

Vastaa viiteen tehtävään!

1. a) Selitä lyhyesti, mitä tarkoitetaan satunnaisvirheellä ja systemaattisella virheellä. Miten näiden virheiden kanssa menetellään? b) Milloin tulee käyttää yleistä virheen etenemislakia max-min -virhearvion sijasta? c) Selitä, mitä suurimman (tai maksimaalisen) todennäköisyyden periaate tarkoittaa. Anna yksi esimerkki periaatteen käytöstä tällä kurssilla. d) Vertaa tavallista PNS-sovitusta ja painotettua PNS-sovistusta toisiinsa. Mikä on näiden sovitusten oleellisin ero?

2. Kiertoheiluri on laite, jonka avulla voidaan määrittää kappaleiden hitausmomenteja. Tutkittavan kappaleen hitausmomentti heilurin kiertoakselin suhteen saadaan lausekkeesta

$$J_x = \frac{DT_{0+x}^2}{4\pi^2} - J_0,$$

missä  $J_0$  on tyhjän heilurin hitausmomentti,  $D$  langan jäykkyyttä kuvaava suure ja  $T_{0+x}$  kiertoheilurin heilahdusaika, kun heilurissa on tutkittava kappale. Suureet  $D$ ,  $J_0$  ja  $T_{0+x}$  virheineen on määritetty erillisissä, riippumattomissa mittauksissa. Muodosta lauseke  $J_x$ :n epävarmuudelle.

3. Olet määrittänyt äänen nopeudeksi ilmassa  $339 \pm 2$  m/s, ja haluat verrata tulostasi teoreettiseen arvoon, joka lasketaan lausekkeesta  $v = \sqrt{\gamma kT / M}$ , missä  $\gamma$  = adiabaattivakio, joka on ilmalle 1,4,  $k$  on Boltzmannin vakio,  $T$  absoluuttinen lämpötila ja  $M$  ilmamolekyylien keskimääräinen massa. Vakiotekijät yhdistämällä saadaan nopeudeksi  $v = 20,055\sqrt{T}$  m/s. Mittauspöytäkirjasi mukaan lämpötila oli mittausta aloitettaessa 21 °C ja lopetettaessa 25 °C, mutta olit unohtanut merkitä mittaussajakohdan muistiin. Mikä on näiden tietojen pohjalta nopeuden teoreettinen arvo virheineen? Millä todennäköisyydellä teoreettinen ennuste on yhtäpitävä mittaustuloksen kanssa? (normaalijakaumataulukko tehtävien perässä)

4. Olet mitannut saman 1,50 V tasajänniteregulaattorin jännitteen kahdeksalla keskenään samanlaisella UNI-T UT58B yleismittarilla. Mittaustulokset ovat (voltteina):

1,553 1,54 1,562 1,549 1,55 1,58 1,558 1,55

Huomaat tulosten käsittelyvaiheessa, että olet mitannut kaikki kolmella desimaalilla annetut tulokset mittarin 0-2 V mittaussalueella ja kahdella desimaalilla annetut tulokset mittarin 0-20 V mittaussalueella. Mikä on mittaaksesi mukaan regulaattorin jännite? Osaatko kertoa syyn, miksi tekisit tällaisen mittauksen?



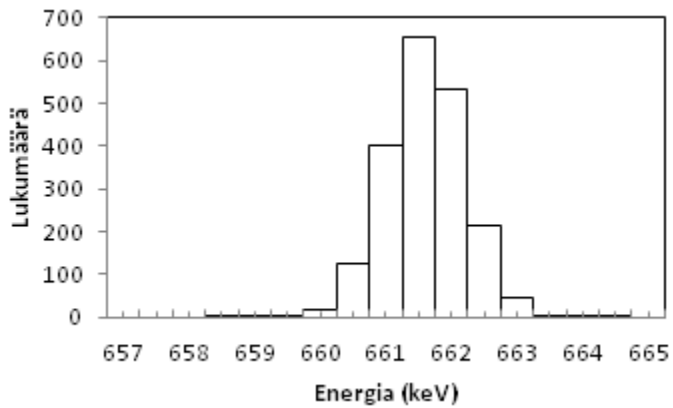
Accuracy Specifications

A. DC Voltage

Range	Resolution	Accuracy	Overload Protection
200mV	0.1mV	±(0.5%+1)	250VAC
2V	1mV		
20V	10mV		
200V	100mV	±(0.8%+2)	1000VAC
1000V	1V		

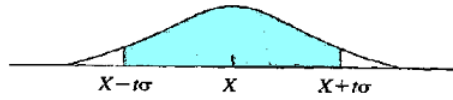
5. Mihin ilmiöihin lämpötila-anturi voi perustua? Kurssimonisteessa on mainittu viisi ilmiötä (muitakin lämpötilan mittaamisen mahdollistavia ilmiöitä on). Kuvaile lyhyesti yhtä kuhunkin ilmiöön perustuvaa anturin toteutusta (yksi anturi per ilmiö).

