

هدف آزمایش: اندازه گیری ظرفیت گرمایی و پیر مایعات با استفاده از قانون سرمایش نیوتون

کمیت مورد آزمایش:

- تعریف کمیت: مقدار گرمایی که برای تغییر دمای واحد جرم مایع به اندازه یک درجه لازم است

- واحد کمیت: رول بر کیلوگرم کلوین $\frac{J}{kg \cdot K}$

- دیمانسیون: $[C] = L^2 T^{-2} \theta^{-1}$

تئوری آزمایش

مایک نمونه آزمایش مانند روغن را در نظر می گیریم. ابتدا از قانون سرمایش نیوتن که بیان می کند نرخ از دست دادن گرما توسط جسم متناسب با اختلاف دمای آن با دمای محیط است رابطه ی زیر را تعریف می کنیم

$$\frac{dQ}{dt} = hA\Delta T(t)$$

که در آن: $\frac{dQ}{dt}$ نرخ تغییر گرما بر حسب زمان است

h ضریب انتقال حرارت وابسته به لغزشه و حالت جسم (در افتلاف دمای کم اگر مایعیت انتقال حرارت ثابت باشد ثابت است)

A مساحت سطح جسم

$\Delta T(t)$ افتلاف دمای جسم و محیط وابسته به زمان (جسم T - محیط T)

از آنجایی که $dQ = mc dT$ می توان نوشت

$$mc \frac{dT}{dt} = hA\Delta T(t) \rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{hA}{mc} (T_{env} - T(t))$$

که در آن: $\frac{dT}{dt}$ سرعت تغییر دمای جسم بر حسب زمان * توجه شود dT با $\Delta T(t)$ تفاوت بورد

dT تفاوت دمای جسم است
($\Delta T(t)$ تفاوت دمای جسم و محیط است)

با تعریف ثابت سرمایشی $k = \frac{hA}{mc}$ معادله به شکل زیر در می آید

$$\frac{dT}{dt} = k(T_{env} - T(t)) \rightarrow T(t) = T_{env} + (T_0 - T_{env})e^{-kt}$$

که در آن: $T(t)$ دمای سیستم در زمان t * بیان می دارد که هنگام سرد شدن دمای هر جسم به صورت نمایی به دمای محیط میل می کند
 T_0 دمای اولیه در زمان $t=0$

ما رسم نمودار تابع نمایی روابط زیر را تعریف کرده پس خطایابی های لازم را انجام می دهیم

$$Q = mc \Delta T$$

$$\frac{dQ}{dt} = mc \frac{dT}{dt} \quad , \quad \frac{dQ}{dt} = hA(T_{\text{env}} - T_c(t)) \rightarrow mc \frac{dT}{dt} = hA \Delta T(t)$$

باطل معادله به فرمول زیر می رسم

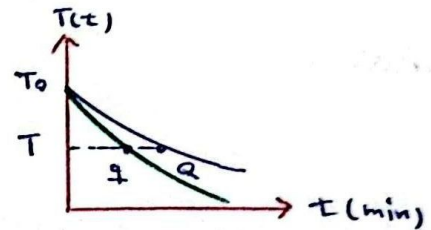
$$mc \ln T = hA t$$

با استفاده از این فرمول برای آب و روغن و در نرخ درستی یکسان $\left(\frac{dQ_w}{dt} = \frac{dQ_o}{dt} \right)$ داریم :

$$\textcircled{1} C_o = \frac{m_w C_w}{m_o} \frac{t_o}{t_w}$$

از طرفی در افتادن دمای یکسان بین محیط و جسم داریم

$$\textcircled{2} m_w C_w \left(\frac{dT}{dt} \right)_w = m_o C_o \left(\frac{dT}{dt} \right)_o$$

