

Protocolo experimental

26/05/2022

Sérgio Queiroz Ferreira de Sousa PL6

Grupo ⁴ ~~74~~

T1B - Verificação experimental de lei de Newton do aquecimento e estado de solidificação de parafina.

Cuidados e tarefas preparatórias necessárias:

- Organizar a bancada de trabalho de forma a garantir que o sistema de aquecimento não afete o registo adequado dos dados de sua experiência. Para o conseguir, a secção em que se efetua o aquecimento deve estar de um lado da placa de separação de madeira e do outro lado a secção onde se processa/regista o aquecimento dos materiais contidos pelos tubos de ensaio. Essa placa funciona como barreira térmica entre os dois setores.
- Preparar o sistema de aquisição de dados previamente ao aquecimento de água e de parafina.
- Assegurar que o registo da temperatura ambiente é contínuo, assinalando o instante correspondente ao início do seu registo $[0(t)]$, tanto para a água quanto para a parafina.
- Garantir que o sensor incluído dentro do tubo de ensaio se encontra a meio nível.
- Garantir que os tubos de ensaio se encontram distantes pois serão retirados da placa de aquecimento (parafina mesmo bancada, termómetro entre PSC bancada e a bancada de água dispostos horizontalmente com a parafina).

- Cuidado na manuseio dos tubos de ensaio.
 - Preparação prévia dos elementos de registo (Excel e logbook) e leitura do protocolo experimental.
 - Visualização do vídeo disponibilizado pelo docente relativo a 5k d'Pvidel.
 - Registo dos instrumentos de medida utilizados e registo dos seus inventários.
 - Verificar a integridade do material necessário.
- Objetivos.

- Verificação experimental de lei de Newton que rege a variação de temperatura de um corpo em arrefecimento no etnosfera (propriedade e água).
 - Determinação de temperatura de transição de fase líquido/sólido de parafina.
 - Parametrização de experiência, tendo em vista o gosto pelo método dos mínimos quadrados.
 - Introdução à aquisição automática de dados.
- Procedimento experimental.

Fase 0: Material Necessário.

- Suportes, aquecedor de disco com góvelo de vidro, medidor de temperatura, sensores de temperatura, ligação de sensor de temperatura à interface, sensor de temperatura ambiente, interface (sensor/computador), luvas de proteção, placa divisora/bolador, recipiente para transportar água.

Fase 1: Verificação experimental da lei de Newton.

1 - Proceda ao ~~aquecimento~~ aquecimento simultâneo de água e de parafina, cada qual no respetivo suporte.



Figura 1 - Montagem de Aquecimento

* Para tal coloque os tubos de ensaio ~~dentro~~ dentro do gólio por cima da placa de aquecimento sem os lgar.

2 - Registe as alterações observadas durante o aquecimento de parafina.

3 - Aguarde até ser atingida a temperatura máxima de água líquida no tubo de ensaio. (Caso de

4 - Retire o tubo de ensaio do banho de aquecimento, manipulando cuidadosamente o suporte, e coloque este num local de forma a minimizar o calor. Desta modo o tempo térmico devido à temperatura ambiente regista.

5 - Verifique que o rollo está bem colocado e assegure que o sensor não ~~está~~ encosta no tubo de ensaio e se encontra a meio milim.

6 - Registo de dados experimentais usando o software "LoggerPro", providenciado previamente.

→ Temperaturas → "data collection" → "Mode" → "sampling"

↳ Escolhendo o modo "collect" no menu principal, procede imediatamente ao registo de dados (dt) durante o amolecimento de aço, em intervalos de tempo o mais curtos possível (perto de 10 s). Mantém ambos os sensores ligados e o registo de dados até ao fim do registo dos valores de experiência de perafine.

↳ STOP → File → export → data.

↳ Formatar ficheiro obtido no Word e abrir com Excel

Fase 2: estudo da fenómeno fusão - solidificação

1 - No caso de perafine, devemos esperar até o mesmo estar "transparente" (fundido) → temperatura máxima atingida. Neste caso o registo deve ser feito manualmente, recorrendo a um cronómetro.

2 - Transfere para um local aquecido - temperatura ambiente dentro do regulador (25°C) e começar de imediato o registo dos valores de temperatura e tempo em intervalos de tempo semelhantes ao do export file (1 a 10 s) até aos 45°C .

30/05
J. M. P.

