tillämpning av noggrannhet (riktighet och precision) för mätmetoder och mätresultat, samt att fastställa praktiska skattningar av de olika måtten från experiment (ISO 5725-1); b) att ge en grundläggande metod för skattning av de båda ytterlighetsmåtten för precision av mätmetoder från experiment (ISO 5725-2); c) att specificera mellanliggande mått på precision, med givna förhållanden under vilka de är tillämpliga och ge metoder för att skatta dem (ISO 5725-3); d) att ge grundläggande metoder för bestämning av en mätmetods riktighet (ISO 5725-4); e) att ge några alternativ för bestämning av mätmetoders precision och riktighet, som under vissa

Produktinformation

SPRÅK

Engelska

Svenska

FRAMTAGEN AV

Mätteknik och statistik,
SIS/TK 304/AG 5

INTERNATIONELL TITEL

Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - Part 1: General principles and definitions

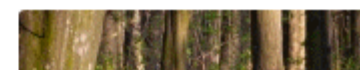
ARTIKELNUMMER

STD-33536

Relaterat



Basutbildning, fördjupning eller certifiering för kvalitets- och miljöledning.





Standards

About us

Standards Development

News

Store

Standards catalogue

Online collections

Graphical symbols

Store > Standards catalogue > By TC > TC 69 Applications of statistical methods > SC 6

ISO 5725-4:1994[📡]

Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results -- Part 4: The determination of the trueness of a standard measurement method



This standard was last reviewed* in 2013.

**ISO standards are reviewed every five years.*

Abstract

[Preview ISO 5725-4:1994](#)

Provides basic methods for estimating the bias of a measurement method and the laboratory bias when a measurement method is applied. In order that the measurements are made in the same way, it is important that the measurement method has been

FORMAT ?

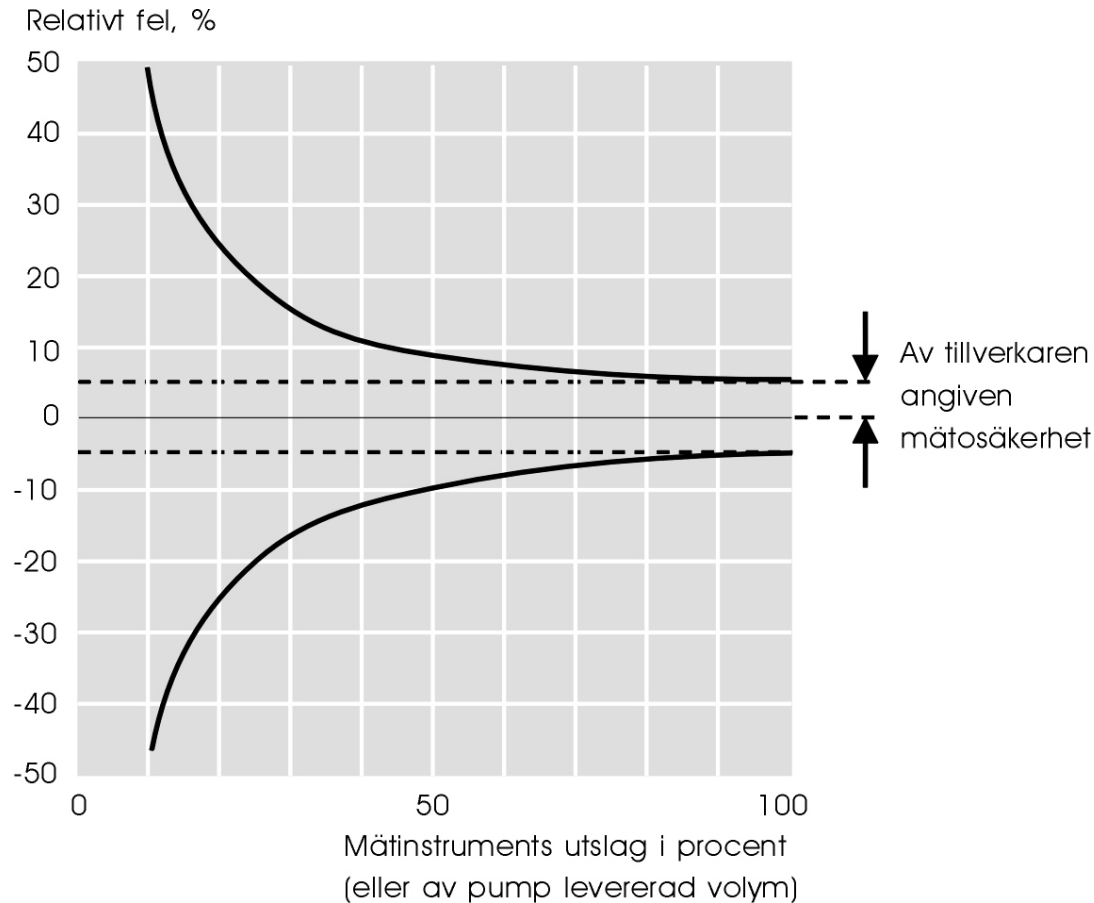


PDF



PAPER

Trumpetkurvan

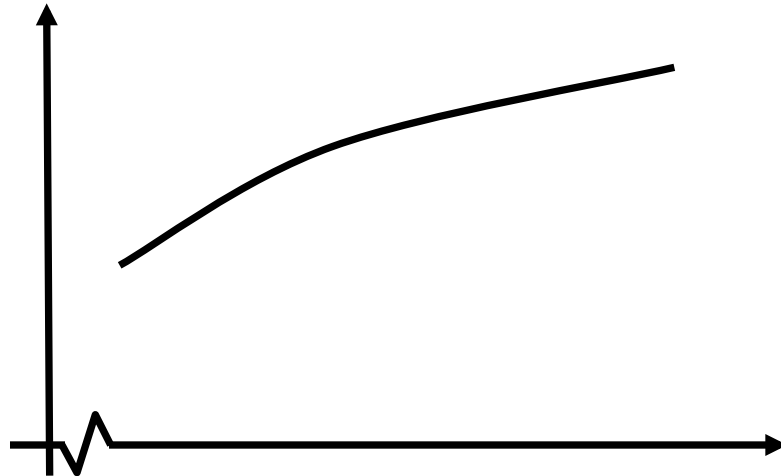


- Gäller mätinstrument, infusionspumpar, mm
- Mätosäkerhet anges som % av max utslag (inf hastighet)
- Mkt sämre prestanda vid små utslag (inf hastigheter)
- Allra sämst då pumpen startas på låg hastighet

Transducer

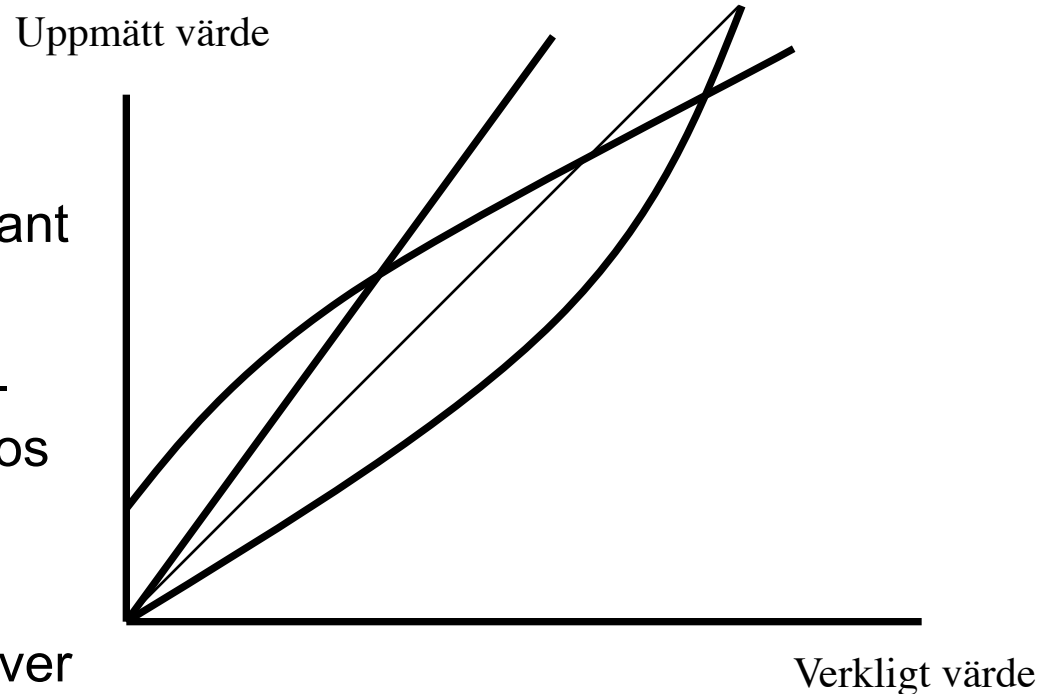
- Transducer = givare
- Artärtrycksgivare, temperaturprobe, ...
- Output ofta i form av variabel elektrisk resistens

- Ofta icke-linjär output



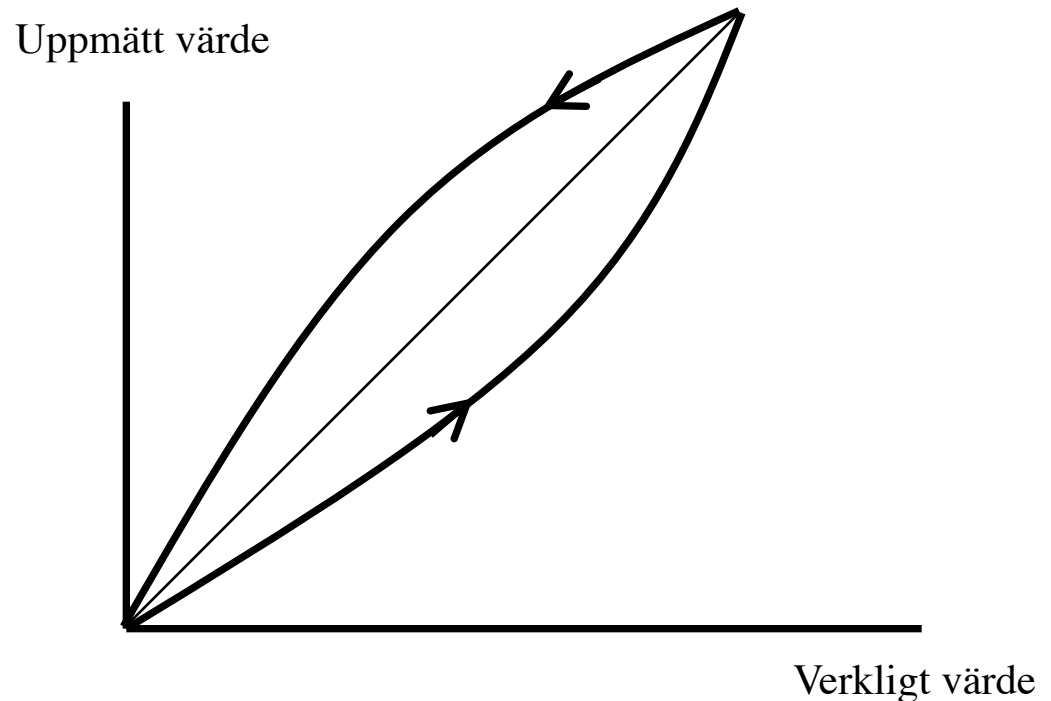
Drift

- Uppmätta värdet ändrar sig över tiden trots att verkliga värdet är konstant
- Kan bero på temperaturförändringar, åldrande hos mätutrustning, mm
- Vanligt problem som kräver kalibrering
- Drift kan ha olika utseende, och kräva olika typer av kalibrering (1-punkts, 2-punkts, ...)



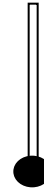
Hysteres

- Skillnad mellan uppmätt värde och sant värde, där skillnaden beror på om värdet ökar eller minskar
- Oftast i form av eftersläpning
- Vanligt problem i teknisk mätteknik
- Sällan problem vid medicinska mätningar och monitorering



Temperatur

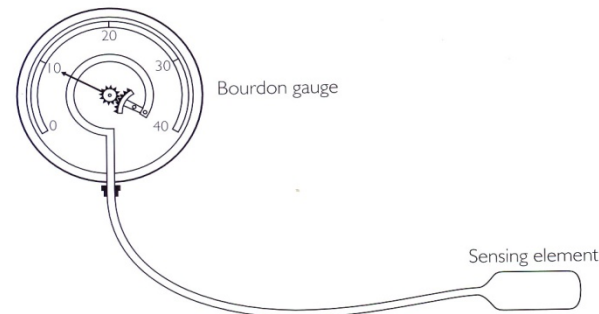
- Vanlig termometer (sprit, kvicksilver)



- Bimetall – remsa av två metaller med olika värmeutvidgningskoefficient böjer sig med temperaturen



- Tryckmätare med utvidgande material i prob + slang



Temperatur

- Variabel resistens – platinatråd
Resistens ökar med ökande temp



(resistensen mäts mha en Wheatstonebrygga...)

