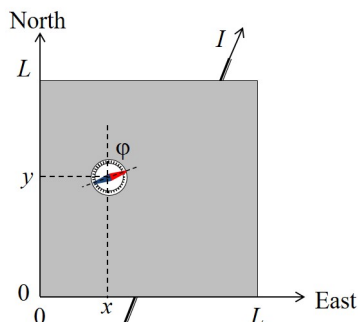


E1: Skrita žica**Eksperimentalna postavitve in naloga**

Pod vodoravno kvadratno površino z robom $L = 100.0\text{ mm}$ je na neznani globini h pod površino vodoravno postavljena zelo dolga bakrena žica. Stranice kvadrata so orientirane v smeri zahod-vzhod (x os) in jug-sever (y os), kot prikazuje slika. Izhodišče koordinatnega sistema je v jugozahodnem vogalu kvadrata.



Žica je priključena na enosmerni tokovni vir (ni prikazan na sliki), ki zagotavlja tok I v mejah med -5 A in 5 A . Sprememba predznaka toka pomeni spremembo polaritete vira. Magnetno polje, ki ga okoli žice ustvarja tok v žici, zaznava majhen kompas, ki ga lahko postaviš kamorkoli na površino kvadrata (vključno z robom kvadrata). Kot odklona magnetne igle φ merimo od smeri proti severu (y). Pozitivna vrednost φ ustreza odklonu igle proti vzhodu (kot prikazuje slika), negativna pa proti zahodu. Predpostavi:

- Magnetna igla je točkast magnetni dipol, ki se lahko prosto vrtili okoli navpične osi (kompas zaznava le magnetno polje, ki je vodoravno).
- Oddaljenost igle od površine kvadrata je zanemarljiva v primerjavi z globino, na kateri je žica. Igla je torej v ravnini xy .

Načrtuj svoj poskus in opravi ustrezne simulacije, da rešiš naslednje naloge:

- Ugotovi orientacijo žice in jo zapiši v prej opisanem koordinatnem sistemu z enačbo premice $y = ax + b$. Oцени napako parametrov a in b . Lego žice nariši v koordinatnem sistemu in označi smer toka I .
- Poišči razdaljo med žico in površino kvadrata h (globino) ter vodoravno komponento zemeljskega magnetnega polja B_E . Pri tem delu naloge napak ne računaj, seveda pa rezultat zapiši s primernim številom pomembnih števk.

Indukcijska konstanta je

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m/A.}$$

Opis simulacijskega programa

Program simulira merjenje odklona magnetne igle φ pri podanem toku skozi žico I in podanih koordinatah x in y lege kompasa na površini kvadrata.

Značilni rezultat po enem krogu simulacije je videti tako:

```
Enter I (A) between -5.0 and 5.0: 3.4
Enter X (mm) between 0 and 100: 55
Enter Y (mm) between 0 and 100: 31
PHI = -33 degrees
```

```
-----
Enter I (A) between -5.0 and 5.0: _
```

Najprej vnese vrednost toka I (v A) (to naj bo številka med -5.0 in 5.0), potem vnese koordinati x in y (v mm) (to naj bosta številki med 0 in 100). Vsak vnos podatkov potrdiš s pritiskom na gumb **Enter**. V odgovoru simulacija poda "izmerjeno" vrednost odklona φ (PHI) v stopinjah (zaokroženo na 1°) in se vrne v stanje pripravljenosti za nov krog.

V simulaciji bo pred izračunom odklona vrednost toka I zaokrožena na 0.1 A , koordinati x, y pa na 1 mm . (Nima torej nobenega smisla, da tok in koordinati podajaš bolj natančno.)

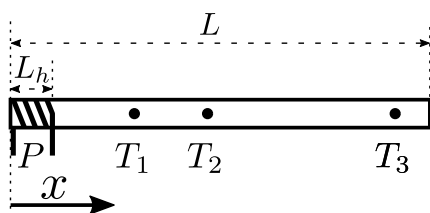
Lega magnetne igle, ki se upošteva pri simulaciji, se lahko loči od lege, ki jo podaš pri vnosu podatkov. Napaka "izmerka" je približno 0.5 mm . (Ta simulacija simulira tudi napako pri merjenju posamične lege objekta.)

Ko zaključiš s simulacijo, pritisni **Ctrl+C**.

E2: Vroč cilindar

Uvod

Homogena kovinska palica z dolžino $L = 30$ cm in polmerom $r = 1$ cm je narejena iz neznane kovine. Hranimo jo pri sobni temperaturi $T_0 = 26.9\text{ C} = 300\text{ K}$. Masa palice je $m = 460$ g. Pri tej nalogi boš določal termalne lastnosti neznane kovine. Palico lahko grejemo na enem od obeh krajišč, temperaturo pa lahko merimo na različnih mestih vzdolž palice. Palico grejemo med $x = 0$ and $x = L_h = 3$ cm (glej sliko). Grelnik lahko programiramo tako, da mu določimo konstantno moč (v wattih) in trajanje (v sekundah) delovanja. Meritve temperature naredimo tako, da določimo do pet položajev vzdolž palice, kamor namestimo senzorje za temperaturo, frekvenco merjenja temperature in čas začetka ter konca merjenja. Iz simulacije dobimo odčitke temperature v pospešenem "realnem času" (simulacija je približno 10-krat hitrejša kot realno dogajanje).



