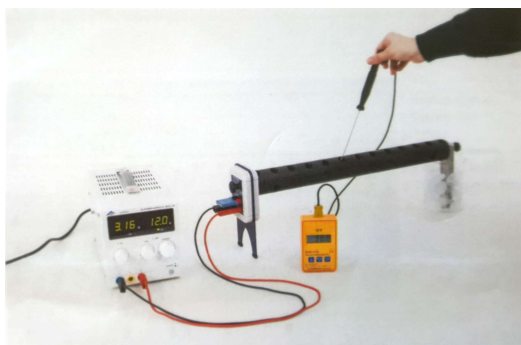


Лабораторийн ажил 8

Металлын дулаан дамжууллын коэффициентийг тодорхойлох



Ажлын зорилго:

Хөнгөн цагаан ба зэсийн дулаан дамжууллын коэффициентийг тодорхойлох

Хэрэглэгдэх зүйлс:

Дулаан дамжуулах саваа (зэс эсвэл хөнгөн цагаан), тэжээл үүсгүүр, халаагч, дижитал термометр, шилэн савнууд, холбох хос утас 75см.

Товч онол:

Дулаан нь дамжуулал, цацаргалт, конвекцоор шилжинэ. Дамжууллаар дулаан шилжих үед хөрш атом ба молекулуудын харилцан үйлчлэлээр дулаан шилжих ба атом молекулууд анхны байрлалдаа үлдэнэ. Жишээлбэл, металл савааг халаахад халуун хэсгийн атомууд хүйтэн хэсгийн атомуудыг бодвол илүү энергитэй хэлбэлзэнэ. Хөрш атомуудын мөргөлтөөр

энерги дамжих учраас атомаас атомд энерги дамжих буюу савааны дагуу энерги дамжина. Металл маш сайн дулаан дамжуулагч юм. Учир нь мөргөлт атомууд ба чөлөөт электронуудын хооронд бас явна.

S хөндлөн огтлолтой савааны төгсгөлүүдийг өөр өөр температурт байлгавал савааны дагуу $\frac{dT}{dx}$ температурын градиент үүсч, хүйтэн үзүүр тийш савааны дагуу температур жигд буурна. dt хугацаанд савааны хөндлөн огтлолоор dQ дулаан урсдаг бол P_Q тогтмол дулааны урсгал үүснэ.

$$P_Q = \frac{dQ}{dt} = -\chi S \frac{dT}{dx} = -\chi S k \quad (1)$$

Үүнд: $k = \frac{dT}{dx}$ –температурын градиент, P_Q –дулааны урсгал (ваттаар хэмжинэ), S –савааны хөндлөн огтлол, χ - савааг хийсэн материалын дулаан дамжууллын коэффициент, T –температур, x –савааны дагуу координат.

1 томъёоноос дулаан дамжууллын коэффициент

$$\chi = \frac{P_Q}{kS} \quad (2)$$

Температурын тогтмол градиент үүсэхээс өмнө температур нь $T(x, t)$ функц байх ба аажмаар тэнцвэртэй төлөвт шилжинэ. Дулаан дамжууллын тэгшитгэл нь

$$\chi \frac{\partial^2 T(x, t)}{\partial x^2} - C \cdot \rho \frac{\partial T(x, t)}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

Үүнд: C –хувийн дулаан багтаамж, ρ –савааны материалын нягт. Тэнцвэртэй төлөвт

$$\frac{\partial T(x, t)}{\partial t} = 0 \quad \text{ба} \quad \chi \frac{\partial T(x, t)}{\partial x} = \frac{P_Q}{S} = \text{const} \quad (4)$$

Энэ туршлагад савааг нэг үзүүрээс нь гүйдэл үүсгүүрээр халаана. Иймээс өгөх дулааныг

$$P_{\text{цах}} = IU \quad (5)$$

гэж олно. Нөгөө үзүүрийн температурыг хайлж байгаа мөсний температурт эсвэл ердийн тасалгааны температуртай дамжуулагч хавтангийн тусламжтай тогтмол байлгана. Тусгаарлагч ханцуйг саваагаар орчинтой дулаан солилцохоос хамгаалснаар тэнцвэртэй төлөвт температур шугаман өөрчлөгдөх боломжтой.

Бэлтгэх асуулт

1. Металл яагаад дулаан багтаамж сайтай байдаг вэ?
.....
.....
.....
2. Өвлийн хүйтэнд гадаа байгаа төмөр ба модонд хүрэхэд аль нь хүйтэн мэт сэтгэгдэл төрүүлэх вэ? Яагаад?
.....
.....
.....
3. Дулаан дамжуулал хувийн дулаан багтаамжаас хамаарах уу?
.....
.....
.....
4. k_1 ба k_2 дулаан дамжууллын коэффициенттэй ижил 2 металл савааг зэрэгцээ холбовол дулаан дамжууллын коэффициент ямар болох вэ?
.....
.....
.....
5. k_1 ба k_2 дулаан дамжууллын коэффициенттэй ижил 2 металл савааг цуваа холбовол дулаан дамжууллын коэффициент ямар болох вэ?
.....
.....
.....