- Termistor
Halvledare vars resistens
minskar med ökande temp



- Thermocouple
Krets av två metaller
Olika temp i olika metall-
interface ger en spänning



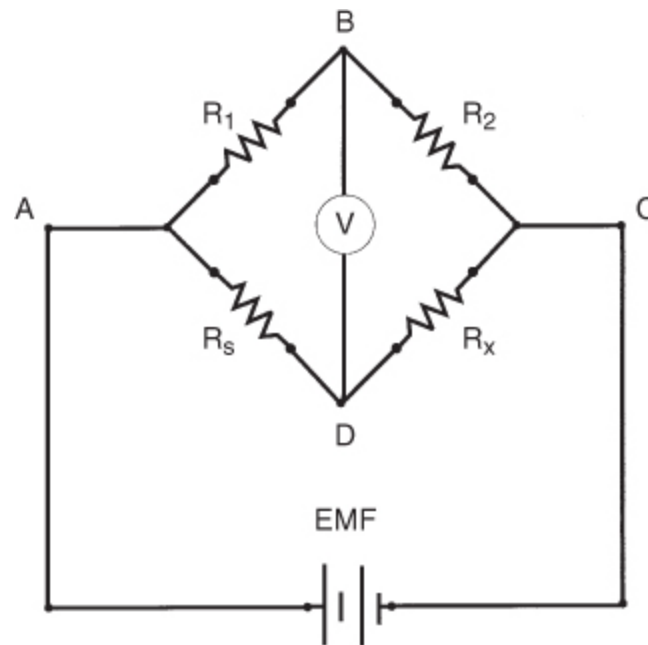
Temperatur

- Mätning av IR-strålning
Örontermometer
Ofta problem ty mäter i hörselgången i stället för trumhinnan
- Kristaller som ändrar färg med temperaturen

Wheatstonebrygga

- Är ett tekniskt trick för att kunna mäta en resistens
- Omvandlar en resistens till en spänning (som enkelt kan avläsas på ett mätinstrument)

- V = output (spänning)
- R_x = okänd resistens
- Om $R_2/R_1 = R_x/R_s$ så blir $V = 0$
- När R_x varierar uppstår en mätbar spänning V



Central temperatur – var mäta?

- Arteria pulmonalis
 - Distala esofagus
 - Nasofarynx (intuberad patient)
 - Trumhinna
- men svårt komma dit, och många
örontermometrar mäter i hörselgången
- } Bäst

- Urinblåsa
 - Rectum
- } Bra utom vid snabba
förändringar / öppen
buk

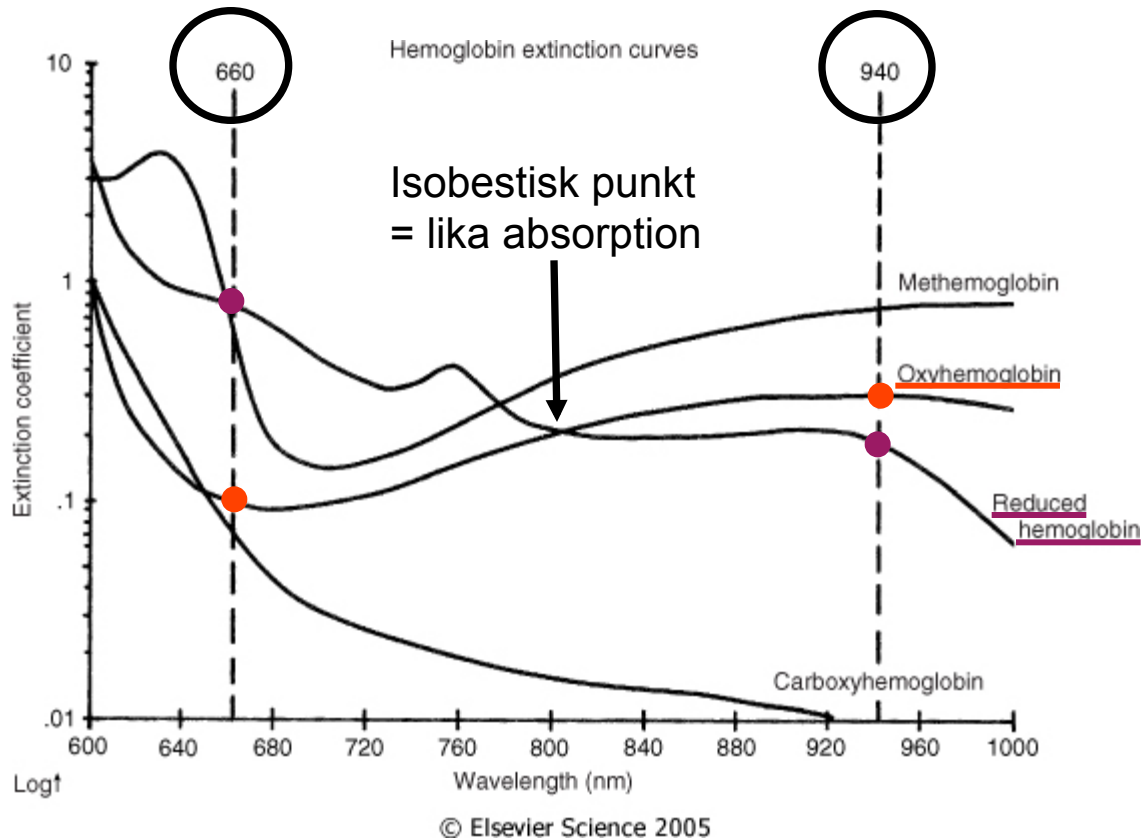
- Mun
 - Armhåla
- } OK

- Hud
- Kass

Pulsoximetri

- SaO_2 arteriell saturation
 - SpO_2 saturation uppmätt med pulsoximeter (=det pulsoximetern visar)
 - SvO_2 blandvenös saturation (a pulmonalis)
 - ScvO_2 centralvenös saturation (v cava sup / inf / hö förmak)
-

Pulsoximetri

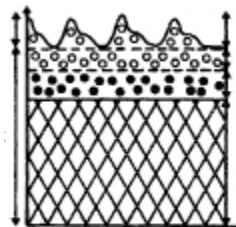
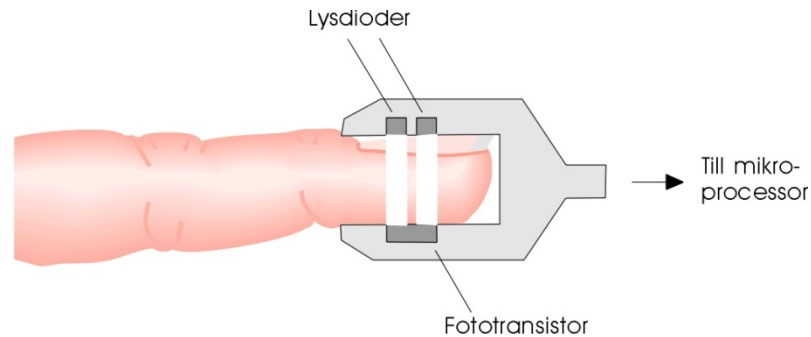


660 nm:
Deoxy-Hb
absorberar mest

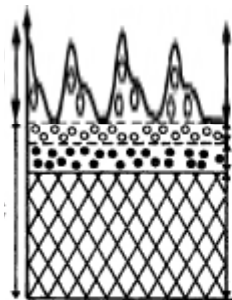
940 nm:
Oxy-Hb absorberar
mest

Pulsoximetri

- Två lysdioder en för varje våglängd
- En detektor
- Lysdioderna tänds omväxlande flera hundra ggr per sekund.
- Signalen separeras till två kurvor, en för varje våglängd:

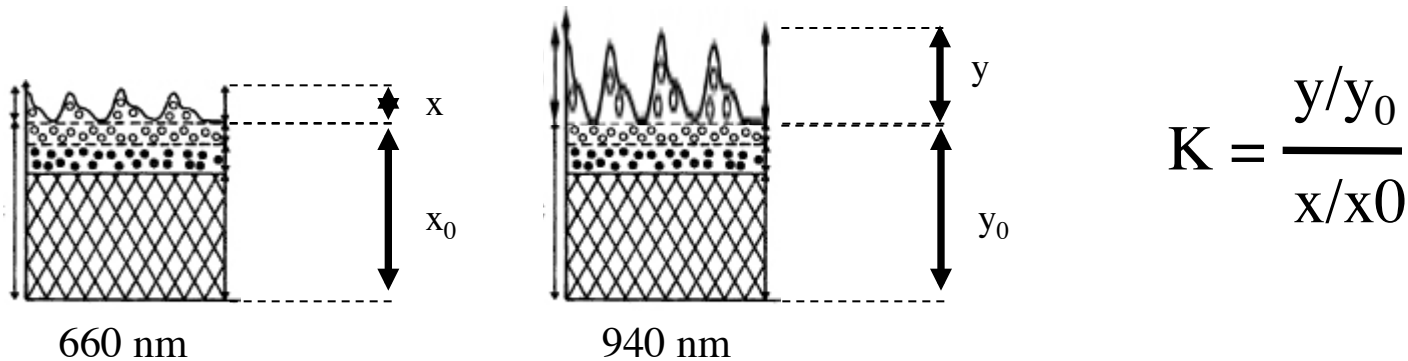


660 nm

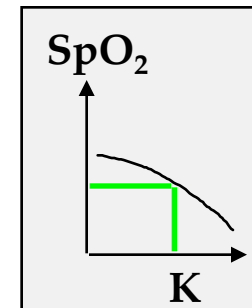


940 nm

Pulsoximetri algoritm (förenklad)



- Endast artärblod pulserar – separera ut den pulsatila komponenten!
- Jämför den pulsatila komponenten mellan de båda våglängderna!
- Olika K-värden motsvarar olika SpO_2



Pulsoximetri – ”falskt högt” SpO_2

(dvs $\text{SpO}_2 > \text{SaO}_2$)

- Kolmonoxid – falskt högt SpO_2
8% ökning av COHb ger endast 1% sänkning av SpO_2 .
- Omgivande ljus – falskt högt SpO_2
Starkt ljus, med frekvens nära pulsoximeterns. Gäller vissa datorskärmar.

Pulsoximetri – ”falskt” lågt SpO₂

- Låg perfusion – falskt lågt SpO₂
Hypotension, hypotermi, vasokonstriktion. Kan förbättras av EMLA (örat) eller nervblockad (fingret).
- Rörelse, shivering – falskt lågt SpO₂
- Dålig kontakt med fingret – falskt lågt SpO₂
Läckage av ljus förbi fingret
- Anemi
Korrekt vid normalt saturation
Falskt lågt vid låg saturation
- Låg saturation (< 70%) – oftast falskt lågt SpO₂

Pulsoximetri – ”falskt lågt” SpO₂

- Blått nagellack – falskt lågt SpO₂
- Met-Hb – SpO₂ går mot 85%
Dvs falskt lågt om SaO₂>85% och falskt högt vid SaO₂<85%
- Metylenblått – falskt lågt SpO₂
Övergående (10-30 min) markant sänkning av SpO₂.
- Tricuspidalisinsufficiens – falskt lågt SpO₂

Pulsoximetri – övriga felkällor

- Snabba förändringar – fördröjning
- Uselt mått på ventilation, särskilt vid högt F_iO_2

Pulsoximetri övrigt

Komplikationer

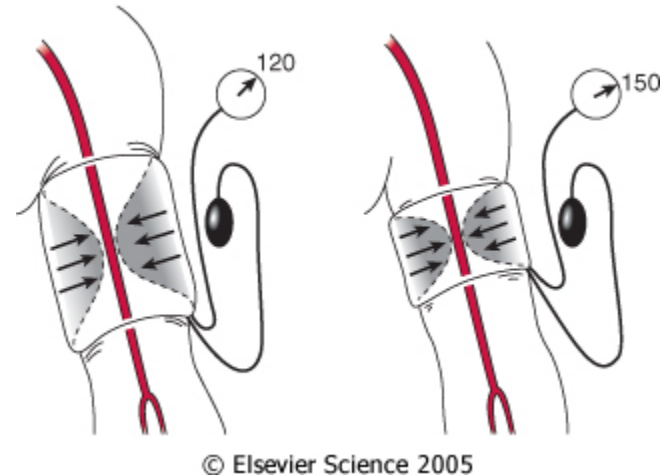
- Hudskada vid lång tids användning

Normalvärden

- 90-100%
- Starkt beroende av patientgrupp

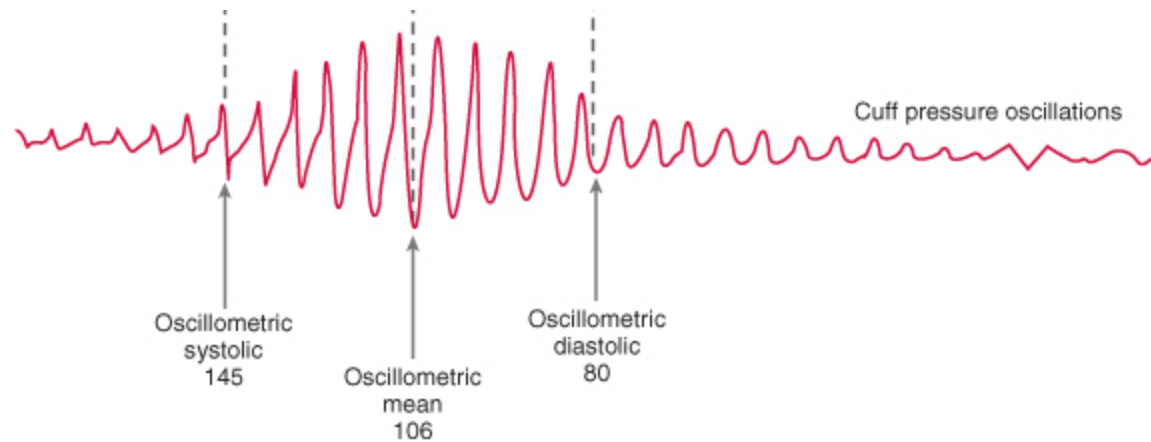
NIBP - manuell

- Korotkoff-toner
- Uppkommer då sammanpressad artär öppnar sig
- Kuff > systoliskt tryck
alltid stängt – inget ljud
- Kuff < diastoliskt tryck
alltid öppet – inget ljud
- Kuffbredd 20% bredare än armdiameter



NIBP - automatisk

- Oscillometri



- Kan även tillämpas manuellt – titta på nålens rörelser!

