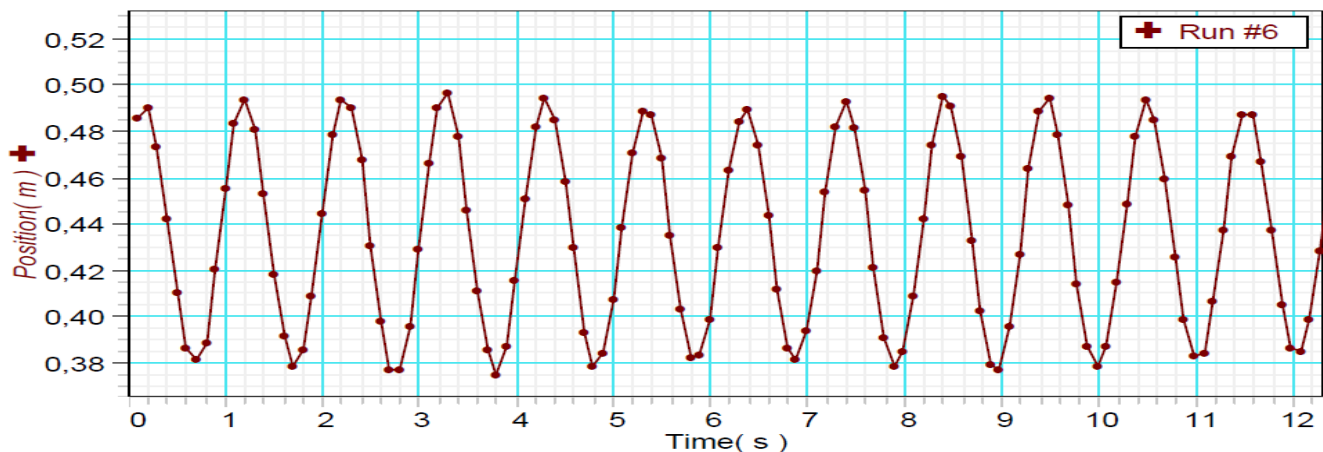


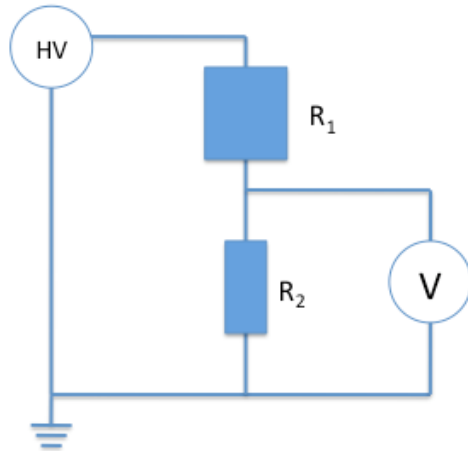
Vastaa viiteen tehtävään!

1. Monokromaattisen sähkömagneettisen säteilyn intensiteetti väliaineessa noudattaa eksponentiaalista vaimenemislakia $I = I_0 e^{-\alpha x}$, missä I_0 = intensiteetti pinnalla, x = väliaineessa kuljettu matka ja α = matkavaimennuskerroin. Mikä on intensiteetti I virheineen, kun $\alpha = 120 \pm 10$ 1/m, $x = 10,0 \pm 0,1$ mm ja $I_0 = 100 \pm 1$? Oleta virheet satunnaisiksi. (Arvostelu: sijoitus 1p, virhearvio 7p)
2. Jousen jousivakio voidaan määrittää jouseen ripustetun punnuksen heilahdusajan avulla. Alla olevassa kuvassa on esitetty jousen varassa värähtelevän punnuksen etäisyys suoraan alapuolella olevaan Data Studion liikeanturiin. Näytteenottotaajuus on 10 Hz. a) Jousivakio halutaan määrittää 2 % tarkkuudella annettua dataa käyttäen. Millainen tarkkuus tällöin vaaditaan heilahdusajalle T ? b) Esitä tapa, jolla heilahdusajan saa määritettyä annetusta kuvaajasta vaaditulla tarkkuudella. Perustele vastauksesi! Jousivakio k saadaan kaavasta $T = 2\pi\sqrt{m/k}$, missä m on punnuksen massa. Massan virhe on merkityksettömän pieni ($m = 200$ g, tarvitaankohan sitä missään!).