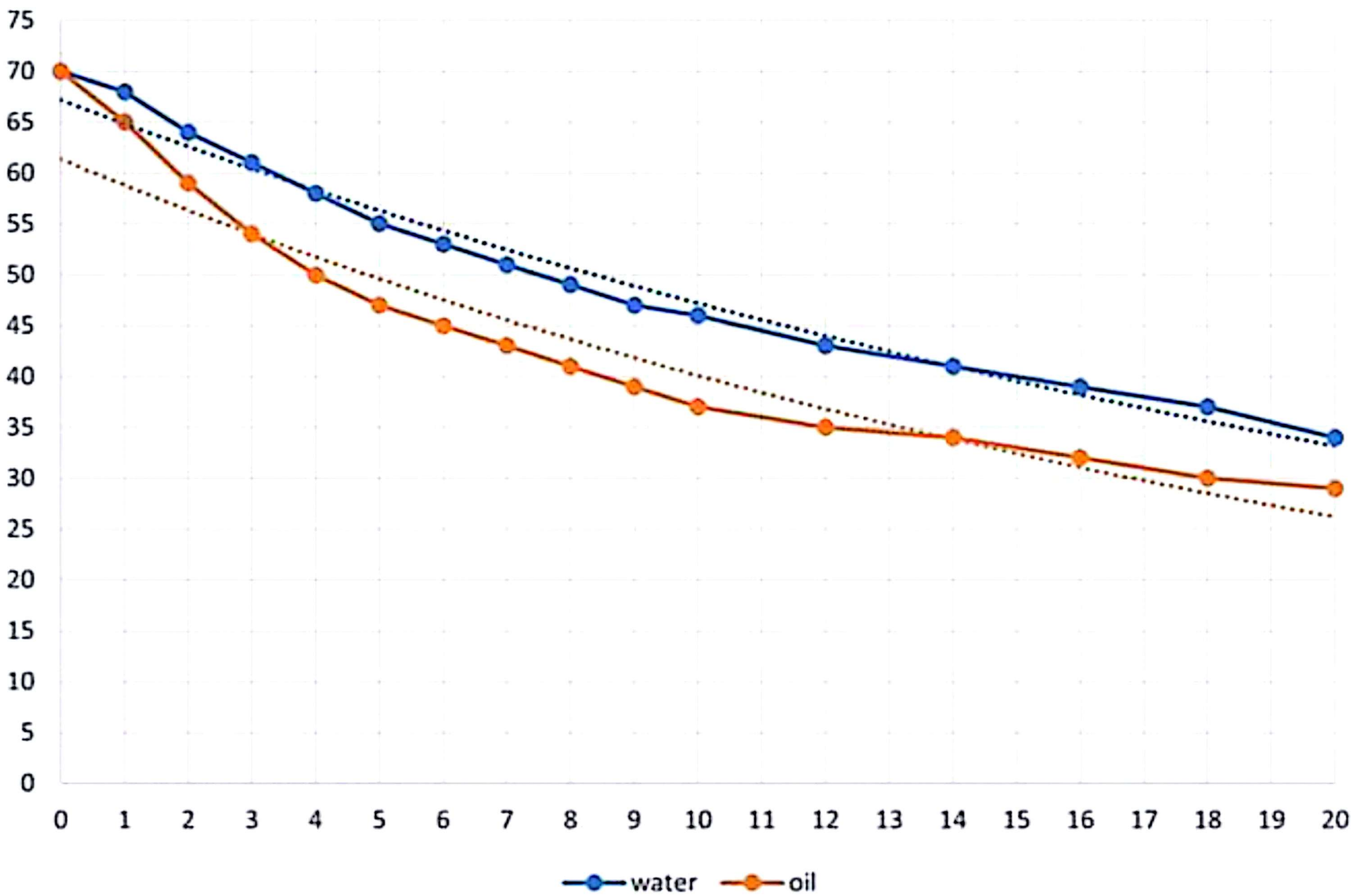


- * توجه شود که نرخ افتان گرمایی نسبت به محیط برای هر دو یکسان است
- * مدت کمتر بودن تب آب به خاطر ظرفیت گرمایی ویژه بالای آن نسبت به روغن است