NIBP - felkällor

- Muskelspänning, shivering – falskt höga värden
- Stela kärl (ateroskleros mm) – falskt höga värden
- Låg perfusion (chock, vasopressor) – falskt låga värden
- För smal cuff – falskt höga värden
- För bred cuff – falskt låga värden (men bara lite)

NIBP - komplikationer

- Smärta
 - Petechier, ecchymoser
 - Ödem
 - Tromboflebit
 - Havererad AV-fistel
 - Neuropati (ulnarispares mm)
 - Compartmentsyndrom
-
- Undvik vid tidigare neuropati
 - Undvik vid långvarig kirurgi
-
- Artärnål i stället

Invasiv artärtrycksmätning

- Radialis
 - komplikationsfrekvens $< 0,1\%$
- Ulnaris
- Brachialis
 - end-artär, men ändå säker
- Axillaris
 - cave luftemboli till CNS
 - använd helst vänster sida
- Temporalis superficialis
- Femoralis
- Dorsalis pedis, tibialis posterior



Artärnål – Allens test

- Komprimera radialis o ulnaris
- Knyt handen hårt
- Öppna handen
- Släpp den ena artären
- Handen rodnar snabbt
- >10 s till rodnad = kraftigt nedsatt kollateralflöde

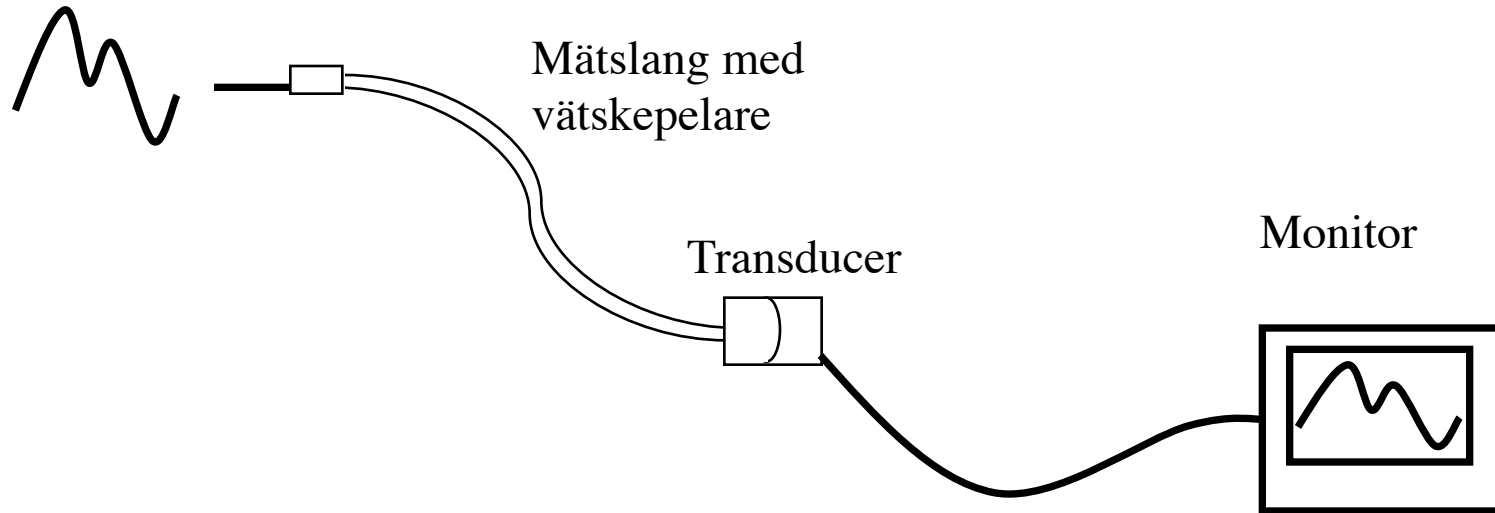
MEN:

- Inga komplikationer trots patol Allens test (425 pat)
- Ischemiska komplikationer förekommer trots normalt Allens test
- Rekommenderas av vissa – mest av medikolegala skäl (men görs aldrig ändå....)

Artärnål - kanyleringsteknik

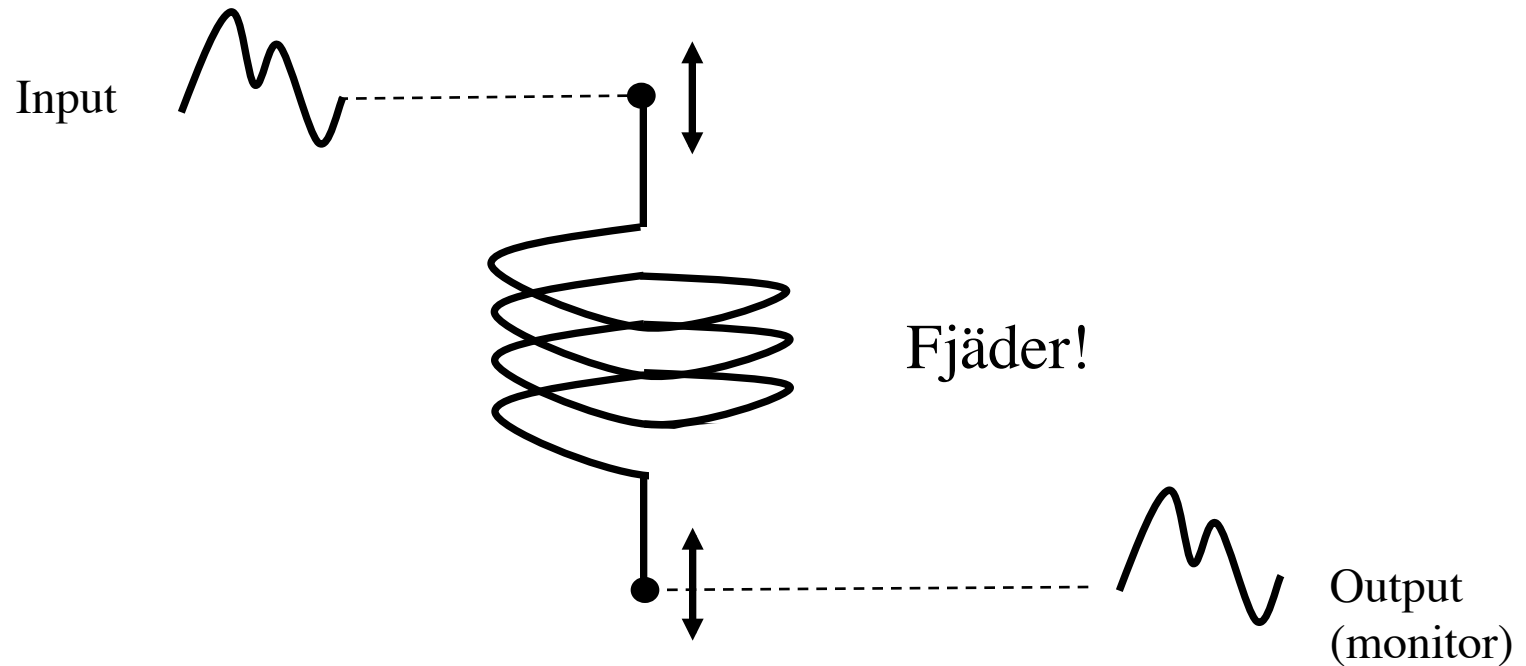
- Kanylen måste riktas mot flödet, annars falskt låga värden

