

Technologiniai vyksmai ir matavimai

dr. Gytis Sliaužys

Vertinimas

- rašto darbas – iki 2 balų ,
- seminarai – pasisakymas iki 2 balų,
- teorija – iki 6 balų (3 (S. T.) + 3 (G.S.)).

- Iš kiekvienos dalies būtina gauti įvertinimą.

Literatūra

- Sande nurodyta literatūra ...
- Paskaitų skaidrės:
<http://web.vu.lt/ff/g.sliauzys/>

Techniniai klausymai

- Kuri diena geriausiai tinka ekskursijoms ?
- Grupės seniūno e-pašto adresas

Paskaitos turinys

- Kas yra metrologija
- Šiek tiek istorijos
- Kas yra savybė, kas yra fizikinis dydis
- Matavimų poreikis
- Matavimų įvairovė
- Matavimo sistemos sandara
- Įtaka matavimui
- Fizikinio dydžio matavimo būdų įvairovė

Metrologija

- tai *mokslas* apie matavimus, metodus bei priemones jų vienovei ir reikiamam matavimų tikslumui pasiekti.

Video

➤ Metrologija 1



➤ Metrologija 2



Senovès egiptas



Karališka uolektis (kubitas)

- *Egipto* karališkosios *uolektis* buvo suskirstyta į 7 delnų 4 pirštų / skaitmenų,
- kiekvienos išlikusios uolekties strypai yra tarp 52,3 cm ir 52,9 cm ilgio



Senovės graikija

- Stadija - buvo lygi 600 pėdų (~176 m).
- Iš čia atsirado žodis stadionas



Senovės Roma

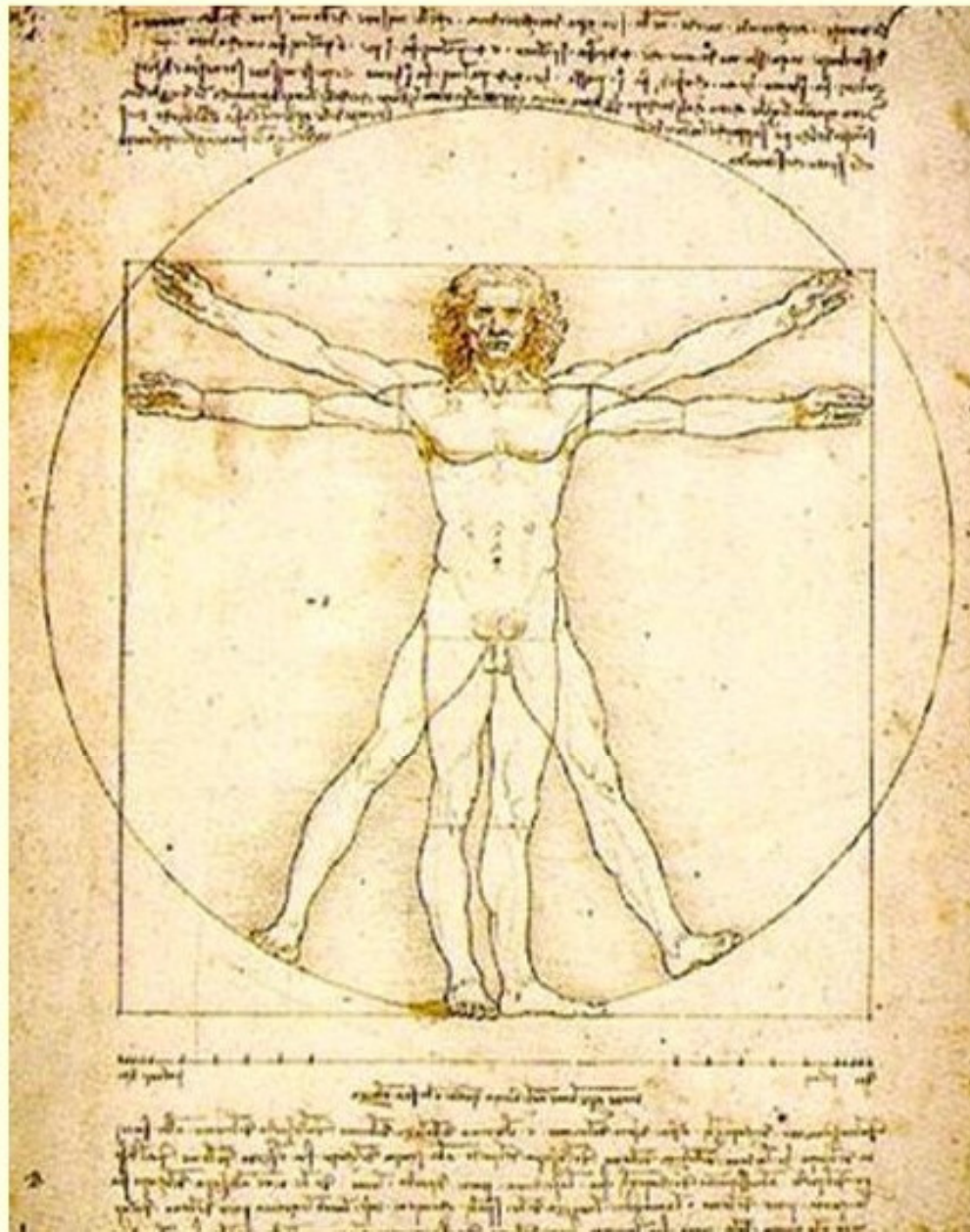
- Romėnai nuotolį matuodavo myliomis.
- Viena romėnų mylia 1000 dvigubų žingsnių ~1480 m.