مراحل انجام آزمایش

برای انجام آزمایش به ما سنج ، لوله آزمایشی مبشر ، روغن و آب ، کرنومتر و چراغ برقی ، نگهدارنده لازم داریم
دو لوله همسان را با حجم های برابر از روغن و آب پر می کنیم (چون تابعی با محیط را در نظر می گیریم باید حجم های برابر برداریم) سپس دو لوله حاوی آب و روغن را با پایه داخل مبشر می گذاریم و مبشر را با آب به اندازه ای پر می کنیم که نسبت به سطح آب و روغن داخل لوله بالاتر باشد سپس به زمان مشخص مثل $t=0$ را در نظر می گیریم تا دمای آب و روغن به T برسد لوله ها را برمی داریم و داخل نگهدارنده می گذاریم و تغییرات دما را هر دقیقه یادداشت می کنیم

* توجه شود که ما سنج با کف یا روبرو ها برخورد نکند .



طبقین نمودار

$$C_0 = \frac{m_w C_w}{m_o} \frac{t_o}{t} \rightarrow C_0 = \frac{15.9 \times 4184}{14.1} \times 0.49 = 2057.68 \text{ J/kg} \cdot K$$

$$m_w C_w \left(\frac{dT}{dt} \right)_Q = m_o C_o \left(\frac{dT}{dt} \right)_T \rightarrow C_o = \frac{15.9 \times 4184}{14.1} \times 0.48 = 2112.63 \text{ J/kg} \cdot K$$

خطایی

$$\Delta x_i = |x_i - x_r| \quad \begin{cases} x_1 = |2057.68 - 2000| = 57.68 \text{ J/kg} \cdot K \\ x_2 = |2112.63 - 2000| = 112.63 \text{ J/kg} \cdot K \end{cases}$$

$$x_r = 2000 \text{ J/kg} \cdot K$$

$$E = \frac{\Delta x_i}{x_r} \quad \begin{cases} E_1 = \frac{\Delta x_1}{x_r} = \frac{57.68}{2000} \approx 0.0288 \\ E_2 = \frac{\Delta x_2}{x_r} = \frac{112.63}{2000} \approx 0.0563 \end{cases}$$

$$\text{درصد خطای نسبی} \quad \begin{cases} \text{برای اولی} & 0.0288 \times 100 = 2.88\% \\ \text{برای دومی} & 0.0563 \times 100 = 5.63\% \end{cases}$$

① عواملی که باعث افزایش پارامتر k ($\frac{hA}{mc}$) می شود چه چیزهایی هستند؟

- ① اگر دمای محیط و حجم تفاوت زیادی داشته باشد ^{باشند} افزایش h می شوند
 ② استفاده مادی رسانا تر از سیس برای افزایش h یا تغییر در شکل هندسی
 ③ قرار دادن مایعات در لایه های نازک تر یا دهانه های بزرگ تر باعث کاهش A می شود
 ④ کاهش c با استفاده از مایعات با c کمتر از آب یا افزودن ناخالصی

⑤ تقریب ها و فرض های استفاده شده در $\frac{mc c_o}{m_w c_w} = \frac{t_w}{t_o} \leftarrow c_o = \frac{m_w c_w}{m_o} \frac{t_o}{t_w}$ استفاده شده

① برابر بودن حجم مایعات در لوله های کاملاً یکسان (زیرا مایعات را در نظر گرفته ایم و می توانیم سطح تماس یکسان داشته باشیم) $h_1 = h_2$ $A_1 = A_2$

② نرخ حرارتی یکسان $\left(\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ_o}{dt} \right)$

③ ثابت بودن دمای محیط که در نتیجه باعث ثابت بودن T می شود $(mc \ln T = hA\tau)$