Artärnål – mätsystemet

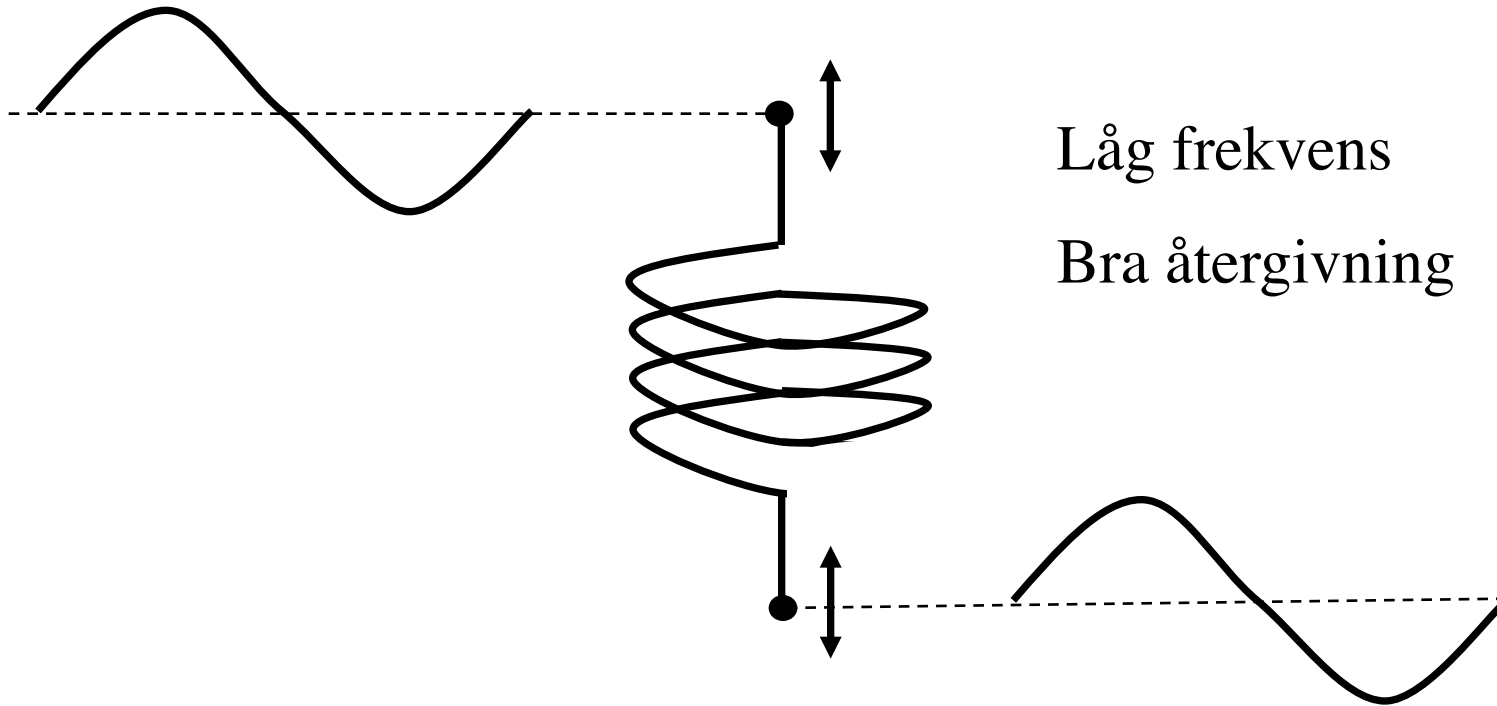


- Vätskan rör sig med artärtrycket
- Transducer registrerar vätskans rörelse

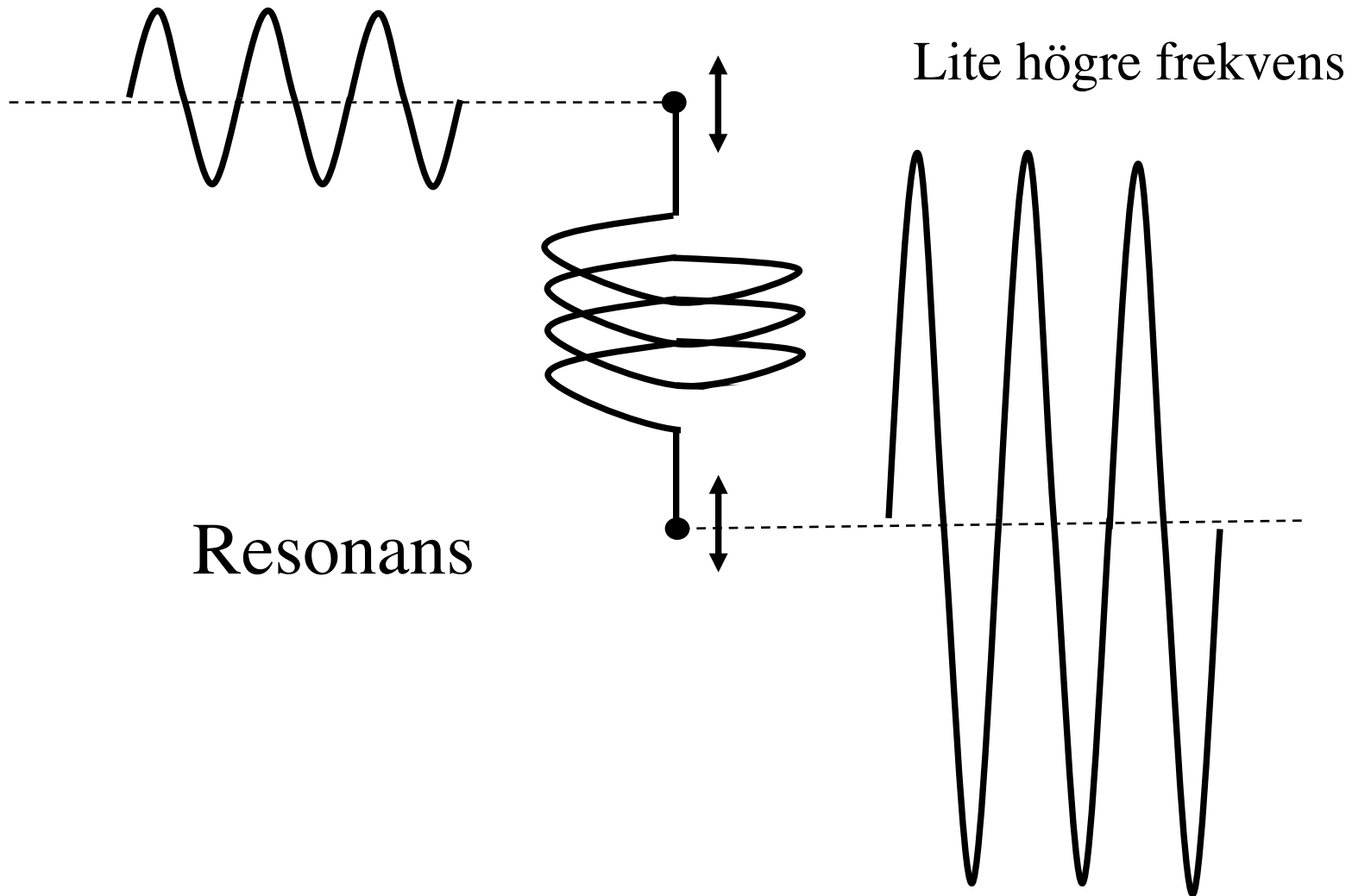
Artärnål – mätsystemet



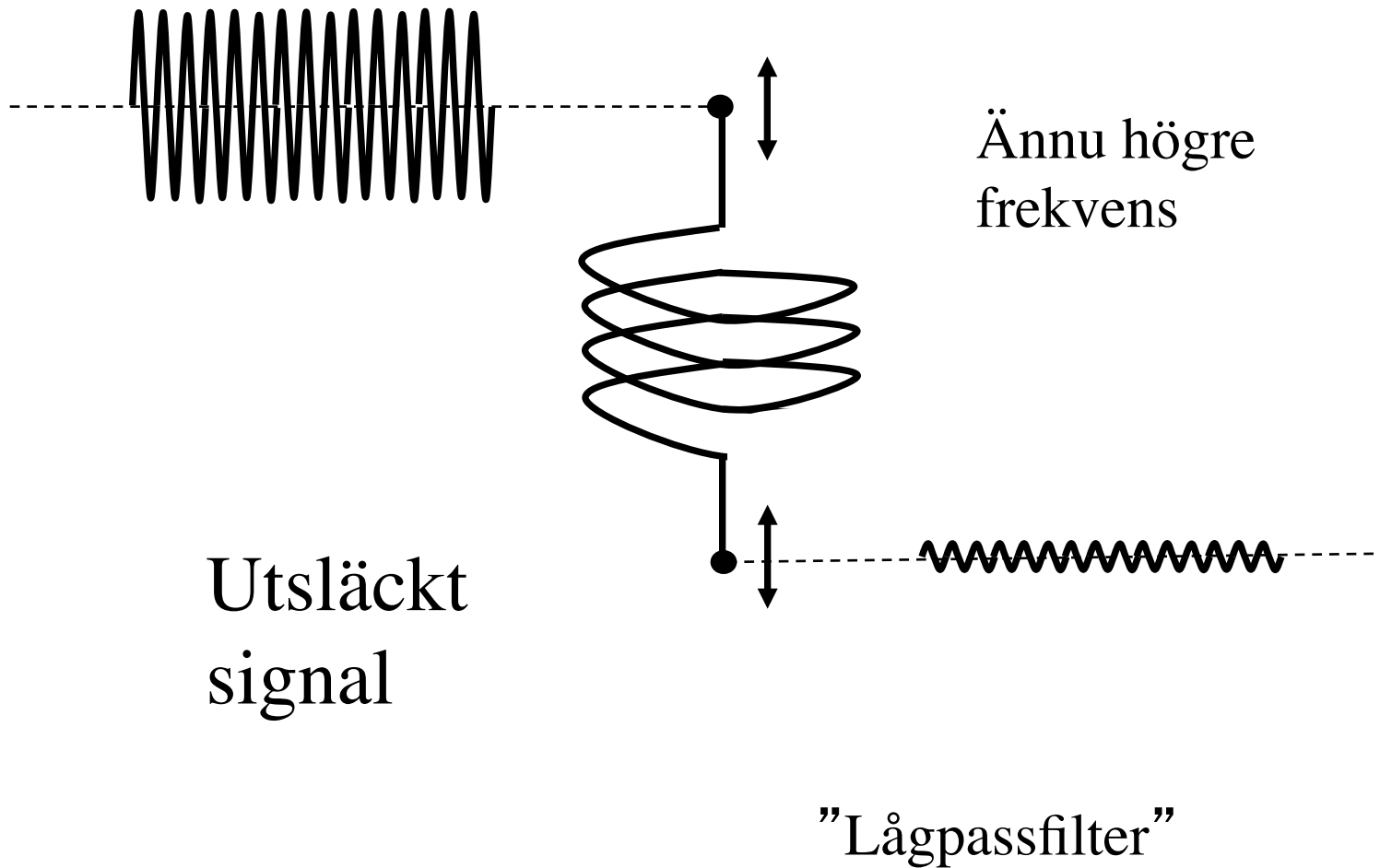
Artärnål – mätsystemet



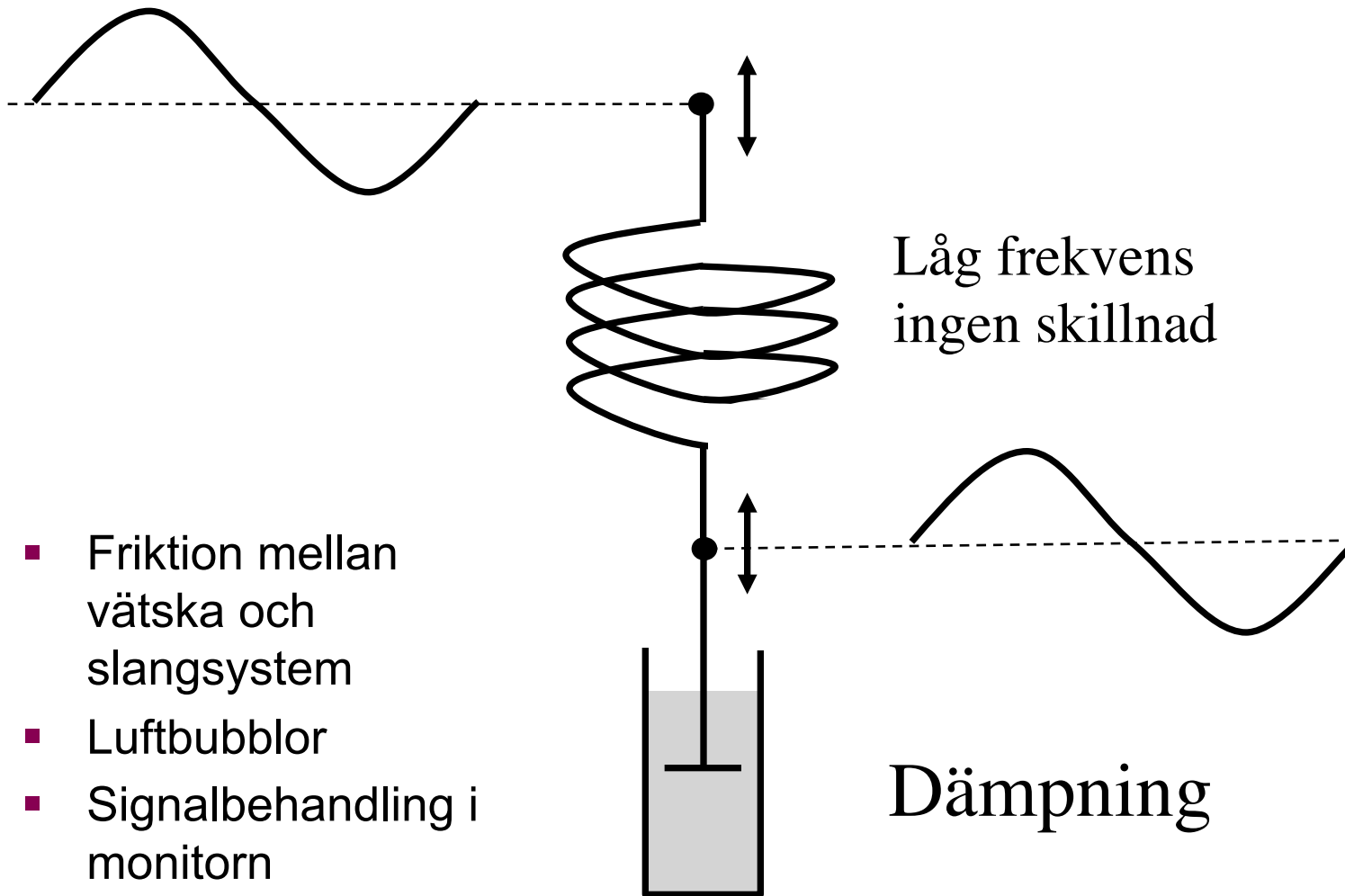
Artärnål – mätsystemet



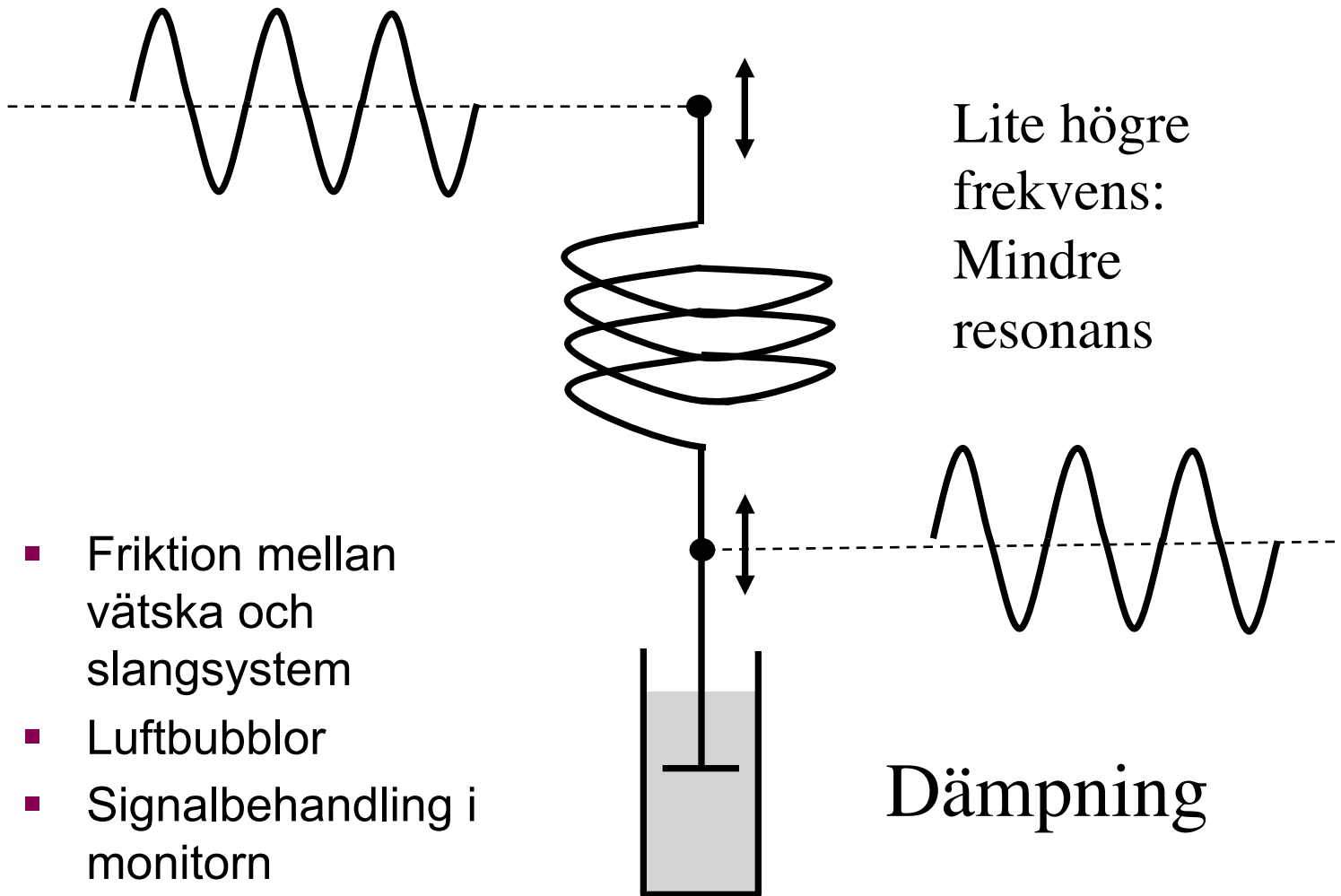
Artärnål – mätsystemet



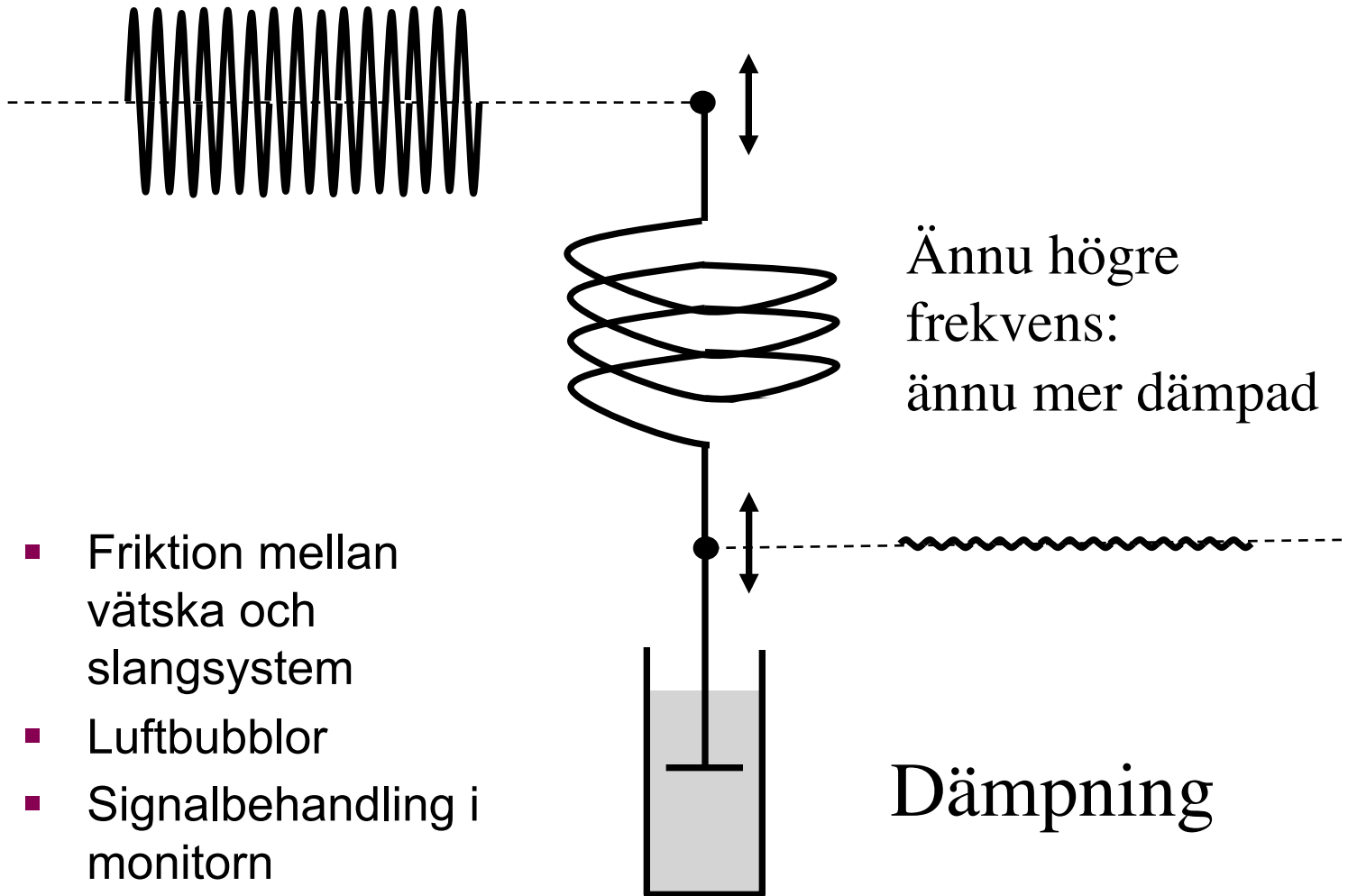
Artärnål – mätsystemet



