

## E - Prýstirafverkun (20 stig)

Sum efni sýna rafviðbragð þegar að þrýstingi er beitt á þau. Þetta fyrirbæri nefnist *þrýstirafverkun*. Þetta gerist því kristalbyggingin verður rafskautuð þegar þrýstingi er beitt á efnið og sameindir þess aflagast þannig að þær mynda litla tvípóla. Í þessari tilraun skoðum við þrýstirafverkun. Til þess hafið þið fengið þrýstirafraftæki. Þegar að krafti er beitt hornrétt á tækið þá myndast spenna á milli platnanna sem er háð stærð kraftsins. Lesið mikilvægu hjálpina á næstu síðu áður en að þið byrjið á tilrauninni.

### Tækjabúnaður (sjá Mynd 1)

- A *þrýstirafraftækið*. Tækið er inni í viðarhólk. Á efri plötunni er lítið gat til að setja tannstöngla (L). Einnig er hægt að sjá þrýstirafleiðandi efnið í gegnum gatið.
- B *Fjölmælir* (innra viðnám er gefið í töflunni á næstu síðu - passið að skammhleypa ekki mælinn).
- C *Rafhlaða* 1.5V AA batterí og tengistykki fyrir það.
- D *Þéttir* með óbekkta rýmd og díóðu festa á annan fótinn (þegar straumur flæðir í gegnum díóðuna í rétta átt er spennufallið alltaf 0.56 V).
- E *Takkar* 4 rofar sem tengjast rafrásinni þegar ýtt er á þá.
- F *Krókódílaklemmur*: 6 talsins.
- G *Vog* (mælir allt að 10 kg).
- H *Skeiðklukka*.
- I *Boltar* 2 boltar úr fjaðrandi og ófjaðrandi gúmímefni.
- J *Stillistandur* Viðarstandur með stillanlegum hæðum.
- K *Reglustika*.
- L *Tannstönglar* (þvermál 2 mm).
- M *Skrúfa*.
- N *Klemma*.
- O *Skriffæri*.

### E.1 – Skoppstuðull (2 stig)

Annar af boltunum skoppar meira heldur en hinn. Takið skoppaboltann og mælið hversu stór hluti af hreyfiorkunni tapast í árekstri við hart yfirborð. Þetta hlutfall nefnist skoppstuðull. Ákvarðið skoppstuðul boltans fyrir þrjú mismunandi gildi á hreyfiorkunni í upphafi.

### E.2 - Eiginleikar þrýstirafraftækisins (10 stig)

- a Mælið rýmd þéttisins,  $C$  (sjá Mynd 3b). (2 stig)
- b Málmplötunar á hliðum þrýstirafraftækisins virka einnig eins og þéttir með rýmd,  $C_p$ . Ákvarðið rýmd þrýstirafraftækisins,  $C_p$ . (2,5 stig)
- c Gerið mælingar og teiknið síðan graf sem sýnir spennuna milli platna þrýstirafraftækisins sem fall af heildarkraftinum hornrétt á yfirborð platnanna. Fyrir lítinn kraft er grafið línulegt. Sýnið á hvaða bili grafið er línulegt og ákvarðið hallatöluna  $\beta$  bar. (4 stig).

d Sameindirnar í kristalnum geta einungis haft skautun sem er minni heldur en eitthvað hámarks-gildi. Finnid stærstu spennuna sem að sem að þrýstirafraftækið getur haft. Notið þetta hámarks-gildi til að ákvarða þar að auki þrýstinginn  $p_{sat}$  við þetta hámarksgildi og mesta yfirborðshleðsluþét-teikann,  $\sigma_{max}$ , sem að safnast á yfirborði þrýstirafraftækisins. (1,5 stig)

### E.3 - Hegðun fyrir lítið flatarmál (1,0 stig)

Þegar að krafti er beitt á litla gatið af flatarmáli þrýstirafraftækisins þá mun kristallinn bogna. Þetta veldur því að hegðunin verður önnur heldur en ef að við bei-tum jöfnum krafti á allt flatarmálið.