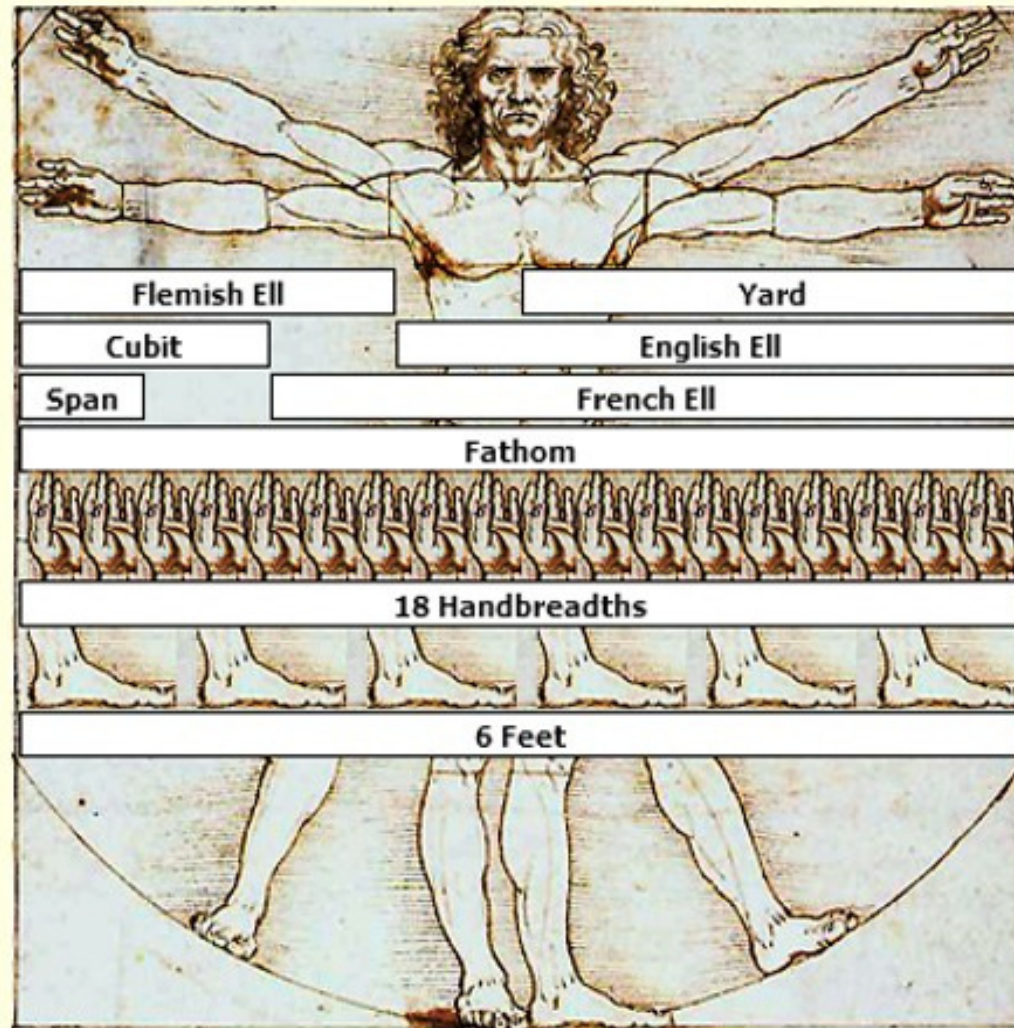
Pirmieji matai

- Pirmieji matai buvo susieti su žmogaus kūno, augalų ar įrankių matmenimis.
 - colis – rankos nykščio antrojo narelio ilgis (2,54 cm),
 - pėda – žmogaus pėdos ilgis (30,48 cm),
 - aršinas (iš persų kalbos arš – alkūnė) – ištemptos rankos ilgis iki peties (71,12 cm).
 - jardas – Henriko I (XI – XV amž.) atstumas nuo ištemptos rankos vidurinio piršto iki nosies galiuko (pasak kitų šaltinių, šio karaliaus kardo ilgis) (91,44 cm).
 - 1324 m. Anglijos karalius Edvardas II įvedė „teisėto colio“ terminą ir jį apibrėžė kaip trijų miežio grūdų ilgį.
 - Svorio matas granas (angl. grain, liet. grūdas) buvo taikomas vaistininkystėje kaip matavimo vienetas (64,8 mg).
 - Karatas – vienos rūšies pupelės masė (0,2 g = 200 mg) – dabar brangakmenių ir perlų matavimo vienetas.

Leonardo da Vinčio Vitruvijaus žmogus



Leonardo da Vinčio Vitruvijaus žmogus



Matavimo vienetai Lietuvoje

- Ilgio matavimo vienetai: ūgis, žingsnis, pėda, pirštai, plaštaka, sprindis.
- Audeklo ilgio vienetai: rietimas, siena, stuomuo. Taip pat uolektis: 1 uolektis – 66,71 cm. 3 uolekčiai sudarė sieksnį.
- Ploto matavimo vienetai: valakas apie 21 ha žemės, 1 valakas buvo dalijamas į 30 ar 33 margus (nes sklypai buvo trilaukiai).
- Tūrio vienetas gorčius: 1 gorčius lygus 2,82 l arba 3 l (Lenkijoje – 3 l, Rusijoje – 3,28 l).
- Kitas tūrio vienetas buvo saikas: 1 saikas – 6 gorčiai.
- Miltams, medui matuoti buvo naudojamas kaušas (jo dydis neaiškus).
- Taip pat tūrį matavo kvorta – pradžioje 1,4 l, vėliau 0,7 l. Dar žinoma statinė: 1 statinė – 144 gorčiai (statinės savo dydžiais labai skyrėsi).

Savybė ir fizikinis dydis

- Reikia skirti, kas yra savybė ir kas yra fizikinis dydis.

Savybė ir fizikinis dydis

- Reikia skirti, kas yra savybė ir kas yra fizikinis dydis.
- Pvz., turime tokį sąrašą: ilgis, skonis, masė, kvapas, estetiškumas, greitis, slėgis.
- Taigi skonis, kvapas, estetiškumas – savybė,
- o ilgis, masė, greitis, slėgis ir t.t. – fizikinis dydis.

Fizikinis dydis

- Fizikiniais dydžiais reikia vadinti tai, ką galima įvertinti kiekybiškai, t.y. ką galima išmatuoti.
- Pavyzdžiui: palyginkime dvi eilutes
1; 5; 0,3; 28; 16
1 kg, 5 min., 0,3 m, 28 V, 16 A
- Antroji eilutė daug informatyvesnė, nes atsako į du klausimus: kiek? ir ko?

Matavimų poreikis

- Matavimo poreikis didėja didėjant visuomenės poreikiams, nes nuolat tobulėja gamybos technologiniai vyksmai. Nėra nė vienos gamybinės veiklos srities, kurioje nebūtų atliekami matavimai. Matavimai būtini kokybiškiems gaminiams pagaminti.
- Yra nustatyta, kad žmogaus veikla, susijusi su matavimais, sudaro nuo 3 % iki 6 % bendrojo vidaus produkto (BVP).
- Šiuo metu Lietuvoje, pvz., krašto apsaugos reikalams išleidžiama apie 1,8 % BVP.
- Taigi palyginus šiuos skaičius galima suvokti, kokia svarbi žmogaus veiklos rūšis yra matavimai.

Matavimų įvairovė

- Matavimų yra labai įvairių, nes matuojamieji objektai yra labai skirtingi.
- Pavyzdžiui: mechaniniai kūnai, elektromagnetinės bangos, elektriniai signalai, cheminės medžiagos ir pan.

Matavimų įvairovė

- Vieni matavimai atliekami laboratorijoje, kiti – gamybos vietose, dar kiti – nutolusiuose objektuose ir pan.
- Vieniems matavimams garantuoti reikia griežtai apibrėžtų sąlygų, kitiems – tos sąlygos gali būti bet kokios, bet matuojant būtina garantuoti matuojamojo dydžio ***matavimo neapibrėžtį***.

Matavimų įvairovė

- Kuo mažiau žinoma apie tiriamus procesus, tuo svarbesni yra matavimo rezultatai.