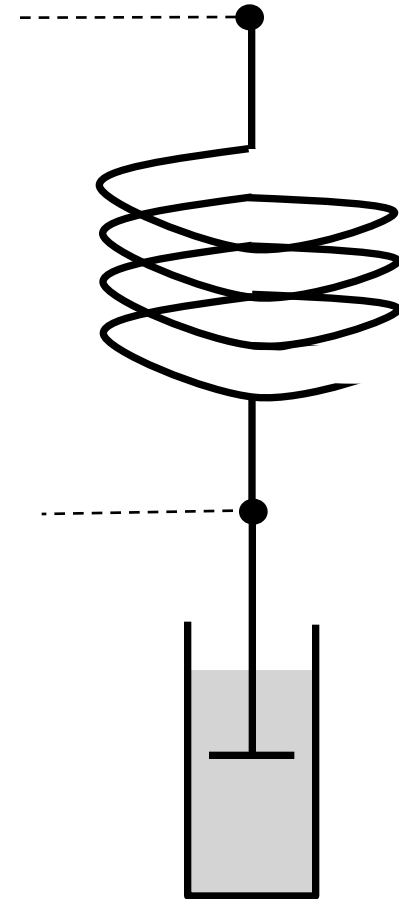
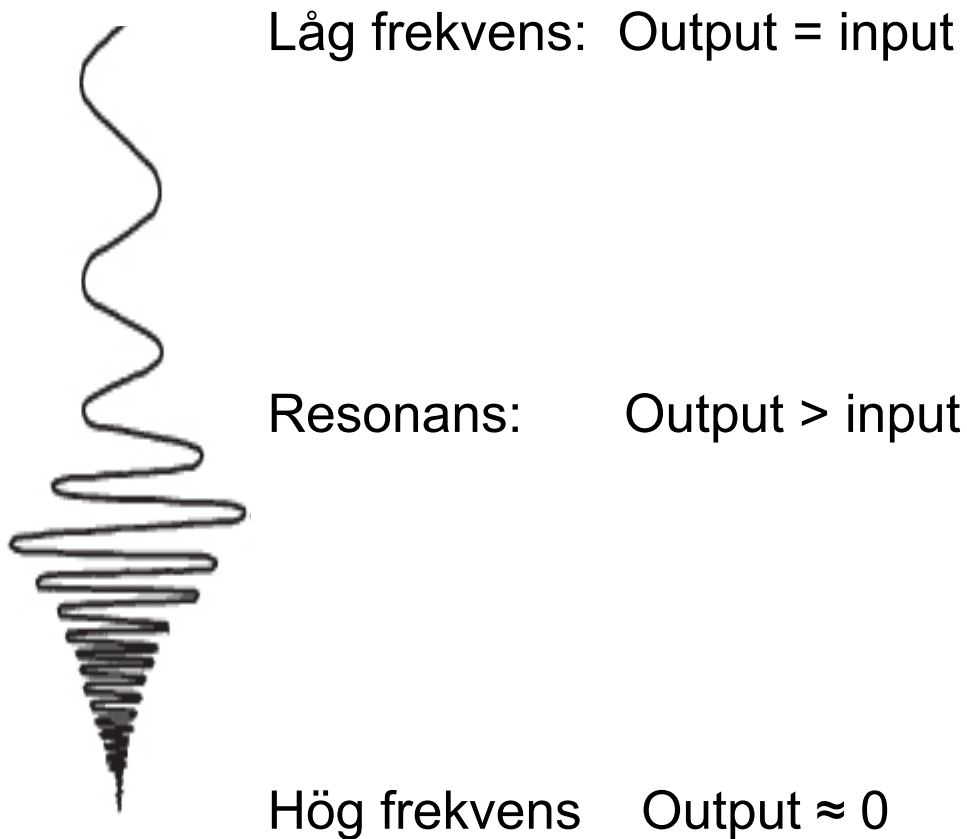
Artärnål – mätsystemet



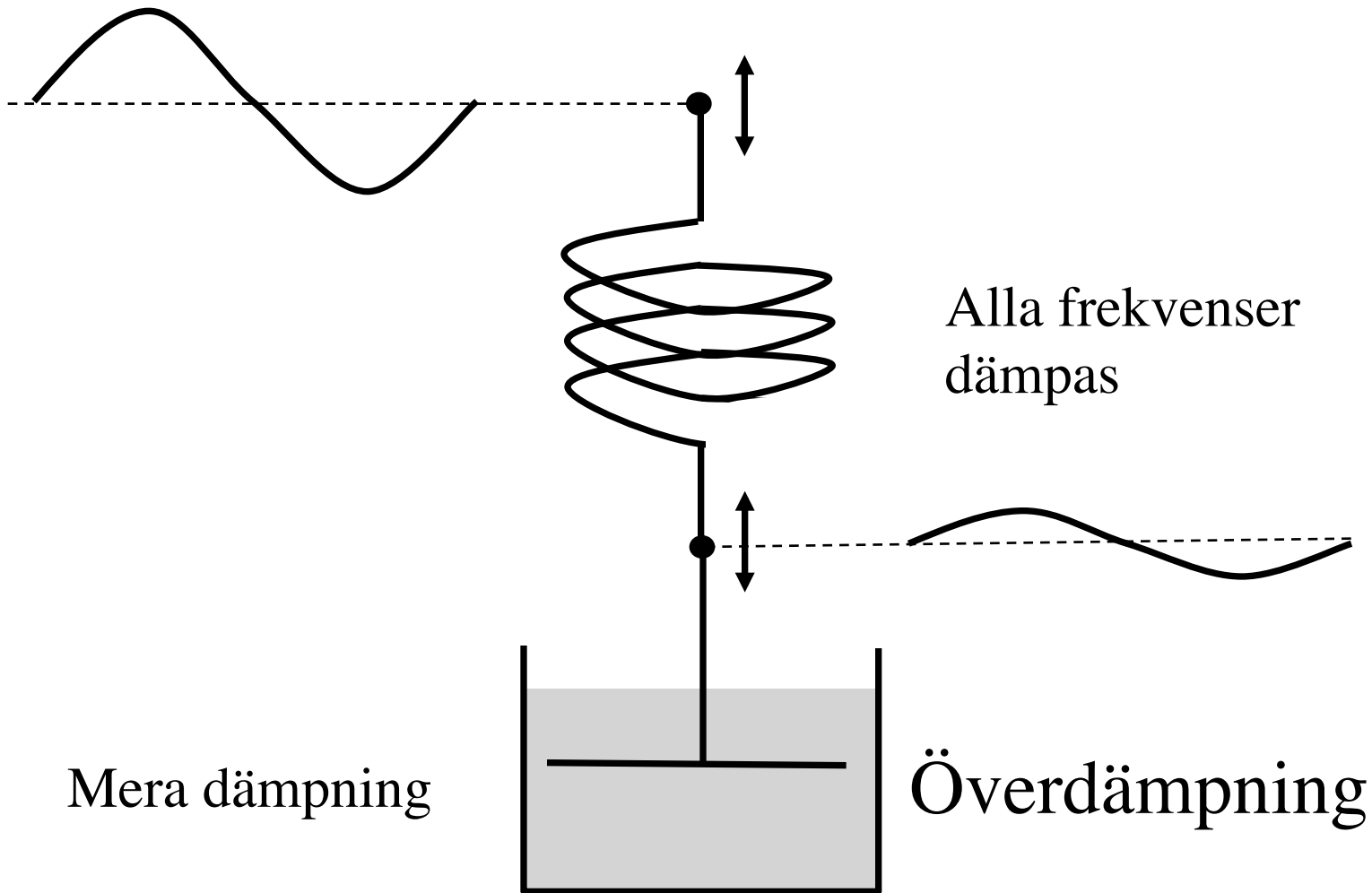
Artärnål – mätsystemet



Artärnål – frekvensberoende

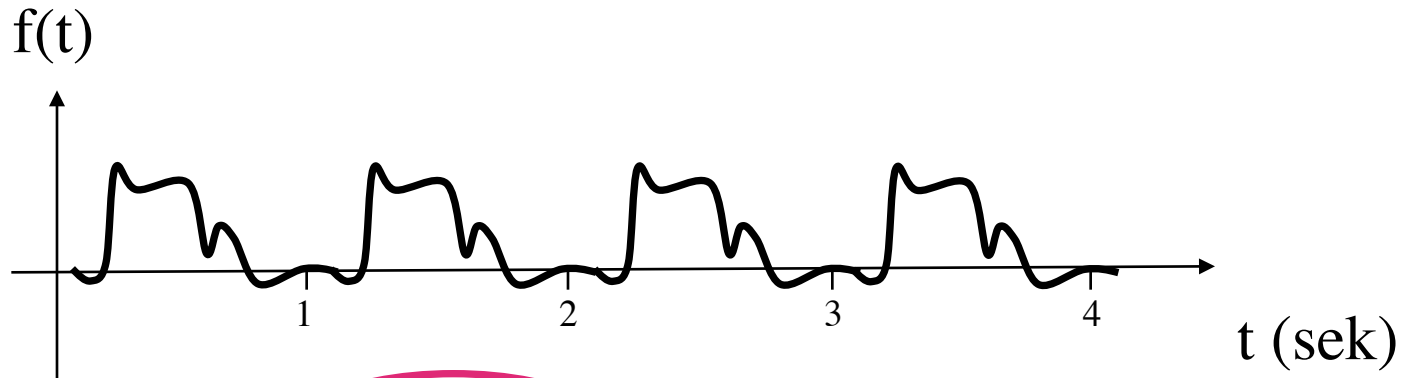


Artärnål – mätsystemet



Fourieranalys

$f(t)$ är en periodisk funktion

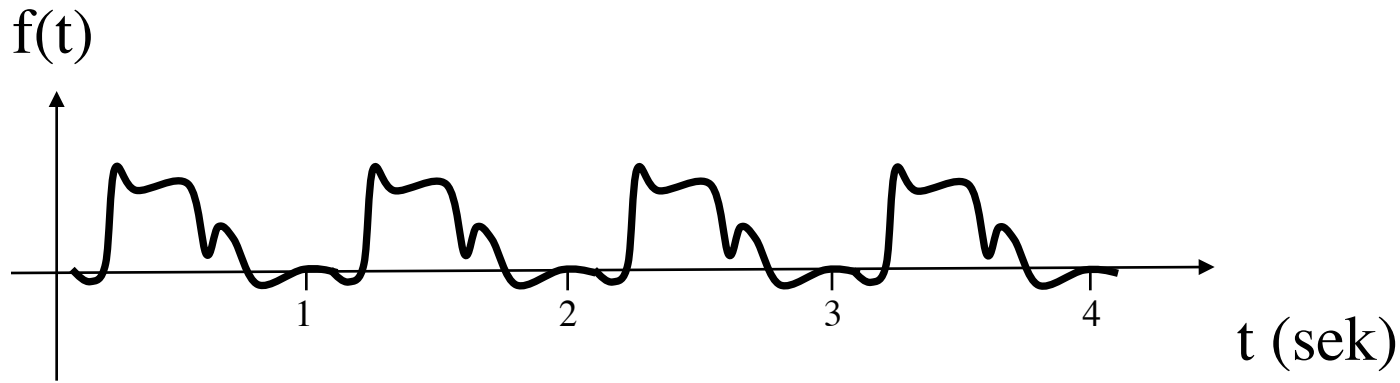


$f(t)$ har en grundfrekvens, i detta fall 1 Hz

Då kan $f(t)$ skrivas som en summa av sinuskurvor, med frekvenser som är multipler av grundfrekvensen:

$$f(t) = a_1 \sin(t) + a_2 \sin(2t) + a_3 \sin(3t) + a_4 \sin(4t) + \dots$$

Fourieranalys



$$f(t) = a_1 \sin(t) + a_2 \sin(2t) + a_3 \sin(3t) + a_4 \sin(4t) + \dots$$

$F(t)$ "innehåller" olika frekvenser

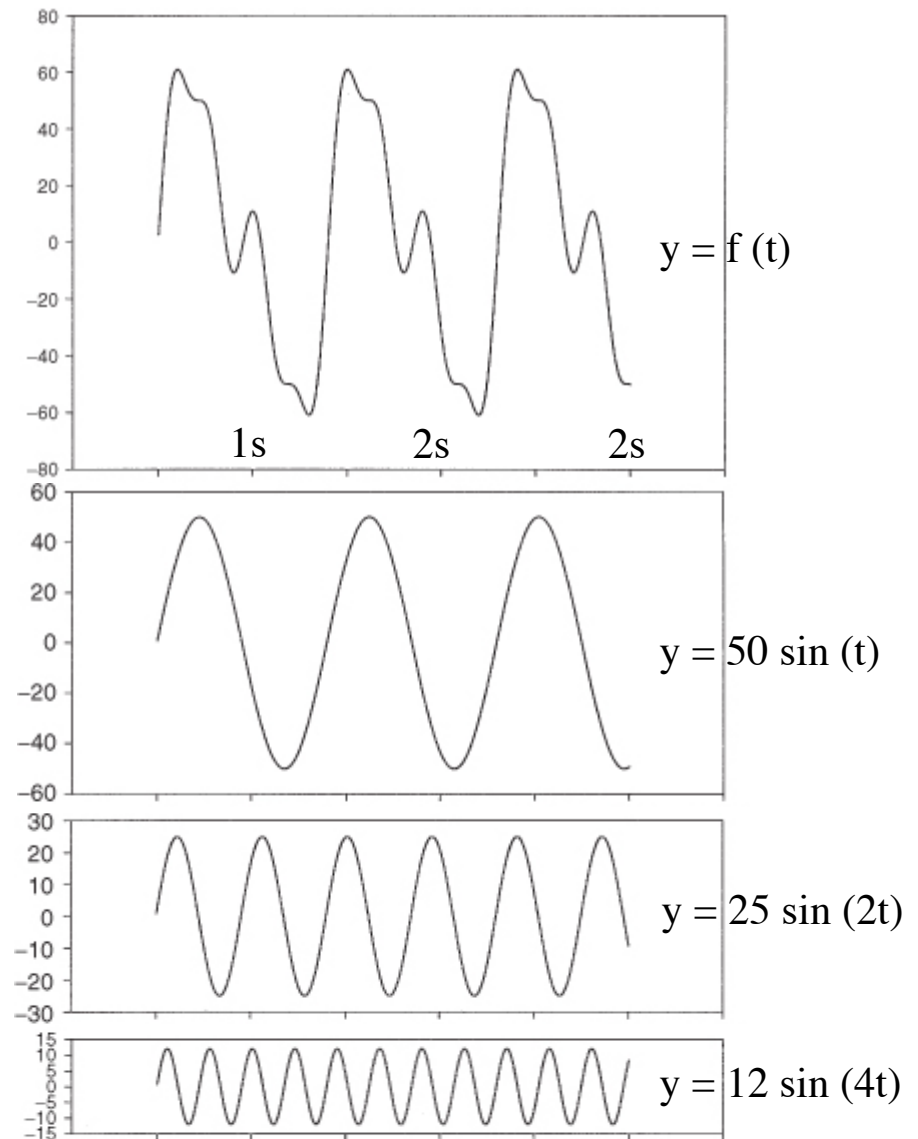
Hur många termer behövs?

Hur hög är den högsta frekvensen?

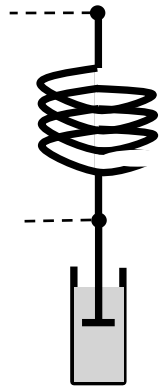
Frekvens-
spektrum

Fourieranalys

- Grundfrekvens = 1 Hz
- Spektrum 1 – 4 Hz



Artärnål – resonans och dämpning



Mätssystemet:

- f_n Resonansfrekvens
eng "natural frequency"
- D Dämpningskoefficient

Artärtryckskurvan



- Grundfrekvens
eng. "fundamental frequency")
- Frekvensspektrum

Artärnål – mätsystemet

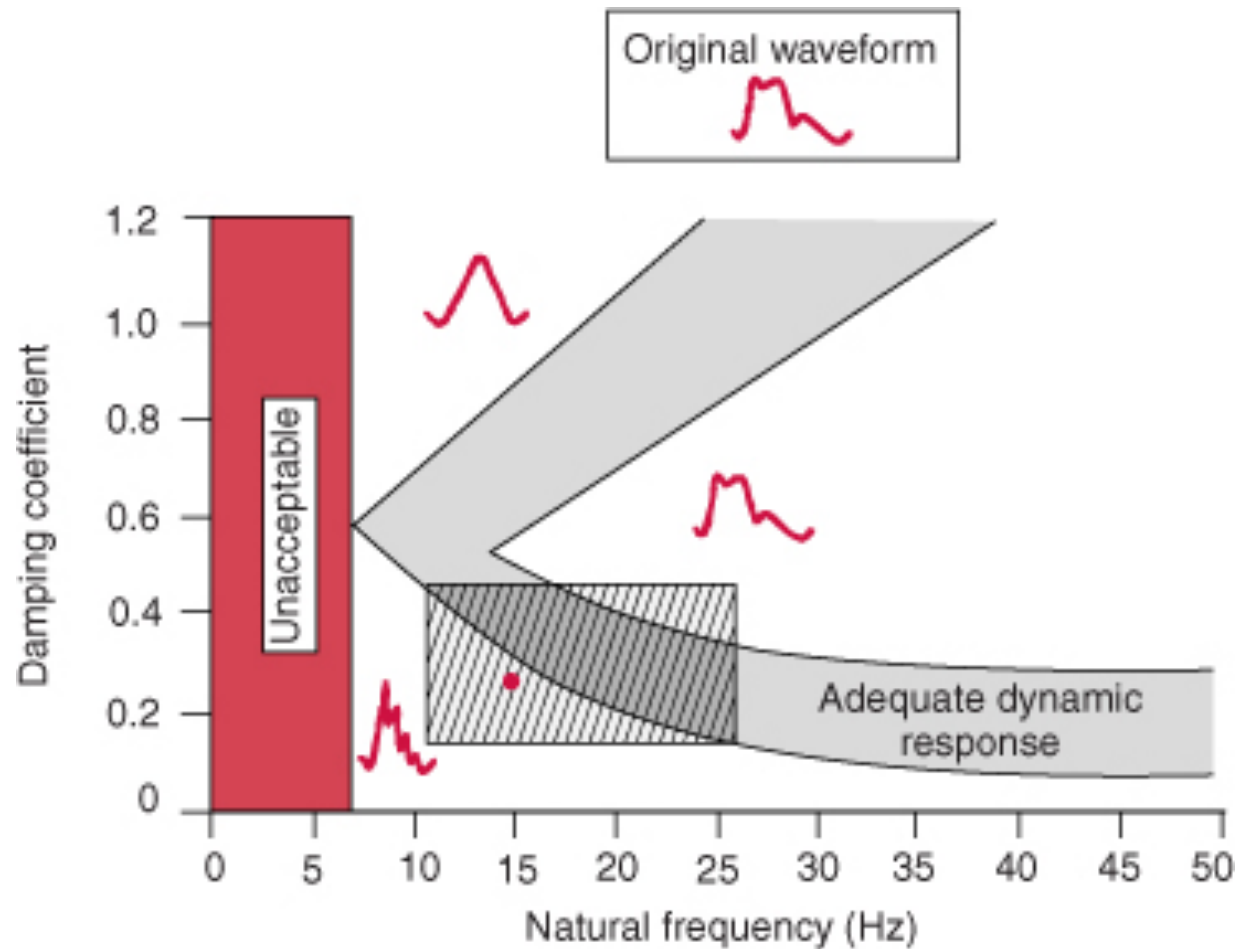


En typisk artärkurva har spektrum upp till 6-10 ggr grundfrekvensen

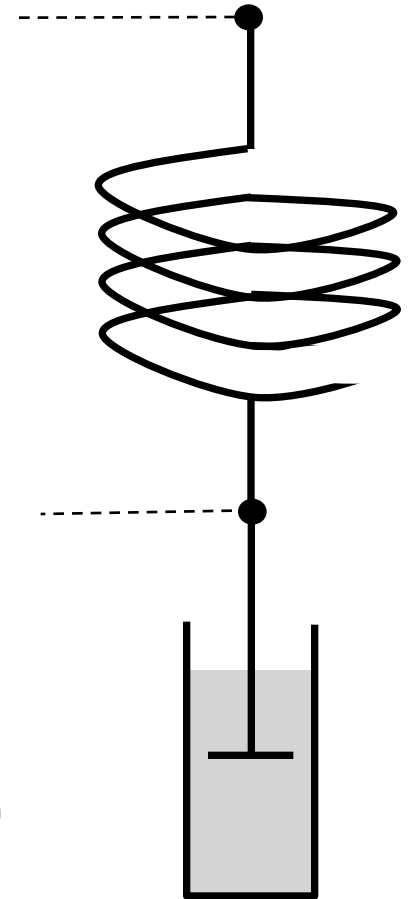
Puls 120/min = 2 Hz, kräver alltså att mätsystemet kan återge frekvenser upp till 12-20 Hz

Kan systemet göra det?

Artärnål – resonans och dämpning



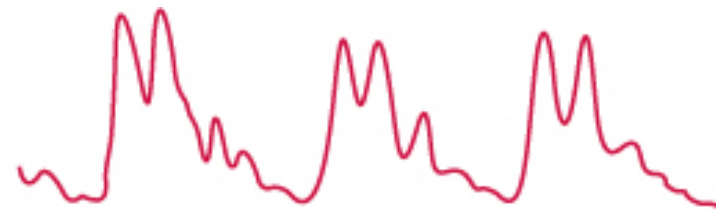
© Elsevier Science 2005



Artärnål – resonans och dämpning



Ursprunglig vågform



$f_n = 10 \text{ Hz}$
 $D = 0.1$

Underdämpad



$f_n = 10 \text{ Hz}$
 $D = 0.2$

Bättre



$f_n = 10 \text{ Hz}$
 $D = 0.4$

Korrekt



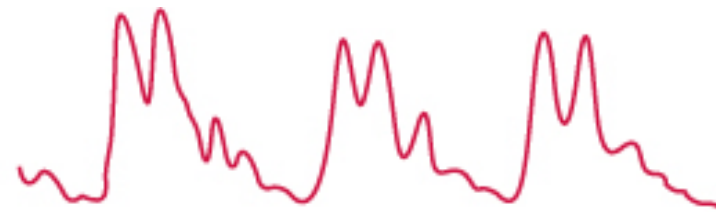
$f_n = ?$
 $D = ?$

Överdämpad

Artärnål – resonans och dämpning



Ursprunglig vågform



$f_n = 10 \text{ Hz}$
 $D = 0.1$

Underdämpad



$f_n = 10 \text{ Hz}$
 $D = 0.2$

Bättre



$f_n = 10 \text{ Hz}$
 $D = 0.4$

Korrekt



$f_n = ?$
 $D = ?$

Överdämpad

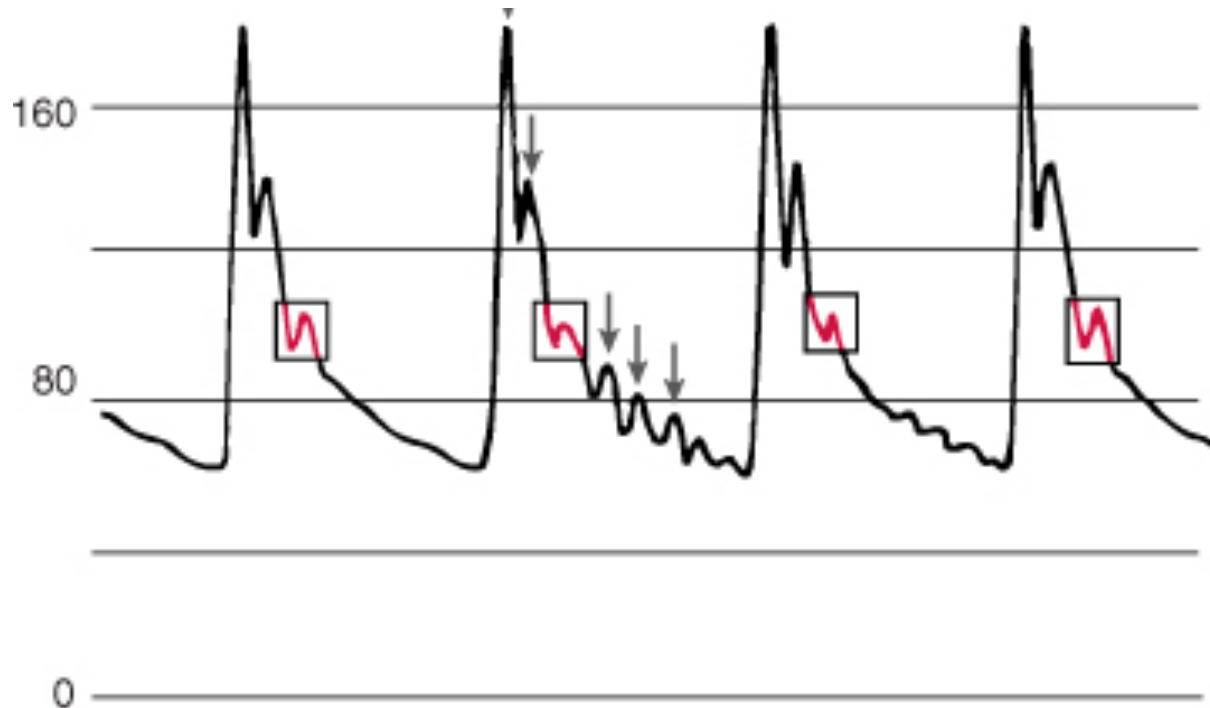
Artärnål – felkällor

- Resonans- och dämpningsfenomen ger fel värde på systoliskt och diastoliskt tryck men medelartärtryck påverkas inte.
- Vanligast: Systolic overshoot, underdämpat system
- Egenskaperna försämras med tiden (lägre resonansfrekv, större dämpning), men kan förbättras genom regelbunden flush av systemet