Predpostaviš lahko, da se vsa grelna moč troši na palici, in da palica izgublja toploto v okolje z oddajanjem toplote v zrak in s sevanjem črnega telesa. Prenos toplote v zrak je linearna funkcija temperature palice. Opišemo ga lahko s koeficientom α : toplota, ki jo palica odda v okolico, na enoto površine palice in v enoti časa (gostota toplotnega toka), je $\alpha(T - T_0)$. Zrak je ves čas dobro premešan in lahko predpostaviš konstantno vrednost α ne glede na položaj in temperaturo površine vzdolž palice. Izgubo toplote zaradi sevanja opišemo z modificiranim Stefan-Boltzmannovim zakonom z dodatnim parametrom emisivnosti: za izgubo toplote prek sevanja na enoto površine in v enoti časa velja $\beta\sigma(T^4 - T_0^4)$, kjer je $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$. Podobno kot za α lahko tudi za emisivnost predpostaviš, da je konstantna vzdolž palice in neodvisna od temperature. Palico dodatno opišemo s toplotno prevodnostjo k (gostota toplotnega toka pri x je $-kdT/dx$) in s specifično toploto c .

Naloga

Določi specifično toploto neznane kovine c (J/kgK), njeno toplotno prevodnost k (W/(mK)) in koeficienta izgub toplote α (W/(m²K)) ter β (brez enote). Prizadevaj si, da se bodo vrednosti, ki jih določiš, za manj kot 10% razlikovale od pravih vrednosti. Viri napak so različni: simulacija upošteva, da so meritve lege senzorjev in tudi temperature nenatančne in da so odčitki, ki jih prikazujejo senzorji, normalno porazdeljeni. Velikost napake lahko določiš iz nihanj vrednosti v odčitkih.

Kot pri vseh eksperimentalnih nalogah moraš tudi tu priložiti jasno označene tabele podatkov, jasno označene grafe in dovolj matematičnih izpeljav, da je razvidno, kaj si meril in kako si prišel do rezultatov.

Programski vmesnik

Zagon simulacijskega programa z imenom **rod** omogoča izvedbo več eksperimentov na palici. V program moraš vnesti več parametrov o postavitvi eksperimenta. Za vsak parameter vneseš potrebno vrednost (ali več vrednosti) in pritisneš **return** da se pomakneš na naslednji vnos. Vnosi so sledeči:

- Moč grelca:
Enter P (W), between 0 and 300:
- Čas delovanja grelca, merjeno od začetka eksperimenta (po tem času se grelec izklopi):
Enter heating duration (s), between 0 and 3600s:
- Čas začetka in konca meritev (merjeno od začetka eksperimenta) za meritve temperature na palici:
Enter the starting and finishing time for the measurements (s), separated by a space. Must be between 0 and 3600s:
- Časovni interval med dvema zaporednima meritvama temperature:
Enter dt (s), between 5 and 3600s and a multiple of 5s:
- Lega temperaturnih senzorjev vzdolž palice. Izhodišče koordinatnega sistema je na krajišču palice, kjer je grelec:
Enter up to 5 locations for the sensors (in cm), between L=0 and L=30cm, separated by spaces:
Če ni vnešena nobena vrednost, meritve niso izvedene.
- Ime izhodne datoteke z zapisom temperaturnih odčitkov. Vsi shranjeni odčitki se bodo izpisali tudi na zaslonu:
Enter the output file name:
Ime datoteke sestavi iz črk latinske abecede in števil. Z drugimi znaki so mogoče težave. V primeru neveljavnega imena datoteke odčitki ne bodo shranjeni. Odčitki bodo shranjeni v obliki .txt datoteke z izbranim imenom v isti mapi (folder) kot program.

Če v simulacijo vneseš neveljavne vrednosti parametrov, ti program vrne sporočilo o napaki in lahko potem ponovno vneseš druge vrednosti.

Ko vpišeš v program ustrezne vrednosti eksperimentalnih parametrov, poženeš simulacijo s pritiskom na gumb **return**, ali pa tako, da v ukazno vrstico vpišeš **restart** in pritisneš **return**. V nadaljevanju simulacije se na zaslonu najprej izpiše povzetek eksperimentalnih nastavitvev, v nadaljevanju pa se izpisuje čas, ki je minil od vklopa grelca ($t(s)$), in trenutne izmerjene vrednosti za vse senzorje v enakem vrstnem redu, kot so bile vnešene v ukazno vrstico ($T_i(C)$, kjer i ustreza i-temu senzorju).

Ko se simulacija zaključi, lahko poženeš novo, če v ukazno vrstico vpišeš **restart** in pritisneš **return**.