Matavimų įvairovė

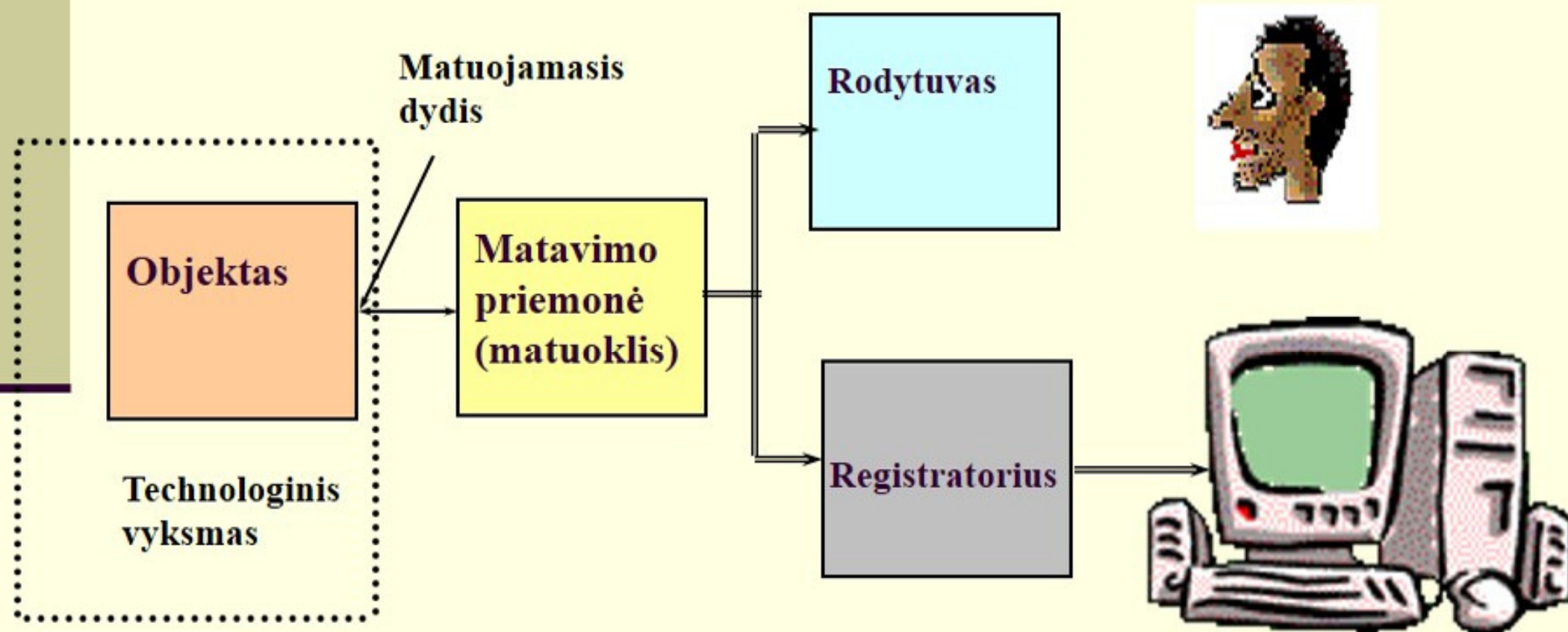
- Yra tokių reiškinių, kuriuos žmogus nesunkiai pastebi, bet yra ir tokių, apie kuriuos galima sužinoti tik matuojant.

Matavimo sistemos sandara

- Ko reikia matavimams atlikti?
- Kas ir kokią įtaką turi matavimo rezultatui?

Matavimo sistemos sandara

- Bendrausiu atveju matavimo sistemos sandara yra tokia:



Matavimo sistemos sandara

- Matuojamasis dydis arba atskirasis dydis, kuris matuojamas, turi būti keičiamas į tinkamą žmogui suvokti ar sistemai valdyti pavidalą.
- Taigi matavimams reikalingi ypatingi įtaisai.
- Tie įtaisai yra: keitiklis, keitlys, jutiklis, detektorius, aptiktuvai.

Keitiklis, keitlys, jutiklis, detektorius, aptiktuvas

- **keitiklis**
- Įtaisas, dažniausiai keičiantis tos pačios rūšies energijos tam tikrą parametną kitu, vieną funkciją kita, vieną informacijos pavidalą kitu ir pan.

Keitiklis, **keitlys**, jutiklis, detektorius, aptiktuvas

- **matavimo keitlys**
- Įtaisas, kuriantis kitos rūšies išėjimo dydį, tam tikru dėsnio susijusį su įėjimo dydžiu.

Keitiklis, keitlys, **jutiklis**, detektorius, aptiktuvus

- **jutiklis**
- Matuoklio arba matavimo grandinės elementas, kurį tiesiogiai veikia matuojamasis dydis.

Keitiklis, keitlys, jutiklis, detektorius, aptiktuvas

- **detektorius**

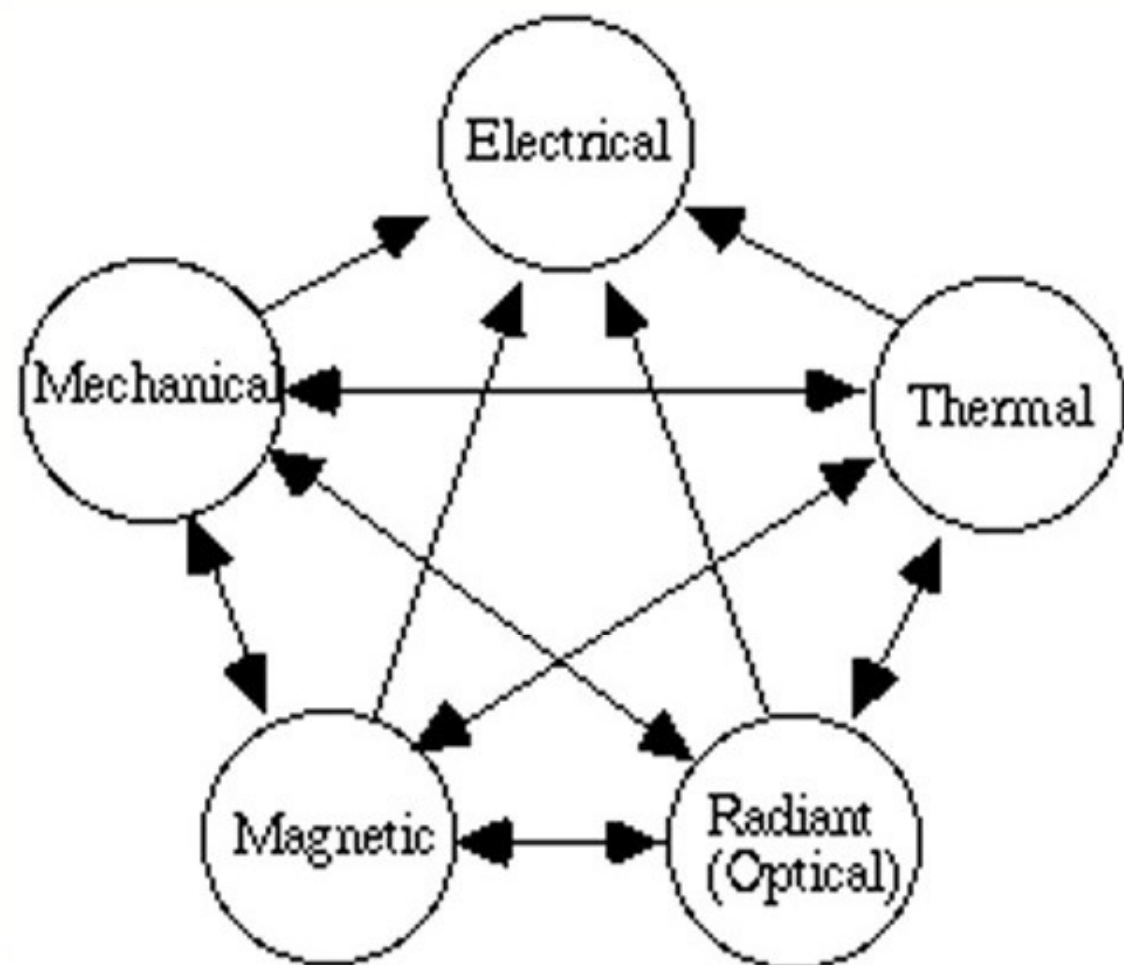
- Techninė priemonė ar terpė kokiam nors fizikiniam dydžiui, kurį būtų galima registruoti ir (arba) matuoti, aptikti.