Undvik:

- Långa slangar
- Mjuka slangar
- Luftbubblor

Artärnål – felkällor



NIBP = 125/60

Art = 165/55

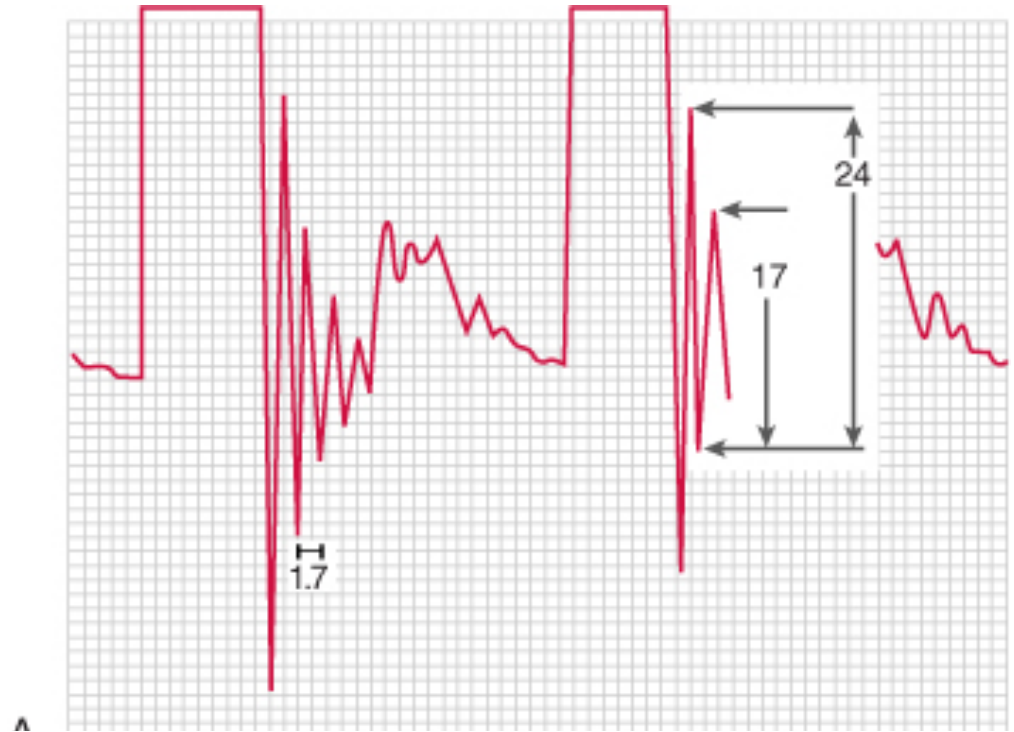
Vilket värde är korrekt?

Varför?

Åtgärd?

Artärnål – test av systemet

- Flusha och släpp
- Systemet kommer i kortvarig resonans



- Resonansfrekvens och dämpning kan uppskattas ur kurvan

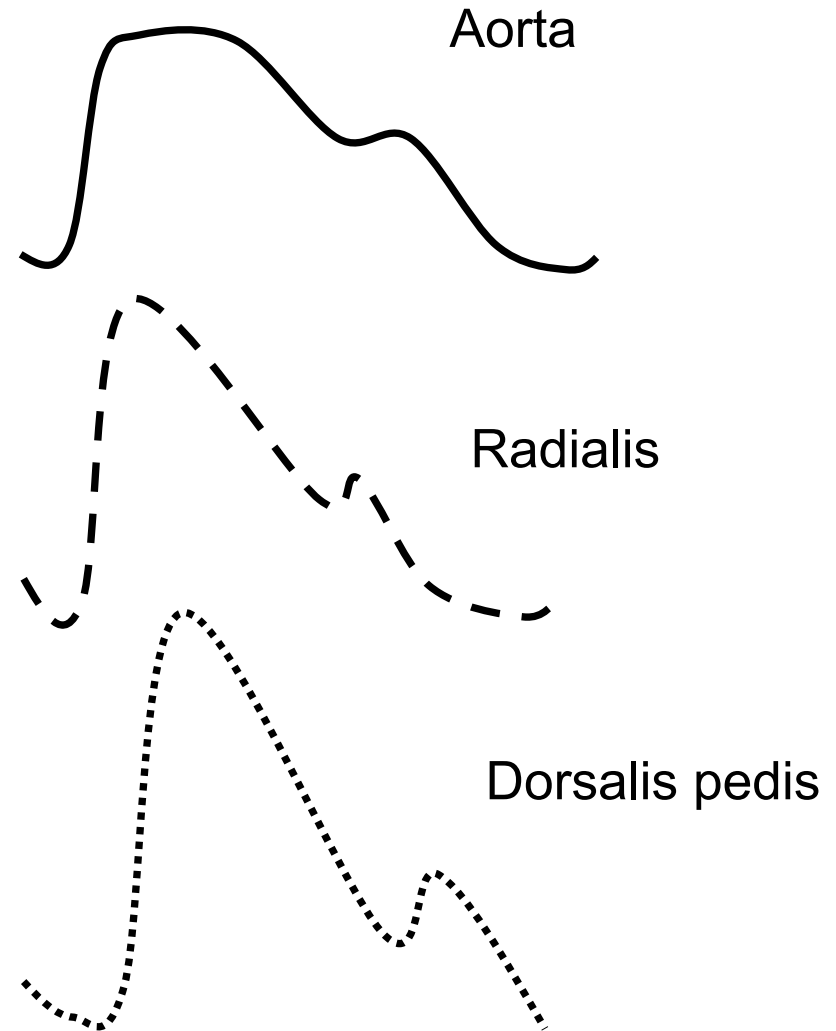
Artärnål – åtgärder vid problem

- Flusha nålen
- Ändra läge på nålen
- Kolla kopplingar
- Leta luftbubblor
- Testa systemet
- Lägg ev. på dämpning via monitorns menyer

Artärtryck – distal amplifiering

Ju längre distalt
(dorsalis pedis)
desto...

- Högre systoliskt
- Spetsigare topp
- Orsakas av reflektioner i kärlträdet
- Samma MAP perifert som centralt (oftast, nästan)



Artärnål – nollnivå mm

- Transducern ska sättas motsv 4:e interkostalrummet i mid-axillarlinjen
- Enl Miller 4:e interkostalrummet 5 cm under sternums nivå
- Neuro: Vid meatus acusticus externus (=öronhöjd)
- Artärnålens läge i höjddedd spelar ingen roll, endast transducerns läge har betydelse
- Vid nollning spelar transducerns läge ingen roll

Artärtryck – några specialfall

- Kärlikirurgiska patienter:
20 mmHg skillnad mellan höger o vänster arm hos 21% av kärlikirurgiska patienter
- Pat i chock
Falskt låga värden perifert, upp till 50 mmHg lägre perifert än centralt hos septisk pat med noradrenalin inf.
ref : [Crit Care Med.](#) 1998 Oct;26(10):1646-9 (PMID 9781720)
- Hjärt-lungmaskin:
MAP i radialis ofta minst 20 mmHg lägre än MAP i aorta.
Kvarstår efter maskinavgång flera minuter, ibland längre.

Övriga invasiva tryck

- CVP 0-5 mmHg
är ett medeltryck (ingen pratar om CVP diastoliskt)
- Wedge 5 – 15 (Miller: 4 – 12)
"Vänsterkammarens CVP"
- "PA-tryck" 15 – 30 Uppskattas med EKO
egentligen PA systoliskt
- PA diastoliskt 5 – 15 mmHg (Miller: 4 – 12)
Approximation av wedgetryck = vänster förmakstryck =
vänsterkammarens fyllnadstryck

Syrgasmätning 1 - gasmonitorering

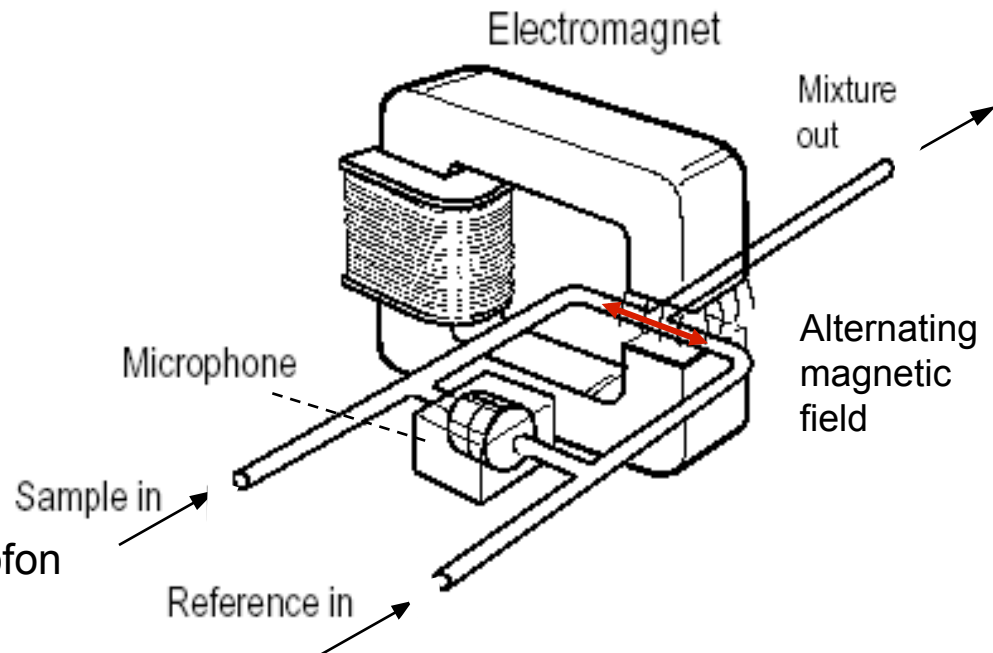
- O₂ är paramagnetiskt, dvs attraheras av magnetfält
- De flesta övriga gaser är diamagnetiska, dvs repelleras