Hvað gerist þegar að krafti er beitt á litla flatarmál kristalsins? Skoðið einungis gildi á kraftinum þar sem að hegðunin var línuleg í fyrri lið.

### E.4 - Afmyndun skopparaboltans (4,5 stig)

Í þessum hluta sleppið þið skopparaboltanum ofan á þrýstirafraftækið. Í árekstrinum milli boltans og þrýstirafraftækisins þjappast boltinn saman eins og gormur. Þið megið gera ráð fyrir að krafturinn,  $F$ , sem að verkar á boltann sé háður þjöppun boltans,  $x$ , samkvæmt eftirfarandi lögmöli:

$$F = kx^\alpha. \quad (1)$$

Ákvarðið stuðlana  $k$  og  $\alpha$ .

### E.5 - Skopptími (2,5 stig)

Með niðurstöðunni í liðnum á undan er auðvelt að ákvarða heildartímann,  $\tau$ , sem að boltinn er í snertingu við yfirborð þrýstirafraftækisins.

Hinsvegar þá gildir lögmölið í jöfnu (1) ekki fyrir fullkomlega ófjaðrandi boltann (sem skoppar ekki). Til þess að ákvarða tímann  $\tau$  fyrir ófjaðrandi boltann þá notum við eftirfarandi forsendu:

Látum  $v_0$  vera tiltekið gildi á hraðanum rétt fyrir árkesturinn og gerum ráð fyrir að krafturinn sem að verkar á boltann sem fall af tíma megi lýsa með  $F_0(t) = f(t)$ . Gerum nú ráð fyrir að ef  $v_1$  sé annar hraði þá gildi

$$F_1(t) = a_1 f(b_1 t). \quad (2)$$

Notið boltann sem er fullkomlega ófjaðrandi. Gerið mælingar og teiknið graf sem sýnir hvernig að heildartíminn,  $\tau$ , er háður hraðanum rétt fyrir áreks-turinn,  $v$ .

## Mikilvæg hjálp

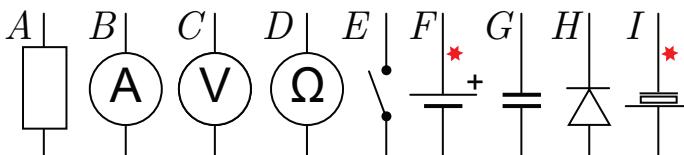
- Teiknið rafrásarmyndir til að útskýra allar mælin-garnar ykkar. Notið táknið á mynd 2.
- Ekki skammhleypa fjölmælinn.
- Ekki nota kraft sem er meiri en  $100\text{ N}$  á þrýsti-raftækið.
- Til að tengja two víra saman þá er mælt með því vefja vírunum í kringum hvorn annan og að nota krókódílaklemmurnar eins og á mynd 3a.
- Stefna díóðunar má sjá á mynd 3b.
- Þið getið stillt hæðina á stillistandnum (J) með skrúfunum tveimur aftana á standinum (sjá mynd 4). Þið getið einnig stillt láréttu staðsettninguna á bláu kreistikúlunni sem nota má til að sleppa skop-paraboltanum.
- Passið að skopparaboltinn skoppi ekki í burtu frá ykkur. Þið getið komið í veg fyrir að boltinn sleppi með því að búa til lítið virki. Ótengt því getið þið einnig fest reglustikuna við stillistandinn með klemmuni. Ef þið missið boltan þurfið þið að biðja um hjálp. **Þið megið ekki fara frá borðinu ykkar.**
- Eftir að fjölmælirinn hefur beðið í smá stund án þess að hann sé notaður mun hann byrja að væla og að lokum slökkva á sér. Þið getið komið í veg fyrir að hann slökkvi á sér með því að ýta á einhvern takka á honum.
- Takið eftir að sumir hlutar af borðinu ykkar geta skoppað til baka undan álagi. Það er ráðlagt að nota stöðugustu hluta borðsins fyrir skopptilraunina.
- Til þess að fá full stig fyrir mælingarnar ykkar þurfið þið að gera viðeigandi graf af þeim.
- Einungis þær mælingar og sú mælitækni sem að veitir mesta nákvæmni fær full stig. Veljið tæknina ykkar með þetta í huga til þess að hámarka nákvæmnina og þar með stigin ykkar. **Hinsvegar verða engin stig gefin fyrir óvissureikninga.**
- Þegar að þið mælið DC spennu með fjölmæli á bili þar sem að minnsti marktæki stafurinn er  $\delta U$  þá er óvissan  $\Delta U$  gefin með:

$$\Delta U = 0.7\% \cdot U + 3 \cdot \delta U . \quad (3)$$

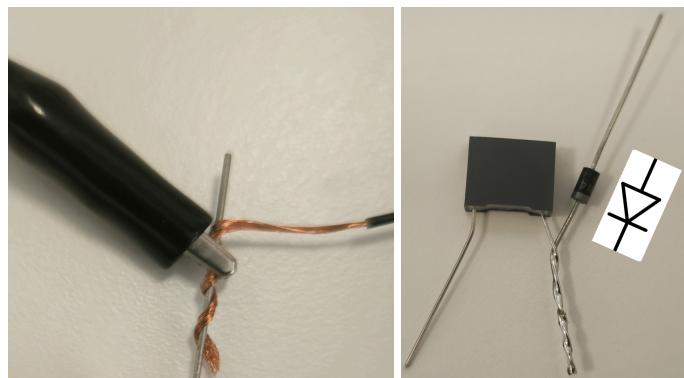
- Innra viðnám fjölmælisins er háður númeri hans og á hvaða bili er verið að mæla spennuna. Á mynd 5 sést hvernig ákvarða má númer fjölmælisins. Eftifarandi tafla sýnir innra viðnámið fyrir tvö gildi á spennum fyrir alla mælana í keppninni.



Mynd 1: Tækjabúnaðurinn í þessari tilraun.



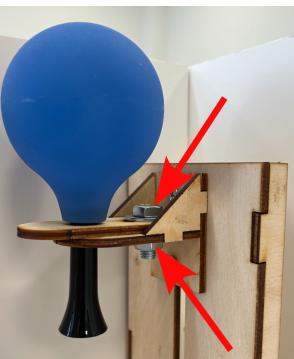
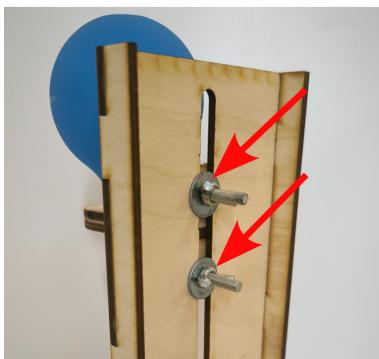
Mynd 2: Rafrásartákn: **A** - viðnám, **B** - straummælir, **C** - voltmælir, **D** - ohmmælir, **E** - rofi, **F** - batterí, **G** - þéttir, **H** - díóða, **I** - þrýstirافتæki. Vírarnir með rauðri stjörnu hafa rauða húð.



(a) vefjið vírunum um hvern annan og festið með krókódílak- þéttinn. Rafrásartákninum hefur verið teiknað með réttri stefnu til skýringar.

Mynd 3: Mælt er með því að tengja svona.

númer fjölmælis	spenna	innra viðnám
öll tæki	2 V	$11.1\text{ M}\Omega$
UT33B+	200 mV	$9.65\text{ M}\Omega$
UT33C+	200 mV	$9.91\text{ M}\Omega$
UT33D+	200 mV	$9.70\text{ M}\Omega$



Mynd 4: Hægt er að stilla hæðina með skrúfunum á vinstri myndinni hér að ofan. Hægt er að stilla láréttta staðsetningu bláu kúlunnar með skrúfunum á myndinni hægra megin.



Mynd 5: Rauða örin sýnir númer fjölmælisins sem má nota til að ákvarða innra viðnámið samkvæmt töflunni.