- **aptiktuvas**

- Įtaisas ar jų sistema, naudojama objektui, medžiagai, dydžiui, reiškiniui ar vyksmui aptikti. Pvz.: **įtampos aptiktuvas** – įtaisas, skirtas aptikti, ar laidininko elemente yra įtampa ar jos nėra.

Keitiklis, keitlys, jutiklis, detektorius, aptiktuvas

- Šiuolaikiniai keitikliai, keitliai, jutikliai, detektoriai, aptiktuvai mechaninę, šiluminę, magnetinę ar spinduliuotės energiją keičia į elektrinę energiją.



Keitiklis, keitlys, jutiklis, detektorius, aptiktuvus

- Sakoma, kad yra sukurta per 100 000 įvairių jutiklių, keitiklių, keitlių, detektorių ir aptiktuvu, kuris informacinį veiksma vienai ar kitaip keičia įprastais signalais.

Kas vyksta po to?

Keitiklis, keitlys
ir kt.

1) Fizikinį dydį
keičia elektriniu
signalu

2) Fizikinį dydį keičia
kitu fizikiniu dydžiu ir
po to elektriniu
signalu

3) Iškart formuoja
elektrinį signalą

Kas vyksta po to?

Keitiklis, keitlys
ir kt.

1) Fizikinių dydžių
keičia elektriniu
signalu

2) Fizikinių dydžių keičia
kitu fizikiniu dydžiu ir
po to elektriniu
signalu

3) Iškart formuoja
elektrinį signalą

Elektrinis arba elektroninis
įtaisas, apdorojantis elektrinį
signalą, kad jis būtų tinkamas
perduoti rodytuvui ar
tvarkyklei
(mikrokompiuteriui ar
kompiuteriui)

Kas vyksta po to?

Keitiklis, keitlys
ir kt.

1) Fizikinį dydį
keičia elektriniu
signalu

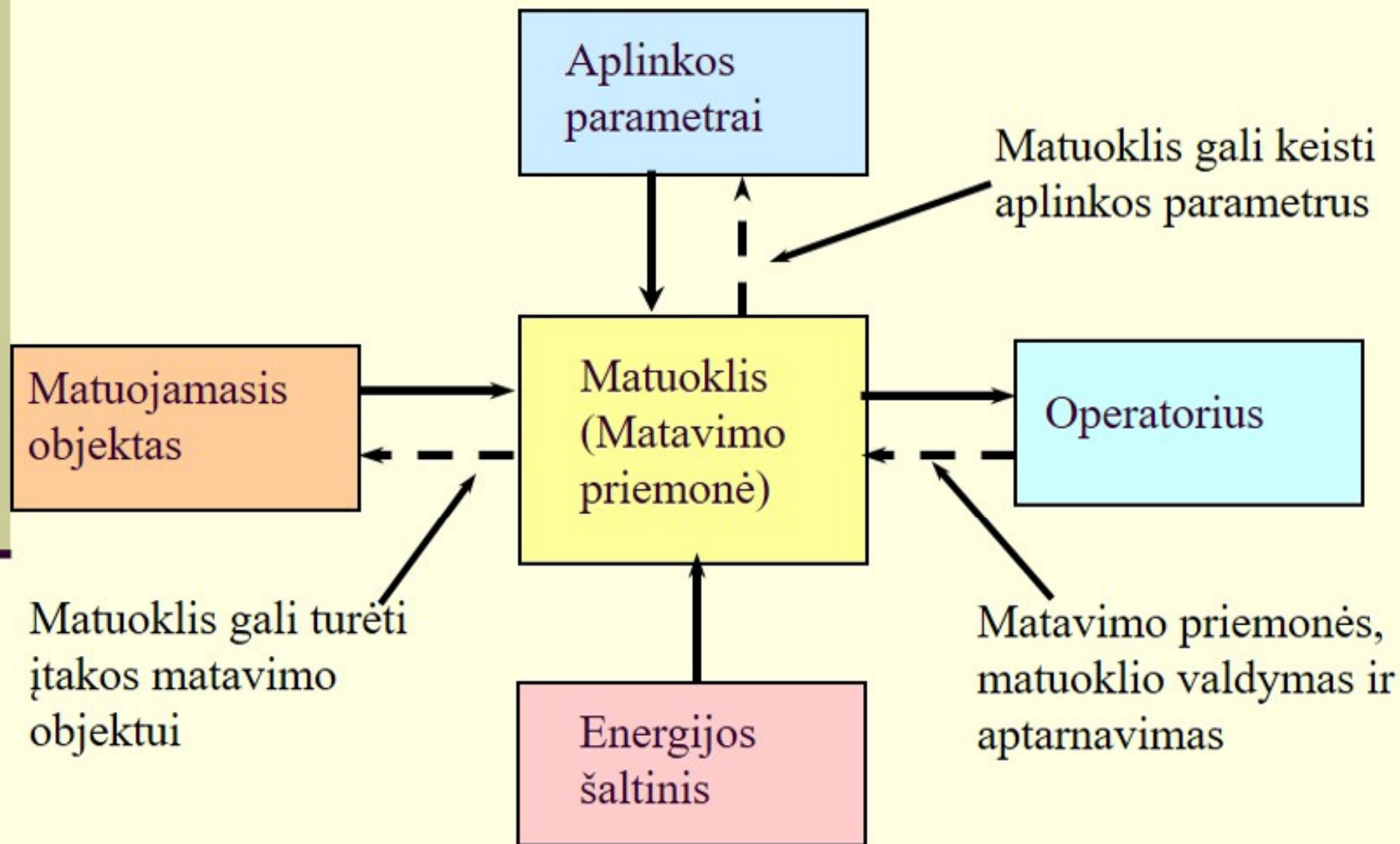
2) Fizikinį dydį keičia
kitu fizikiniu dydžiu ir
po to elektriniu
signalu

3) Iškart formuoja
elektrinį signalą

Elektrinis arba elektroninis
įtaisas, apdorojantis elektrinį
signalą, kad jis būtų tinkamas
perduoti rodytuvui ar
tvarkyklei
(mikrokompiuteriui ar
kompiuteriui)



Panagrinėkime, matuoklį ir kas yra aplink jį



Penki energijos šaltiniai ir jų taikymas

- **Mechaninis *angl.* Mechanical**
- **Šiluminis *angl.* Thermal**
- **Elektrinis *angl.* Electrical**
- **Magnetinis *angl.* Magnetic**
- **Spindulinis *angl.* Radiant**

Penki enerģijas Ńaltiniai ir jŃ taikymas

- **Mechaninis** ilgiui, plotui, tŃriui, greiĉiui, pagreiĉiui, masŃs srautui, jŃgai, sukimo momentui, slŃgiui, akustiniam bangos ilgiui ir stipriui
- **Ńiluminis** temperatŃrai, (specifiniai) Ńilumai, entropijai, Ńilumos srautui
- **Elektrinis** Ńtampai, srovei, krŃviui, varŃai, induktivitumui, talpai, dielektrinei konstantai, poliarizacijai, elektriniam laukui, daŃniui, dipoliniam momentui
- **Magnetinis** lauko stipriui, srauto tankiui, magnetiniam momentui, skvarbai
- **Spindulinis** stipriui, fazei, bangos ilgiui, poliarizacijai, atspindŃio, pralaidumo ir lŃŃio koeficientams