- O₂ attraheras
- Ref gas repelleras
- Magnetfältet växlar snabbt

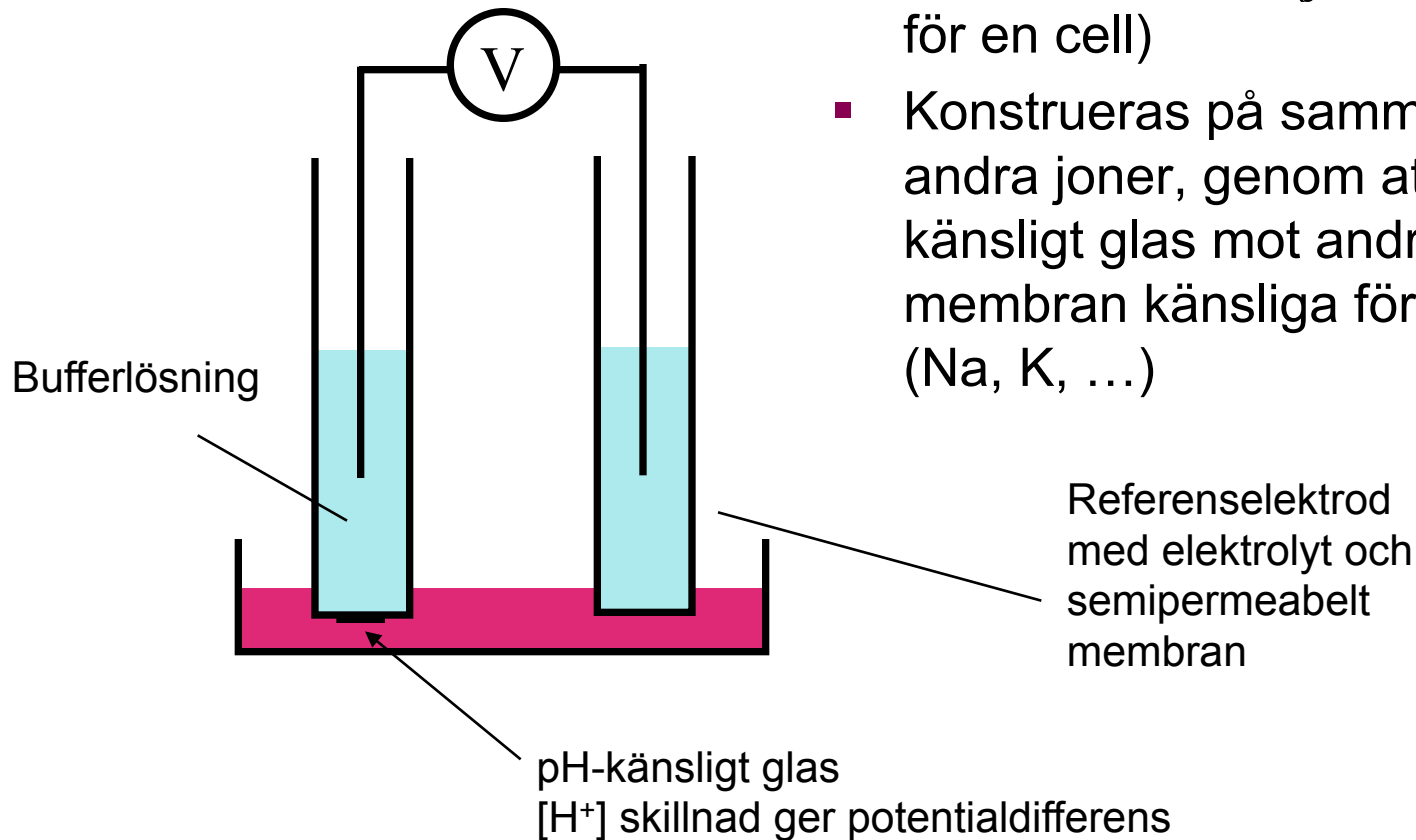
- Ref-gas resp O₂ dras åt olika håll

- Skapar tryckvariationer som registreras av en mikrofon

- Amplituden blir ett mått på O₂-koncentrationen



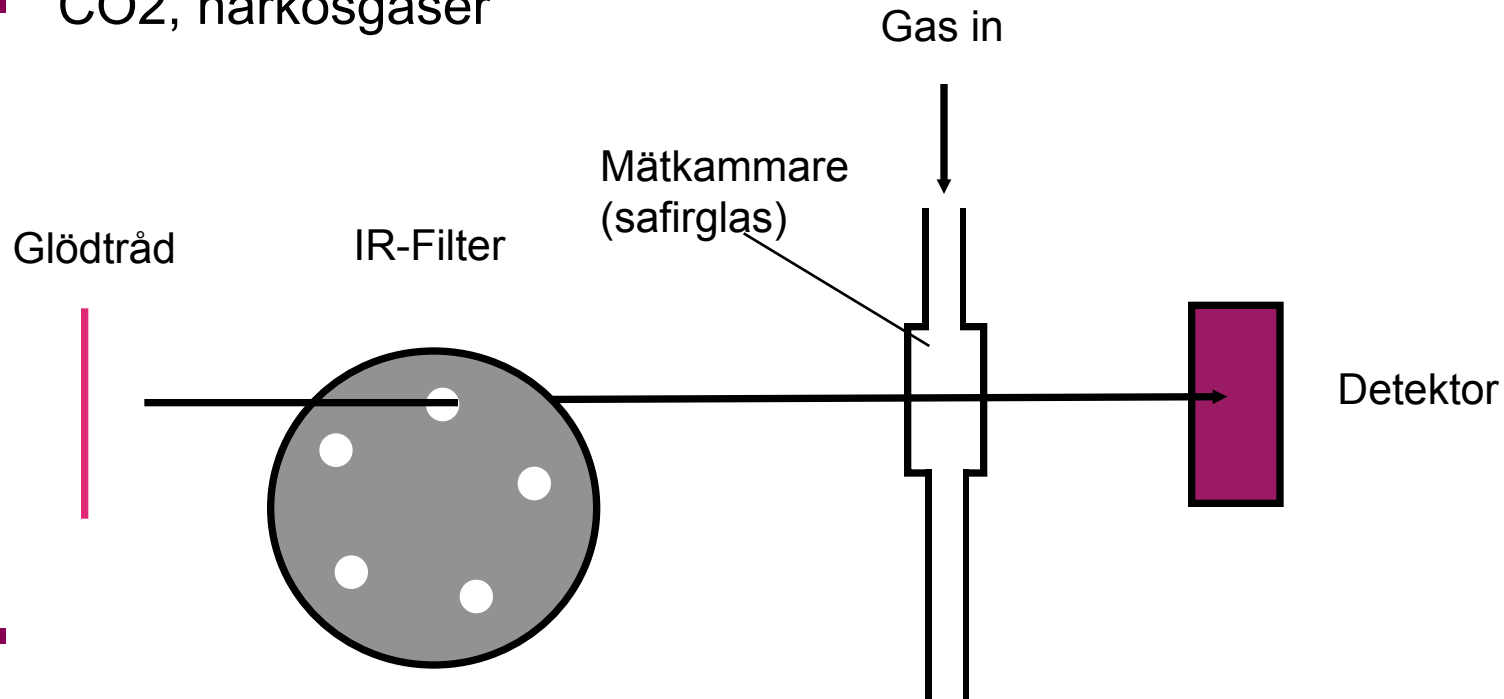
pH-mätning



- Jonselektiv elektrod + referenselektrod
- Nernst ekvation (jfr vilopotentialen för en cell)
- Konstrueras på samma sätt för andra joner, genom att byta ut pH-känsligt glas mot andra typer av membran känsliga för andra joner (Na, K, ...)

Infraröd absorption

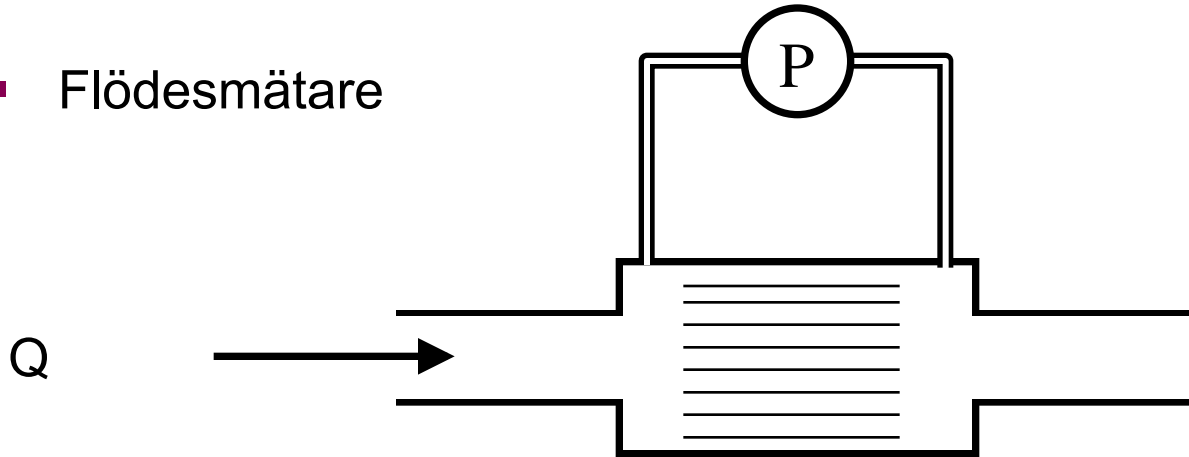
- CO₂, narkosgaser



-
- H₂O måste avskiljas först
- Olika IR-frekvenser möjliggör separation av olika gaser
- Lambert-Beers lag (absorption av strålning)

Pneumotakograf

- Flödesmätare

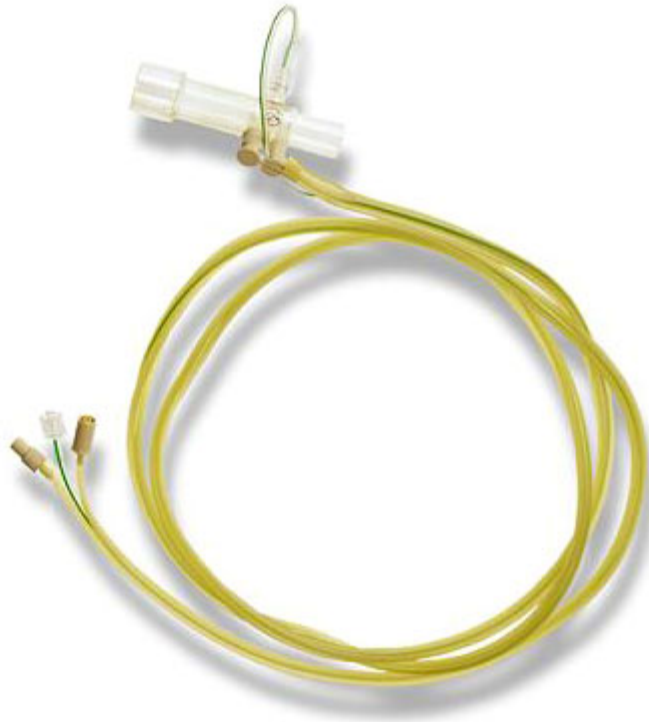


- Laminärt flöde över en definierad resistens
- Mät trycket över resistensen

Q proportionellt mot P (Poiseuille)

Spirometritillsats

- Pneumotachografisk princip

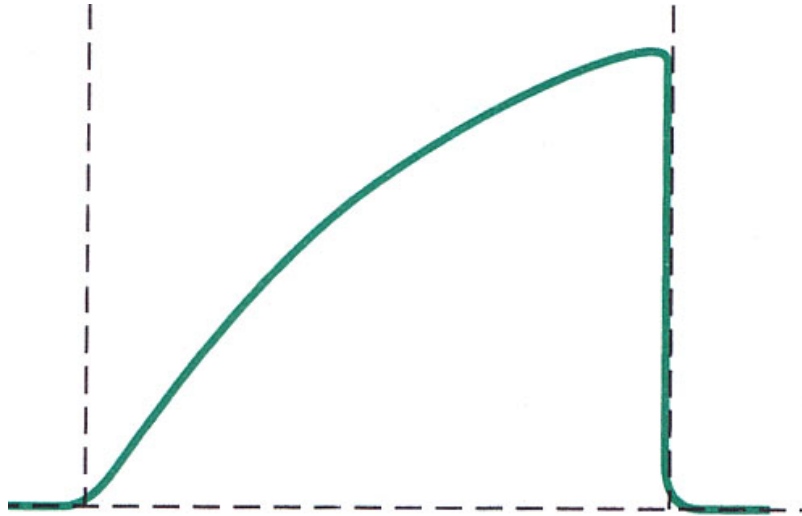


Kapnografikurvor



- Kardiogen oscillation

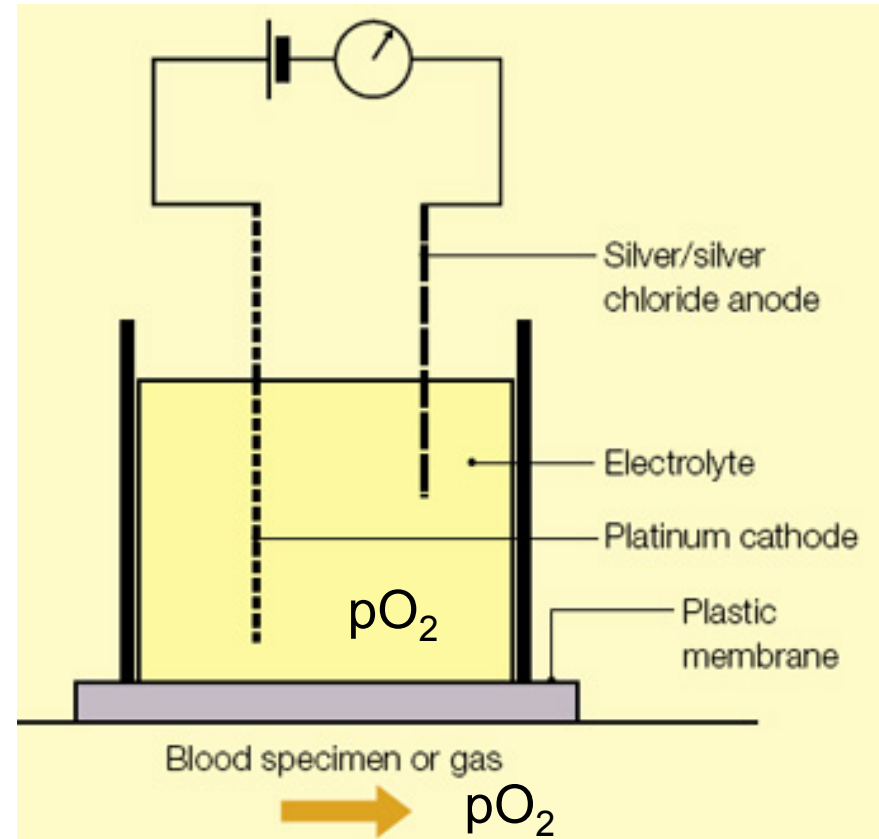
Kapnografikurvor



- Obstruktivitet
- Mekanism?

Syrgasmätning 2 – Clarkelektrod

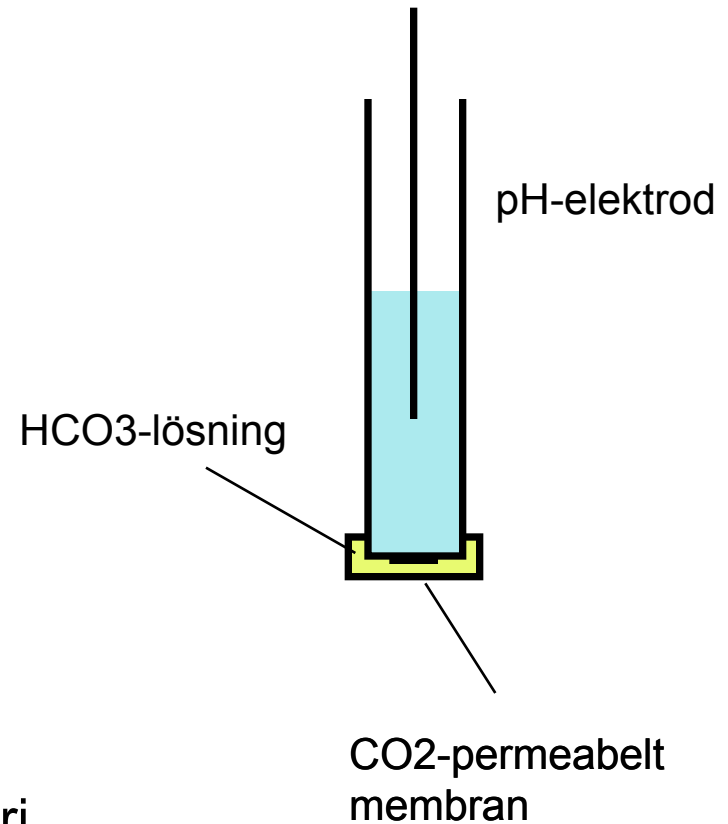
- Clark-elektrod, PO_2 -elektrod, polarografisk elektrod
- Elektrolyt: NaCl
- O_2 diffunderar fritt genom membranet
- Anod av silver:
 $\text{Ag} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Ag}^+ \text{Cl}^- + \text{e}^-$
- Katod av platina:
 $\text{O}_2 + 4 \text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{OH}^-$



CO₂-mätning

- CO₂-elektrod ”Severinghaus”

Modifierad pH-elektrod med ett lager HCO₃-lösning. CO₂ diffunderar genom membran. Ändrar pH i CO₂-lösningen. pH mäts.



- Infraröd absorptionsspektrofotometri

Gasmonitorering på op-sal

Sidestream (150 ml/min sampling) eller mainstream