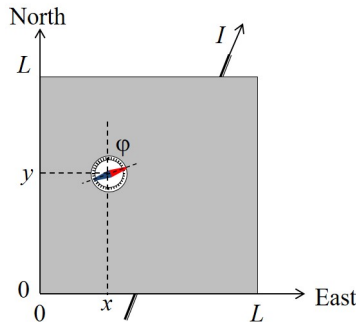


## E1: Falinn vír

### Uppstilling tilraunarinnar og verkefnið ykkar

Búið er að fela langan beinan koparvír í hnitakerfinu. Koparvírinn liggur samsíða láréttum ferningsreit við óþekkta fasta dýpt  $h$  undir honum. Hliðarlengdir lárétta ferningsreitsins eru  $L = 100.0$  mm. Á myndinni hér fyrir neðan má sjá að ein hlið rétthyrningsins liggur frá vestri til austurs ( $x$ -ásinn) og hin hliðin liggur frá suðri til norðurs ( $y$ -ásinn). Á myndinni sést einnig að upphafspunktur hnitakerfisins hefur verið valinn í suðvestur horni rétthyrningsins.



Vírinn er tengdur við stillanlegan jafnspennugjafa (sem sést ekki á myndinni), sem getur gefið straum,  $I$ , á bilinu  $-5$  A til  $5$  A. Takið eftir að neikvæð gildi á straumnum samsvara því að snúa við skautum spennugjafans. Hægt er að koma fyrir litlum áttavita á yfirborði rétthyrningsins (það er líka hægt að staðsetja áttavitann á jaðri rétthyrningsins) til þess að skoða stefnu segulsviðsins frá vírnum. Frávikshornið  $\varphi$  er skilgreint sem hornið á milli áttavitanálarinnar og norður-áttar hnitakerfisins (jákvæði  $y$ -ásinn). Jákvæð gildi á frávikshorninu  $\varphi$  samsvara því að segulnál áttavítans vísar til austurs (jákvæð  $x$ -stefna) á meðan að neikvæð gildi á  $\varphi$  samsvara því að segulnál áttavítans vísar til vesturs (neikvæð  $x$ -stefna). Þið megið gera ráð fyrir að:

- Áttavitinn er svo lítill að hugsa má um hann sem einn punkt í hnitakerfinu. Áttavitanálin getur einungis snúist um lóðréttan ás og greinir því einungis láréttan þátt segulsviðsins.
- Hæð nálarinnar yfir yfirborði rétthyrningsins er hverfandi í samanburði við dýpt vírsins undir yfirborðinu, þ.e.a.s. nál áttavítans er staðsett í  $xy$ -planinu. Verkefnið ykkar er að:

- Ákvarðið hvernig faldi vírinn liggur í hnitakerfinu. Ákvarðið jöfnu vírsins,  $y = ax + b$ , og metið stuðlana  $a$  og  $b$  ásamt óvissu. Teiknið staðsetningu vírsins á graf og tilgreinið stefnu straumsins í vírnum (ef við myndum láta jákvæðan straum  $I$  flæða í vírnum).
- Ákvarðið dýptina,  $h$ , sem að vírinn liggur í undir yfirborðinu og lárétta þáttinn á segulsviði jarðar,  $B_E$ . Í þessum hluta verkefnisins er ekki gerð krafa um að reikna óvissur mælistærðanna nákvæmlega. Hinsvegar, þá ætti lokaniðurstaðan ykkar að vera táknuð með viðeigandi fjölda marktækra stafa.

Segulsvörunarstuðull tómarúms er gefinn með:

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

### Lýsing á forritinu

Skipanalínuforritið leyfir ykkur að gera mælingar á frávikshorninu  $\varphi$ . Til þess þurfið þið að gefa forritinu strauminn  $I$  sem þið viljið hafa í falda vírnum og staðsetningu áttavítans á yfirborði rétthyrningsins,  $x$  og  $y$ .