Įtaka matavimui

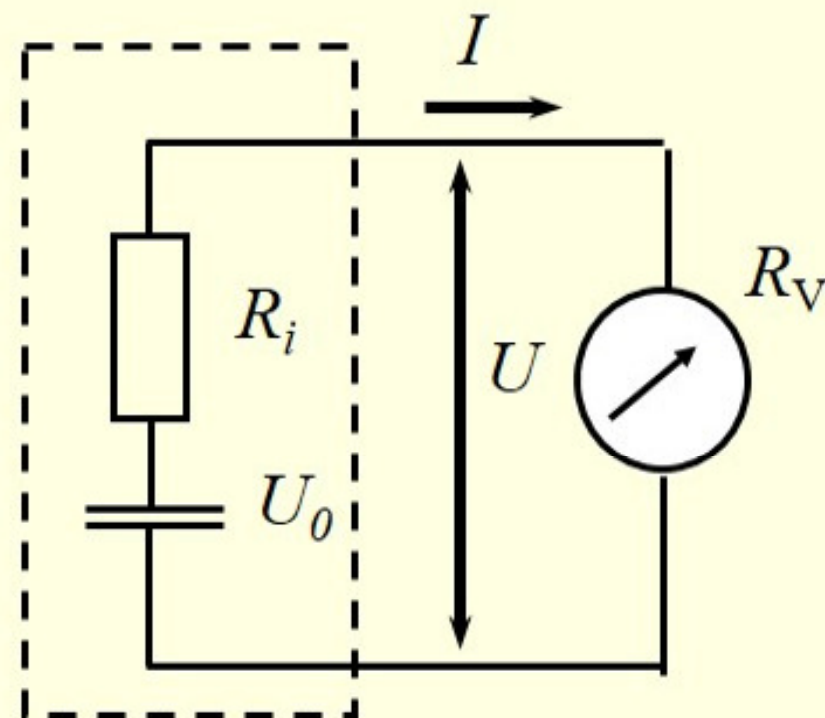
- Matavimo priemonė **gali turėti ar neturėti** įtakos matavimo sąlygoms, t. y. gali paveikti ar nepaveikti matuojamojo dydžio.
- **Nepaveikumas** (*taip pat. vaiskumas*) tai, matavimo priemonės ar matuoklio savybė nepaveikti matuojamojo dydžio.
- Pvz., a) svirtinės svarstyklės yra nepaveikioji masės matavimo priemonė;
- b) varžinis termometras, šildantis aplinką (terpę), kurios temperatūrą jis turi matuoti, yra paveikioji matavimo priemonė

Įtaka matavimui

- Gyvsidabrinis termometras, matuodamas objekto temperatūrą, turi įšilti.
- Energijos šaltinis termometrui yra tiriamasis objektas. Objektas matavimo metu netenka energijos, todėl jo temperatūra sumažėja. Mažėja tol, kol nusistovi terminė pusiausvyra tarp objekto ir termometro.
- Taigi termometras rodys mažesnę temperatūrą negu objektas turėjo matavimo pradžioje.
- Kiek termometras mažiau rodys, priklausys nuo sudarytų matavimo sąlygų.

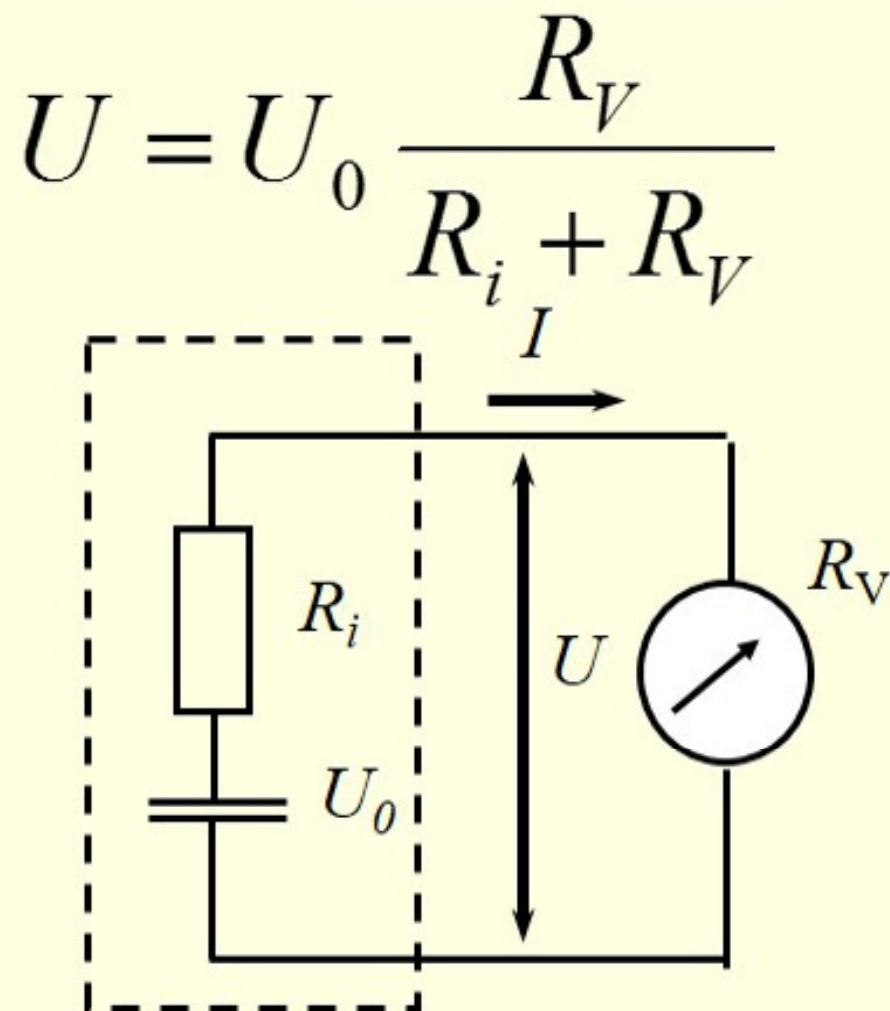
Įtaka matavimui

- Jei matavimo priemonės (matuoklio) parametrai nesuderinti su matavimo objekto savybėmis, tai išmatuotas dydis neatitinka tikrovės.
- Pvz.: Matuojama įtampos šaltinio elektrovara U_0 prijungus voltmetrą.



Ītaka matavimui

- Jei $R_i = 5 \text{ k}\Omega$, $R_V = 20 \text{ M}\Omega$, $U_0 = 1,6 \text{ V}$, tai $U = 1,599 \text{ V}$, o tai 0,025 % mažiau negu tikroji ģtampos vertē.
- Matuojant dažnai ģ tokius dalykus nekreipiama dėmesio, nes netikslumas dažnai būna neesminis.
- Bet jei $R_i = 5 \text{ k}\Omega$, $R_V = 5 \text{ k}\Omega$, tai $U = 0,8 \text{ V}$, o tai jau du kartus mažiau negu tikroji elektrovara (arba 50 %).