6. Radioaktiivisten  $^{137}\text{Cs}$ -ydinten hajoamista mitattaessa saatiin oheisen kuvan mukainen gammaspektri. Ytimessä gammasiirtymällä on tarkka energia, mutta spektrissä nähdään Gaussin käyrän muotoinen piikki, jonka keskikohta osuu siirtymäenergian kohdalle. (Leveneminen johtuu gammasäteilyn ja aineen vuorovaikutustavasta ja ilmaisimen ominaisuuksista) Määritä kuvan tietoja hyväksikäyttäen siirtymän energia virheineen. Spektrissä askelväli on 0,5 keV. (vihje: puoliarvon leveys  $\text{FWHM} = 2,35\sigma$ )



Normaalijakaumataulukko:

**Table A.** The percentage probability,  
 $Prob(\text{within } t\sigma) = \int_{X-t\sigma}^{X+t\sigma} G_{X,\sigma}(x) dx,$   
as a function of  $t$ .



$t$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.00	0.80	1.60	2.39	3.19	3.99	4.78	5.58	6.38	7.17
0.1	7.97	8.76	9.55	10.34	11.13	11.92	12.71	13.50	14.28	15.07
0.2	15.85	16.63	17.41	18.19	18.97	19.74	20.51	21.28	22.05	22.82
0.3	23.58	24.34	25.10	25.86	26.61	27.37	28.12	28.86	29.61	30.35
0.4	31.08	31.82	32.55	33.28	34.01	34.73	35.45	36.16	36.88	37.59
0.5	38.29	38.99	39.69	40.39	41.08	41.77	42.45	43.13	43.81	44.48
0.6	45.15	45.81	46.47	47.13	47.78	48.43	49.07	49.71	50.35	50.98
0.7	51.61	52.23	52.85	53.46	54.07	54.67	55.27	55.87	56.46	57.05
0.8	57.63	58.21	58.78	59.35	59.91	60.47	61.02	61.57	62.11	62.65
0.9	63.19	63.72	64.24	64.76	65.28	65.79	66.29	66.80	67.29	67.78
1.0	68.27	68.75	69.23	69.70	70.17	70.63	71.09	71.54	71.99	72.43
1.1	72.87	73.30	73.73	74.15	74.57	74.99	75.40	75.80	76.20	76.60
1.2	76.99	77.37	77.75	78.13	78.50	78.87	79.23	79.59	79.95	80.29
1.3	80.64	80.98	81.32	81.65	81.98	82.30	82.62	82.93	83.24	83.55
1.4	83.85	84.15	84.44	84.73	85.01	85.29	85.57	85.84	86.11	86.38
1.5	86.64	86.90	87.15	87.40	87.64	87.89	88.12	88.36	88.59	88.82
1.6	89.04	89.26	89.48	89.69	89.90	90.11	90.31	90.51	90.70	90.90
1.7	91.09	91.27	91.46	91.64	91.81	91.99	92.16	92.33	92.49	92.65
1.8	92.81	92.97	93.12	93.28	93.42	93.57	93.71	93.85	93.99	94.12
1.9	94.26	94.39	94.51	94.64	94.76	94.88	95.00	95.12	95.23	95.34
2.0	95.45	95.56	95.66	95.76	95.86	95.96	96.06	96.15	96.25	96.34
2.1	96.43	96.51	96.60	96.68	96.76	96.84	96.92	97.00	97.07	97.15
2.2	97.22	97.29	97.36	97.43	97.49	97.56	97.62	97.68	97.74	97.80
2.3	97.86	97.91	97.97	98.02	98.07	98.12	98.17	98.22	98.27	98.32
2.4	98.36	98.40	98.45	98.49	98.53	98.57	98.61	98.65	98.69	98.72
2.5	98.76	98.79	98.83	98.86	98.89	98.92	98.95	98.98	99.01	99.04
2.6	99.07	99.09	99.12	99.15	99.17	99.20	99.22	99.24	99.26	99.29
2.7	99.31	99.33	99.35	99.37	99.39	99.40	99.42	99.44	99.46	99.47
2.8	99.49	99.50	99.52	99.53	99.55	99.56	99.58	99.59	99.60	99.61
2.9	99.63	99.64	99.65	99.66	99.67	99.68	99.69	99.70	99.71	99.72