11/15 30/05 1 data

Placa de aquecimento ligada aos 2,833 min

observações de aula:

30/05
Doutor
H. O. Pereira

- Tornou-se transparente com resíduos depositados no fundo

- A perafine em sólido e estagnou e mas foi gradualmente se tornou ~~em~~ líquido e transparente

Análise de dados

06/06/2022

Devido a problemas técnicos no registro dos dados de temperatura de água e de temperatura ambiente, o computador reiniciou de forma inesperada e os dados foram perdidos.

Foram usados os valores do grupo 7 de PL6 por indicação do docente.

De acordo com os dados obtidos no Logger, foram selecionados e colocados todos os dados num ficheiro Excel e distribuídos no ~~Excel~~ ^{Excel} tabelo com os seguintes parâmetros: o Tempo (min e segundos), Temperatura (T) e Temperatura ambiente (T_a), $T - T_a$, $\ln(T - T_a)$ [para futura referência].

De acordo com estes dados foram construídos os seguintes gráficos.

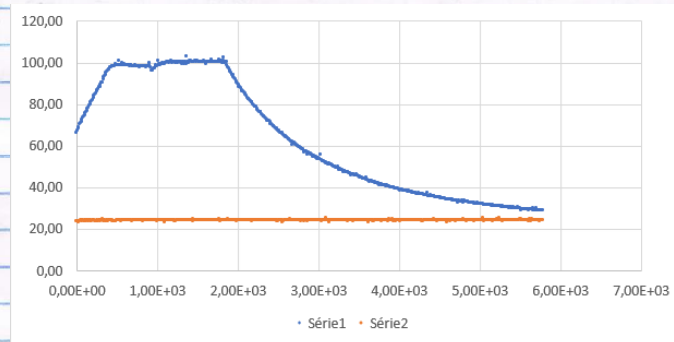


Figura 1 - gráfico de Temperatura de água em função do tempo.

Observando o gráfico de figura 1 e de acordo com o que nos foi dito pelo grupo 7, podemos perceber que existe um súbito decréscimo de temperatura de água perto dos 4000 s. Este fenómeno é explicado ~~porque~~ ^{porque} porque o grupo 7 não se apercebeu que não possuía a manta que cobria o globe. Consequentemente, ~~então~~ ^{então} desligaram a placa de aquecimento e isolaram-no, o que gerou o decréscimo de temperatura.

- Podemos observar que a temperatura ambiente variou ~~em torno de~~ ligeiramente em torno de sua temperatura média $\theta_a (\text{média}) = 24,1051^\circ\text{C}$, calculada usando os valores registados durante o aquecimento do água, em $t = 1860 \text{ s}$ até $t = 5779 \text{ s}$, obtendo 393 valores.

A incerteza de θ_a foi calculada usando a incerteza na média

$$u(\theta_{\text{média}}) = \frac{\sigma_{\theta}}{\sqrt{393}} \approx 0,0105^\circ\text{C} \text{ logo } \theta_m = (24,1051 \pm 0,0105)^\circ\text{C}$$

De seguida podemos obter uma linearização para os valores de temperatura em função do tempo, subtraindo os valores de temperatura aos valores de temperatura ambiente. Deste modo, de forma a determinar a linearização da temperatura temos que

$$\theta(t) = \theta_c + (\theta_i - \theta_c) e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{com } \tau = -\frac{1}{\text{slope do gráfico de figura 2}}$$

Linearização utilizada:

$$\ln(\theta - \theta_a)(t)$$

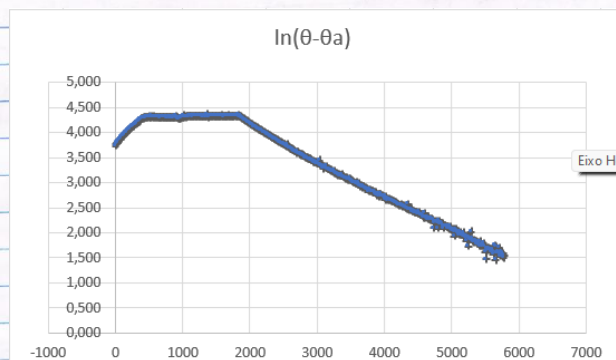


Figura 3 - Retecção $\ln(\theta - \theta_a)$ pelo o gráfico de figura 2

➔ Neste gráfico podemos perceber que a partir do início do crescimento ($t = 1860$ s) a água é aproximadamente linear.

No entanto, de modo a reduzir o erro na linearização dos ~~resultados~~ resultados foram escolhidos os valores no intervalo de 3000 - 4000 (s).