Įtaka matavimui

- **Matavimo rezultatams turi įtakos operatorius, jo sugebėjimai ir kvalifikacija**

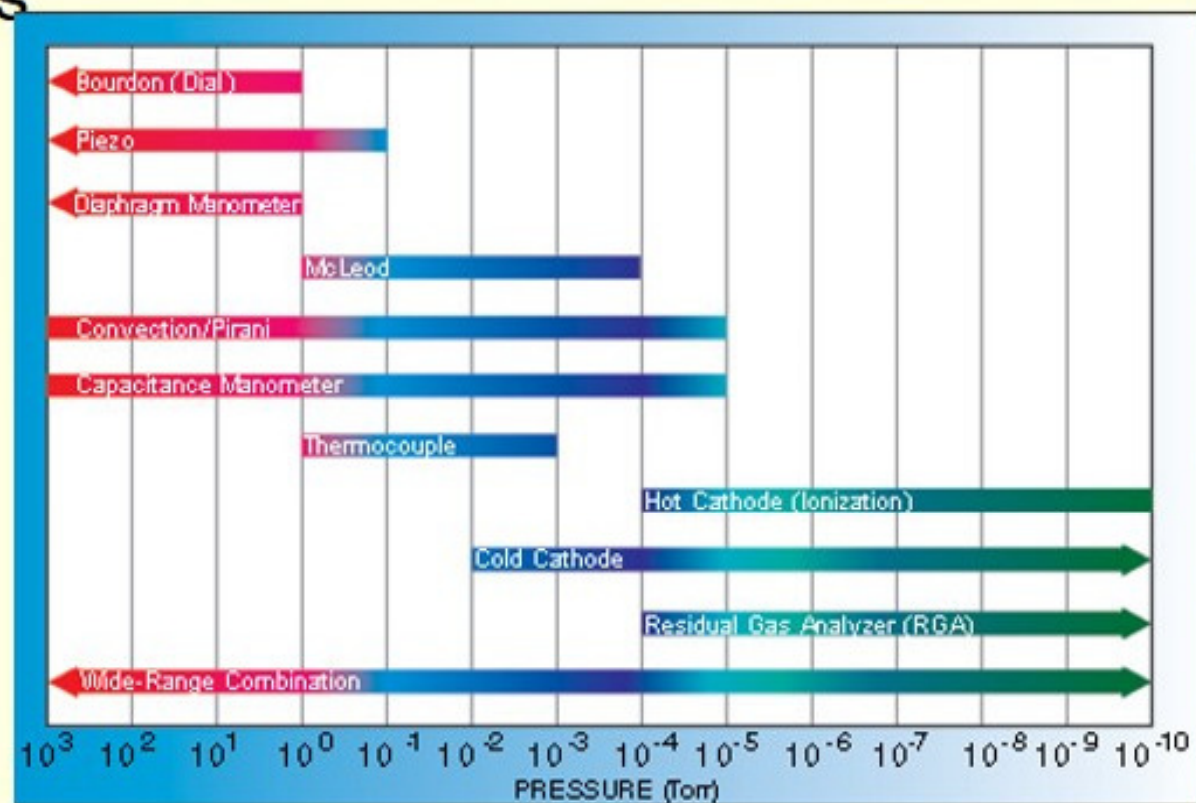
Vienam fizikiniam dydžiui matuoti dažnai galima taikyti skirtingus fizikinius reiškinius.

Temperatūra		
	Fizikiniai reiškiniai	Matuokliai, veikiantys remiantis tuo reiškiniu
1	Šiluminis plėtimasis: kietojo kūno,	Dilatometriniai, bimetaliniai termometrai
	skysčių,	Skystinis termometras
	dujų	Dujiniai ir kondensaciniai termometrai
2	Elektrinės varžos matavimas kaitinant metalus ar puslaidininkines medžiagas	Metaliniai varžiniai termometrai ir termistoriai
3	Termoelektrinis reiškinys	Termoelementai, termoporos
4	Šiluminis objekto spinduliavimas	Pirometrai
5	Cheminė reakcija	Temperatūriniai spalviniai temperatūros matuokliai
6	Kvarcinio rezonatoriaus rezonansinis dažnis	Kvarcinis termometras

Vienam fizikiniam dydžiui matuoti dažnai galima taikyti skirtingus fizikinius reiškinius.

- Kadangi yra daug skirtingų būdų fizikiniam dydžiui matuoti, tai visada galima rasti vieną būdą, tinkamiausią duotam uždaviniui spręsti.

■ Pvz., slėgio matavimas



Vienam fizikiniam dydžiui matuoti dažnai galima taikyti skirtingus fizikinius reiškinius.