Dæmigerð keyrsla á forritinu gæti verið eftirfarandi:

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: \_

Fyrst sláið þið inn strauminn  $I$  í einingunni A (tala á bilinu  $-5.0$  og  $5.0$ ), næst sláið þið inn hnitin  $x$  og  $y$  í einingunni mm (tala á bilinu  $0$  og  $100$ ). Sérhvert inn-tak er staðfest með því að smella á **Enter** á lyklaborðinu. Forritið mun síðan skila ykkur tilheyrandi gildi á frávikshorninu  $\varphi$  (PHI) í gráðum (gildið sem forritið skilar hefur verið námundað að  $1^\circ$ ). Eftir það endurtekur forritið sig og leyfir ykkur að slá inn ný gildi.

Straumurinn,  $I$ , verður námundaður að nákvæmni  $0.1$  A. Hnitin á áttavitanum,  $x$  og  $y$ , verða námunduð að nákvæmni  $1$  mm áður en gildin eru notuð í mælinguna. Með öðrum orðum: Það er enginn ávinningur af því að biðja tölvuna um að nota nákvæmari upphafsgildi.

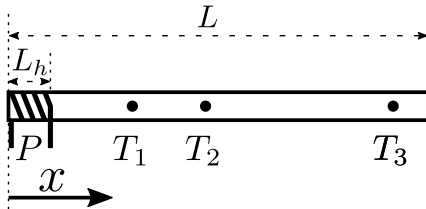
Í hvert skipti sem að þú staðsetur áttavitann á rétthyrningnum þá mun raunveruleg staðsetning hans hafa normaldreifða óvissu upp á  $0.5$  mm. (Þetta er til þess að líkja eftir takmarkaðri nákvæmni þegar mæling á staðsetningu hlutarins er framkvæmd).

Ef þú þarft að loka forritinu þá skaltu ýta á **Ctrl+C**.

## E2: Heitur sívalningur

### Inngangur

Einsleit stöng með lengd  $L = 30$  cm og radíus  $r = 1$  cm er gerð úr óþekktum málm. Henni er haldið við herbergis-hitastig  $T_0 = 26.9$  C = 300 K. Massi málmstangarinnar er  $m = 460$  g. Verkefnið snýst um að ákvarða varmafræðilega eiginleika óþekkta málmstangsins. Hægt er að hita málmstöngina við annan endann og hægt er að framkvæma hitastigsmælingar á völdum stöðum á stönginni. Hitarinn er staðsettur milli  $x = 0$  og  $x = L_h = 3$  cm (sjá mynd). Hægt er að forrita hitarann með aflinu (í wötum) og tímanum (í sekúndum) sem hitarinn er í gangi. Hitastigsmælingar eru gerðar með því að tilgreina allt að fimm staðsetningar hitanema á stönginni. Einnig þarf að tilgreina upphafstíma og lokatíma mælinganna. Líkanið mun sýna hitastigstölur í hröðuðum "rauntíma" (sem líður 10 sinnum hraðar en í raunheimi).



Það má gera ráð fyrir því að allt afluð úr hitaranum fari í stöngina og að stöngin tapi varma til umhverfissins, bæði með varmaflutningi við loftið og með svarthlutargeislun. Varmaflutningur við loftið er línulegur með hitastigi stangarinnar og honum er hægt að lýsa með stuðlinum  $\alpha$  með þeim hætti að varmaflutningur á flatarmálseiningu og á tímaeiningu er  $\alpha(T - T_0)$ . Góð loftræsting er í rýminu þannig að hægt er að gera ráð fyrir því að  $\alpha$  sé fasti yfir yfirborð stangarinnar og óháð yfirborðshitastiginu. Varmatapi vegna svarthlutargeislunar er hægt að lýsa með breyttu lögmáli Stefan-Boltzmann með eðlisgeislun  $\beta$  þannig að varmatap vegna geislunar á flatarmálseiningu og á tímaeiningu er  $\beta\sigma(T^4 - T_0^4)$  með  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$  W/(m<sup>2</sup> K<sup>4</sup>). Eins og með  $\alpha$ , þá gerum við ráð fyrir að eðlisgeislunin sé fasti í gegnum stöngina og óháð hitastigi. Eiginleikum stangarinnar er einnig lýst með varmaleiðnistuðli  $k$  (með þeim hætti að þéttleiki varmaflæðisins eftir  $x$  er  $-kdT/dx$ ) og með varmarýmd  $c$ .