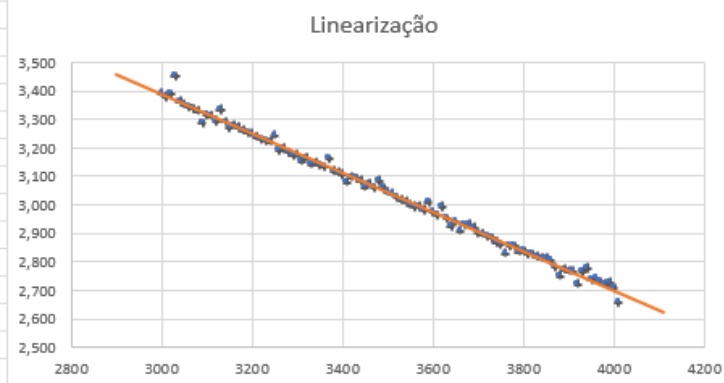


Figure 4 - Linearização do gráfico da Figure 2 entre os valores $t = 3000$ e $t = 4000$.

Parâmetros de Ajuste			
m	-0,000687952	5,452380574	b
u(m)	5,47721E-06	0,019265239	u(b)
r ²	0,993701199	0,016287263	sy

Figure 5 - Parâmetros de ajuste do gráfico da Figure 4

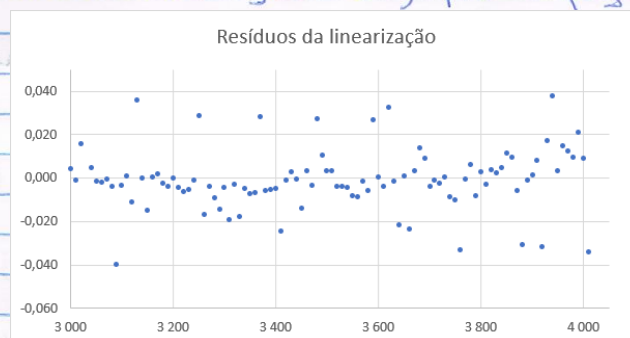


Figure 6 - Gráfico de resíduos do gráfico da Figure 4

Podemos ver que nestas aplicações obtivemos valores aceitáveis para χ^2 e χ^2 resíduos aleatórios. Isto mostra que a linearização foi correta.

temos que:

$$y = -6,87 \times 10^{-5} x + 5,45 \text{ (S.T.)}$$

Logo; como $\chi = -\frac{1}{m}$

$$\chi = -\frac{1}{m} = \frac{1}{6,87 \times 10^{-5}} = 1455,60 \text{ s.}$$

$$\mu(y) = \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial m}\right)^2 \mu(m)^2} = \frac{1}{m^2} \mu(m) \approx 4,71 \text{ s.}$$

$$\chi = (1455,60 \pm 4,71) \text{ s.}$$

Para de modo a calcular as barras de incerteza dos gráficos de figura 3.24:

$$\mu(\ln(\theta - \theta_0)) = \sqrt{\left(\frac{\partial \ln(\theta - \theta_0)}{\partial \theta} \mu(\theta)\right)^2 + \left(\frac{\partial \ln(\theta - \theta_0)}{\partial \theta_0} \mu(\theta_0)\right)^2}$$

com as seguintes regras, isto é:

É de notar que não é possível observar os gráficos com barras de incerteza.

De seguida pretendíamos obter esta regressão linear de $\ln(\theta - \theta_0)$, mas representada como uma regressão exponencial em $\theta(t)$. Fazemos assim:

$$e^{\left(\ln(\theta - \theta_0) - \frac{t}{\chi}\right)} = \theta - \ln(\theta - \theta_0) e^{-\frac{t}{\chi}} = (\theta - \theta_0) e^{-\frac{t}{\chi}}$$

Somamos θ_0 a todos os valores utilizando os pontos obtidos, temos o gráfico seguinte.

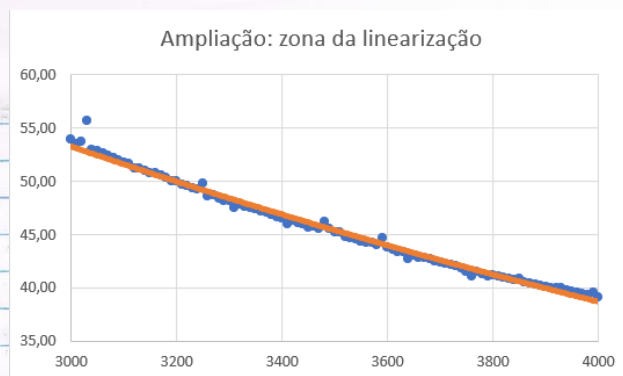


Figure 2 - Regressão exponencial de $\theta(t)$.