■ Burdono slėgmatis

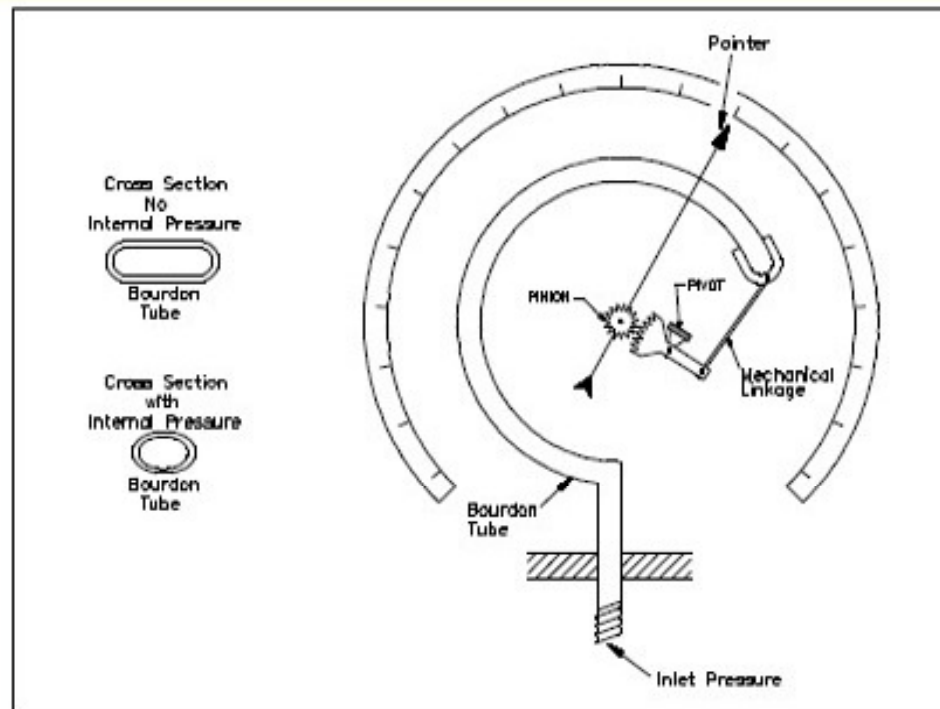
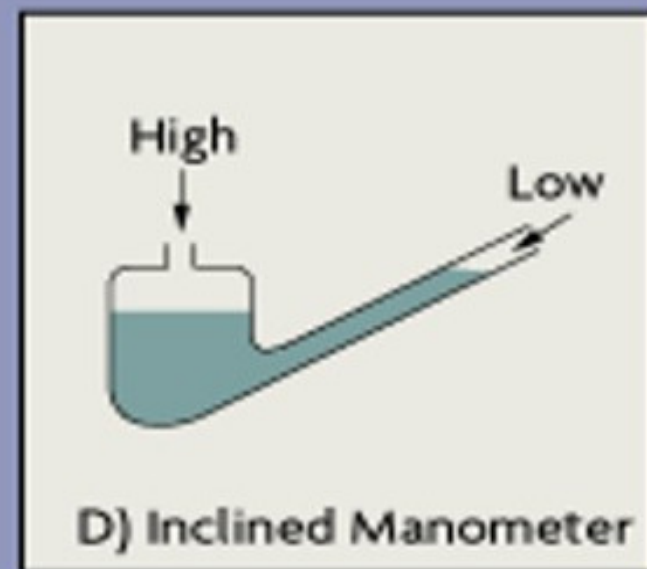
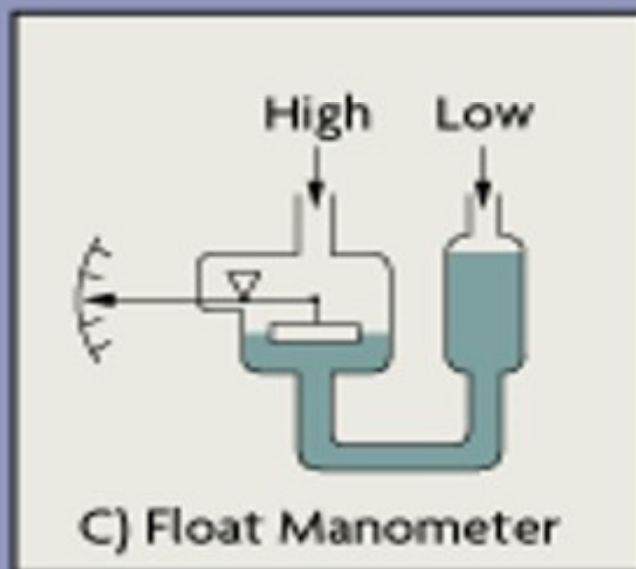
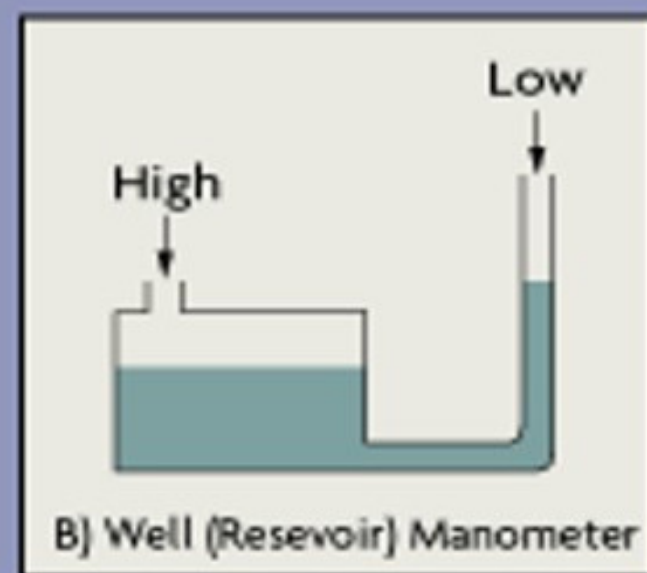
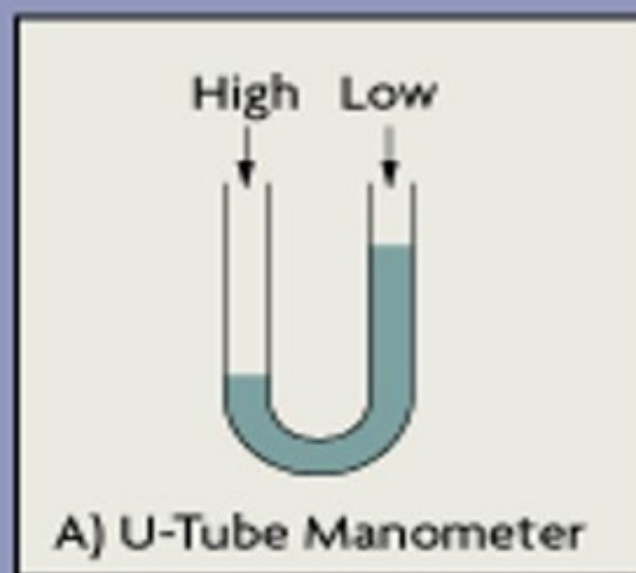


Figure 2 Bourdon Tube

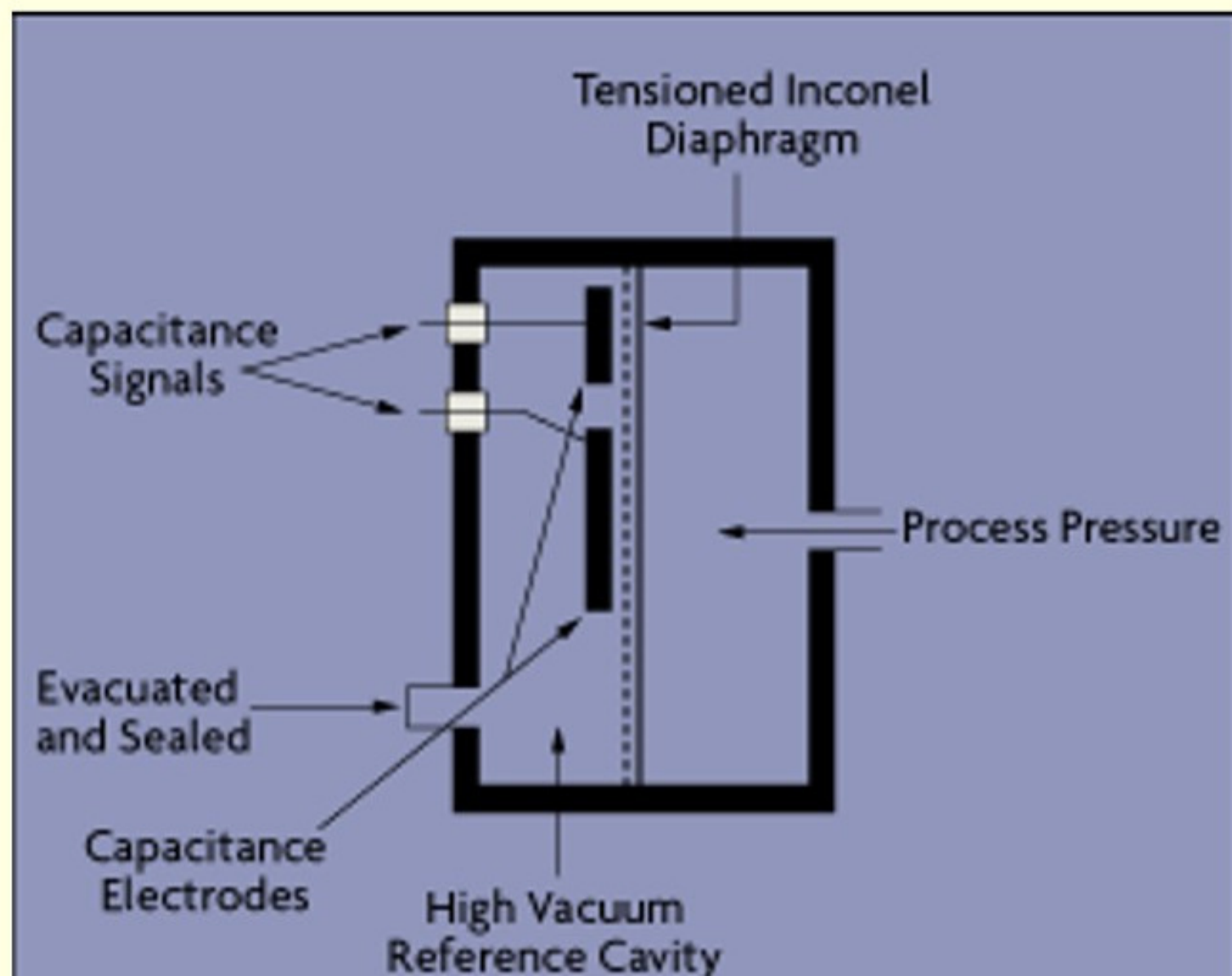
Vienam fizikiniam dydžiui matuoti dažnai galima taikyti skirtingus fizikinius reiškinius.