### Verkefni

Verkefnið snýst um að ákvarða varmarýmd óþekkta málmstangsins,  $c$  (eining J/(K kg)), varmaleiðnistuðulinn  $k$  (eining W/(m K)), og varmatapsstuðlana  $\alpha$  (eining W/(m<sup>2</sup> K)) og  $\beta$  (án einingar). Stefnt skal á að finna gildin þannig að þau séu innan við 10% af raungildi. Ástæða þess er að ýmsir óvissuþættir eru til staðar, eins og normaldreifð óvissa í skilgreiningu á staðsetningu nemanna og í hitastigsmælingunum. Stærð óvissunnar er unnt að finna með því að athuga sveiflurnar í gögnunum.

Eins og í öllum tilraunum þá þarf að sýna töflur sem eru vel merktar, gróf sem eru vel merkt og nægar útleiðslur á jöfnum til að skýrt sé hvað var mælt og hvernig komist var að niðurstöðunum.

### Viðmót hugbúnaðarins

Með því að keyra forritið sem kallast **rod** þá er hægt að framkvæma margar tilraunir á stönginni. Forritið mun spyrja um röð af skipunum sem varða uppsetningu tilraunarinnar. Fyrir hverja skipun þarf að slá inn viðeigandi gildi og í framhaldi að ýta á **enter** til að halda áfram í næstu skipun. Skipanirnar eru eftirfarandi:

1. Hitunarafl hitarans:  
Enter P (W), between 0 and 300:
2. Tímalengdin eftir að tilraunin hefst sem að hitarinn er í gangi (eftir þennan tíma er slökkt á hitaranum):  
Enter heating duration (s), between 0 and 3600s:
3. Upphafs- og lokatími (eftir upphaf tilraunar) fyrir hitastigsmælingar á stönginni:  
Enter the starting and finishing time for the measurements (s), separated by a space. Must be between 0 and 3600s:
4. Tímalengdin milli tveggja mælinga í röð sem eru gerðar með hitastignemunum:  
Enter dt (s), between 5 and 3600s and a multiple of 5s:
5. Staðsetningar hitastignemanna eftir stönginni. Hnitin eru tilgreind miðað við endann þar sem hitarinn er:  
Enter up to 5 locations for the sensors (in cm), between L=0 and L=30cm, separated by spaces:  
Athugið að með því að slá ekki inn gildi þá verða ekki gerðar mælingar.
6. Nafnið á skjalinu sem inniheldur hitastigsmælingar tilraunarinnar. Athugið að allar vistaðar mælingar munu einnig sjást á skjánum:  
Enter the output file name:  
Mælst er til þess að nota einingis latneska stafi og tölustafi fyrir nafn skjalsins. Aðrir stafir gætu haft þau áhrif að mælingarnar vistist ekki. Vistaðar mælingar verða í .txt skrá með nafninu sem valið var í sömu möppu og forritið.

Ef slegið er inn gildi sem er ógilt þá mun birtast villumelding með skilaboðum og annað tækifæri mun gefast við að setja inn gildið.

Forritið mun hefja tilraunina þegar smelt hefur verið á **enter** eða með því að rita restart og smella á **enter** til að endursetja öll gildin í tilrauninni. Eftir að haldið er áfram með tilraunina þá mun forritið birta yfirlit yfir uppsetninguna og svo sýna tímann sem hefur liðið síðan kveikt var á hitaranum ( $t(s)$ ). Allar niðurstöður nemanna koma í sömu röð og þeir voru slegnir inn ( $T_i(C)$ , þar sem  $i$  táknar nema númeri).

Eftir að tilraun lýkur er hægt að byrja nýja tilraun með því að rita restart og smella á **enter**.