Ажилд бэлтгэх

1. Дамжуулагч савааны үзүүрүүдийг цэвэрлэн дулаан дамжуулах шингэн нимгэн түрхсэн.
2. Халаагчийг саваанд шургаар холбох ба температур хэмжих нүхнүүд нь дээш харсан байна.
3. Хамгаалах ханцуйг хөдөлгөж нүхнүүдийг хэмжих нүхтэй тааруулна.

4. Савааны нэг үзүүрийг тэжээл үүсгүүртэй холбосон ба нөгөө үзүүрийн хос хавтанг мөстэй шилэн усаар дүүргэнэ.
5. Тогтмол гүйдлийн үүсгүүрээс гарсан холбогч утсыг багажийн оролтод холбосон. Энэ оролтод амперметр, вольтметр холбосон.

Ажлын дараалал:

1. Лабораторийн ажилд бэлтгэсэн эсэхээ багшид шалгуулан зөвшөөрөл авсны дараа хэмжилтийг эхлэнэ.
2. Тогтмол тэжээл үүсгүүрийг асааж хүчдэлийг 12В дээр тааруулж савааны нэг үзүүрийг халаана.
3. Эхлээд саваа халж тэнцвэрт ороогүй байх үеэс савааны дагуух 1-13 цэгүүдэд температурыг тоон термометрээр хэмжин хүснэгтэд бичнэ.
4. Дараа нь хугацааны завсар (150с, 150с, 50с, 50с) бүр дээр (тэнцвэртэй төлөв тогтох хүртэл) хэмжилтүүдийг хийнэ. Хугацааны завсарын секундомерээр хэмжинэ.
5. Хүчдэлийн утга U –г вольтметрээс, гүйдлийн утга I –г амперметрээс бичиж авна.

Тооцооны хэсэг:

1. $t = 400$ с үеийн температурыг Кельвиний температурт шилжүүлнэ.

$$T = t + 273.15$$

2. T температур ба x координатын хамаарлын графикийг байгуулна. Тэнцвэртэй төлвийн график шулуун болно. Энэ графикаас өнцгийн коэффициент k –г олно.
3. Дулаан дамжууллын коэффициент χ –г 2-р томъёогоор олно. Энэ томъёонд байгаа S –г савааны диаметрээр олно. $P_{\text{цах}}$ –г 5 –р томъёогоор олно
4. P_Q дулааныг олохдоо дулааны алдагдлыг тооцно. Өөрөөр хэлбэл:

$$P_Q = P_{\text{цах}} - P_{\text{алд}}$$

Энд $P_Q = P_{\text{цах}}$ гэж үзнэ. Энэ утга бодит утгаас зөрнө. Учир нь дулаан алдагдлыг тооцоогүй учраас $\chi = -\frac{P_Q}{kS}$ -ийн утга гарахгүй.

Эндээс

$$\chi = -\frac{P_{\text{цах}} - P_{\text{алд}}}{kS} \longrightarrow P_{\text{алд}} = P_{\text{цах}} + k\chi S$$

болно. Хүснэгтээс χ -ийн утгыг орлуулж $P_{\text{алд}}$ олно.

5. Савааны дулаан дамжууллын коэффициентийн дундаж утга, абсолют ба харьцангуй алдааг тооцоолж олно.

Хүснэгт 1: Хэмжилт ба тооцооны хүснэгт

Саваа: $d = 2.5\text{см}$

Хэмжилт							Тооцоо			
N	x (см)	T ($^{\circ}C$)					χ_i	$\langle\chi\rangle$		
		$t = 0$ сек	$t = 150$ сек	$t = 300$ сек	$t = 350$ сек	$t = 400$ сек				
1	1									
2	5									
3	9									
4	13									
5	17									
6	21									
7	25									
8	29									
9	33									
10	37									
11	41									
12	45									
13	49									

Хэмжилт хийсэн он ... сар ... өдөр Гарын үсэг:

Хэмжилтийн алдааг тооцоолох

n -хэмжилтийн тоо, $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$$\chi_i = \frac{P_{Q,i}}{k_i S}$$

$$\text{Арифметик дундаж утга: } \langle\chi\rangle = \frac{\chi_1 + \chi_2 + \chi_3}{n} =$$



Стандарт итгэлт муж: $S_\chi = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\chi_i - \langle \chi \rangle)^2} =$

$p=\dots$ үед Абсолют алдаа: $\Delta\chi = t(n, p) \cdot S_\chi =$

Харьцангуй алдаа: $\varepsilon_\chi = \frac{\Delta\chi}{\langle \chi \rangle} \cdot 100\% =$

Ажлын (тооцоололт ба хамгаалалтын) ерөнхий үнэлгээ/ /