3. Olet työparisi kanssa mitannut resistanssin kahdella eri menetelmällä. Kummallakin menetelmällä tehtiin 10 toistomittausa ja tuloksista laskettiin keskiarvot virhearvioineen. Tulokset ovat (menetelmä A) $R = 73 \pm 3 \Omega$ ja (menetelmä B) $R = 77,0 \pm 1,4 \Omega$. a) Mikä on molemmat mittaustulokset huomioonottava arvio resistanssille ja sen epävarmuudelle? b) Kuinka monta toistoa teidän olisi pitänyt tehdä menetelmällä A, jotta menetelmällä saadun tuloksen paino lopputuloksessa olisi sama kuin menetelmällä B saadun tuloksen?
4. Olkoot mittaustulokset x_1, x_2, \dots, x_N otoksia normaalijakaumasta $f_{X,\sigma}(x)$. Lähtien liikkeelle keskiarvon lausekkeesta johda virheen etenemislakia hyväksi käyttäen virhearvio keskiarvolle.
5. Mikä on jännitekomparaattori? Miten käyttäisit jännitekomparaattoreita AD-muuntimen rakentamiseen?

6. Haluat mitata korkeajännitteen (HV), jonka suuruus on noin 3000 V. Käytössäsi on UNIT yleismittari, jolla suurin mitattava jännite on 1000 V (oleellinen osa käyttöohjetta on seuraavalla sivulla). Laajennat mittausaluetta rakentamalla kuvan mukaisen jännitteenjakajan. Käytössäsi on $100\text{ M}\Omega$, $20\text{ M}\Omega$, ja $10\text{ M}\Omega$ vastukset, joille valmistaja ilmoittaa toleranssiksi 1%, sekä $1\text{ M}\Omega$ ja $10\text{ k}\Omega$ vastukset, joiden ilmoitettu toleranssi on 0.1%.



- a) Miten saat mittaamastasi jännitteestä V korkeajännitteen HV? (2p)
- b) Kun arvioit korkeajännitemittauksen (jännitteen HV) virhettä, kannattaako sinun mahdollisimman tarkan tuloksen saamiseksi käyttää vastusten virheenä valmistajan toleranssia, vai kannattaako sinun mitata vastukset ja käyttää mittausrvirhettä? (1p)
- c) Kummalla jännitejaolla saat luotettavamman tuloksen korkeajännitteelle: (i) $R_1 = 100\text{ M}\Omega$, $R_2 = 20\text{ M}\Omega$ vai (ii) $R_1 = 10\text{ M}\Omega$, $R_2 = 10\text{ k}\Omega$? Miksi? (3 p)
- d) Kuinka valitsisit vastukset, jotta saisit parhaan tarkkuuden mitatulle korkeajännitteelle? (2 p)

Varoitus: älä yritä tätä kotona! Tehtävän yksinkertaistamiseksi R_1 on käsitelty yhtenä vastuksena. Tyypillinen vastuksen jännitteen kesto on 500 - 1000 V, joten käytännössä R_1 pitäisi rakentaa useasta perättäisestä vastuksesta läpilyönnin välttämiseksi.

Accuracy Specifications(1)

Accuracy: $\pm(a\% \text{ reading} + b \text{ digits})$, guarantee for 1 year.

Operating temperature: 18°C~28°C.

Relative humidity: $\leq 75\%RH$.

A. DC Voltage

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

Remarks: Input Impedance: approx. 10M Ω .

B. AC Voltage

Range	Resolution	Accuracy	Overload Protection
2V	1mV	$\pm(0.8\%+3)$	1000V AC
20V	10mV		
200V	100mV		
750V	1V	$\pm(1.2\%+3)$	

Remarks:

- Input Impedance: approx. 10M Ω .
- Frequency response:
40Hz~1kHz < 500V;
40Hz~400Hz > 500V
The $\geq 500Hz$ reading is for reference
- Displays effective value of sine wave (mean value response).

Accuracy Specifications(3)

E. Resistance

Model	Range	Resolution	Accuracy	Overload Protection
UT58ABC	200 Ω	0.1 Ω	$\pm(0.8\%+3) + \text{Test Lead Short Circuit Resistance}$	250V AC
UT58ABC	2k Ω	1 Ω	$\pm(0.8\%+1)$	
UT58ABC	20k Ω	10 Ω		
UT58ABC	2M Ω	1k Ω		
UT58ABC	20M Ω	10k Ω	$\pm(1.0\%+2)$	
UT58AB	200M Ω	100k Ω	$\pm[5\%(\text{reading}-10)+10]$	