- skystiniai slėgmačiai



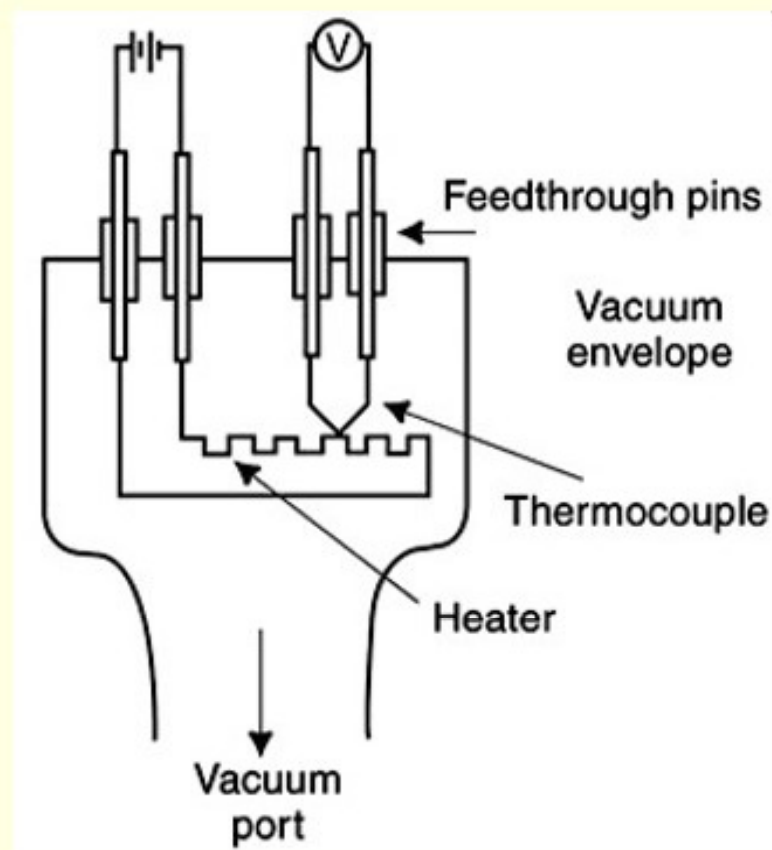
Vienam fizikiniam dydžiui matuoti dažnai galima taikyti skirtingus fizikinius reiškinius.

- Talpinis slėgmatis



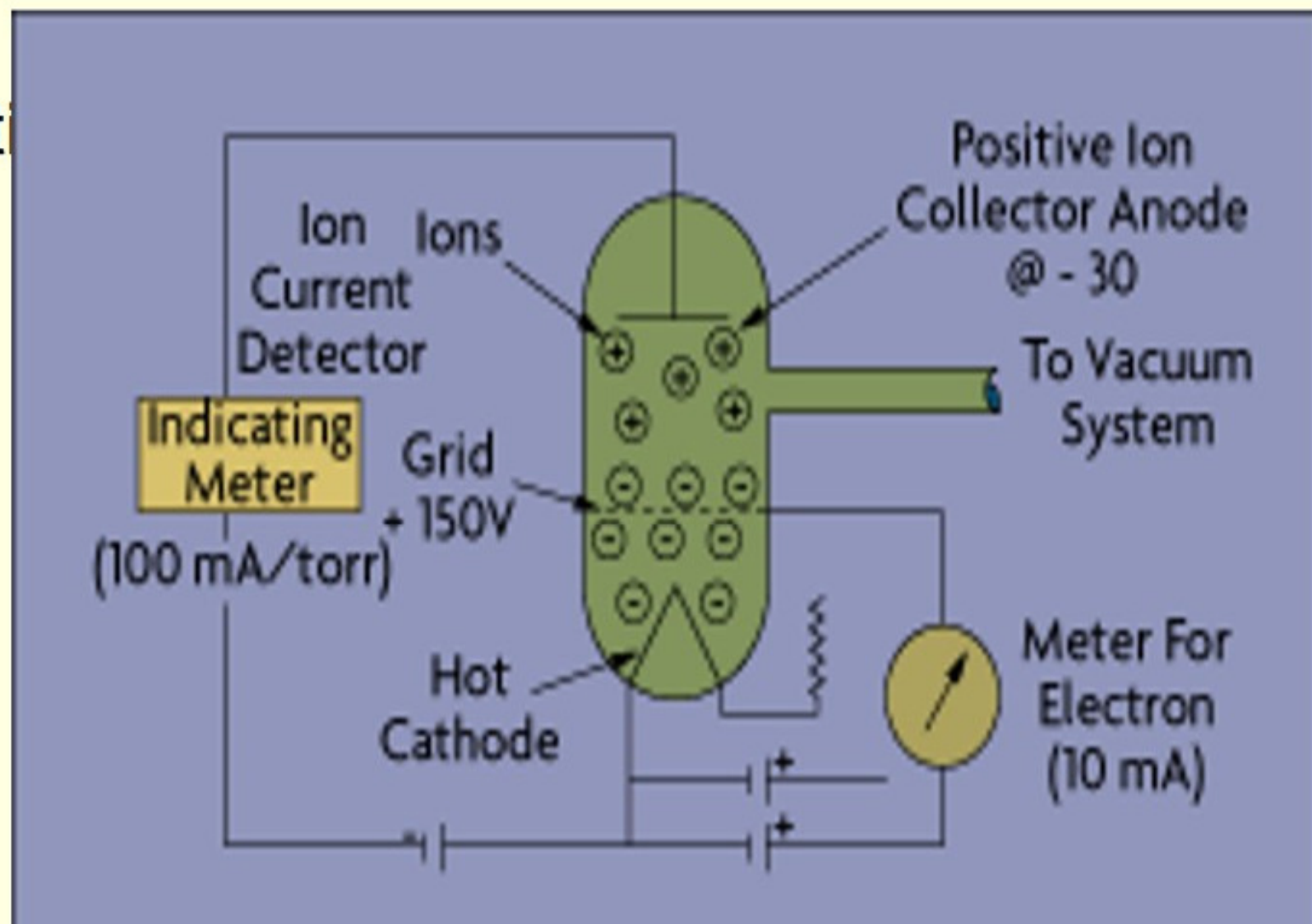
Vienam fizikiniam dydžiui matuoti dažnai galima taikyti skirtingus fizikinius reiškinius.

- Termoporinis slėgmatis



Vienam fizikiniam dydžiui matuoti dažnai galima taikyti skirtingus fizikinius reiškinius.

- Karštojo katodo slėgmat



Technologiniai vyksmai ir matavimai

dr. Gytis Sliaužys