Fase 2: Parafina.

~~Relação para a temperatura ambiente, não foi possível obter~~

Como referido anteriormente, ~~os~~ pendemos os valores para a temperatura ambiente e para a temperatura ~~da~~ de água. Porém foi possível obter dados para o aquecimento da parafina, através da filmagem efetuada durante o processo de aquecimento. Deste modo obtivemos o gráfico 6:

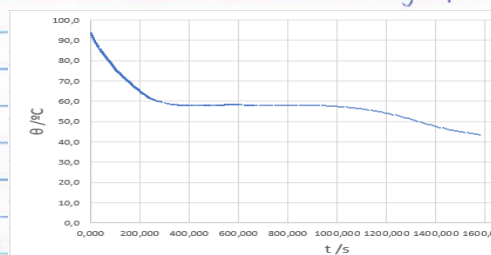


Figure 6 - Gráfico de $\theta(t)$ para o aquecimento obtido pelo nosso grupo.

Este gráfico possui a forma esperada, uma secção de temperatura constante em que ocorre a mudança de estado físico.

obtivemos um valor médio de temperatura de parafina $\theta_p = 157,265 \pm 0,1010^\circ\text{C}$.

Para valores de referência da parafina, consultamos o seguinte link: nchem.org/documents/psc/psc/ps1957.htm, consultado em 19:58, 8/6/2021. Estes valores correspondem a 50°C - 57°C , o que correspondem aos valores de 1,52% e 15,73%.

É de se notar que estes valores de referência correspondem para valores puros de parafina. Como notado, havia impurezas no parafina após o aquecimento da parafina. Assim, estes dados podem estar associados a essas impurezas.

Como o objetivo é necessário o valor de temperatura ambiente para estudar o comportamento da parafina, usamos os valores obtidos pelo grupo 7 e nesta experiência. Com os dados fornecidos foi possível obter o seguinte gráfico.

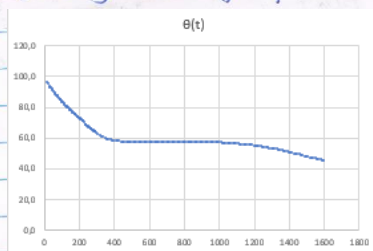


Figure 9 - Gráfico da temperatura em função do tempo para os valores obtidos pelo grupo 7.

Este gráfico também possui o formato esperado e calculando de forma semelhante a anterior:

$$\text{Ref } \theta_p = 157,200 \pm 0,0097^\circ\text{C}$$

Utilizando a mesma fonte já utilizada anteriormente,

Figura 10 - Gráfico de $\ln(\theta - \theta_a)$ em função de t .
entre os 0,35% e os 14,4%.

Tal como no aquecimento de água, fizemos a linearização dos valores de $\theta - \theta_a$ $\rightarrow \ln(\theta - \theta_a)$ e
obteve-se o seguinte gráfico.

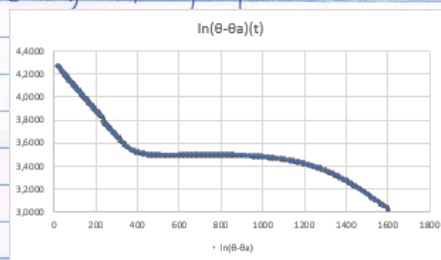


Gráfico Figure 10 - Plotagem $\ln(\theta - \theta_a)$ em função de t para o aquecimento de perfume do grupo 2.

Como esperado a primeira secção do gráfico de Figure 10 é linear, corresponde ao aquecimento. e por isso efectuamos a ampliação do gráfico de Figure 10

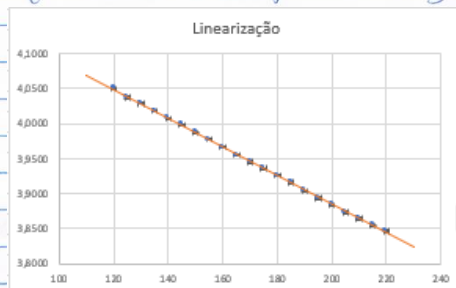


Figure 11 - Ampliação do gráfico $\ln(\theta - \theta_a)(t)$

Parâmetros de ajuste			
m	-0,002052	4,29500234	b
u(m)	6,963E-06	0,00120236	u(b)
r2	0,9997813	0,0009661	sy

Figure 12 - Parâmetros de ajuste do gráfico de Figure 11.

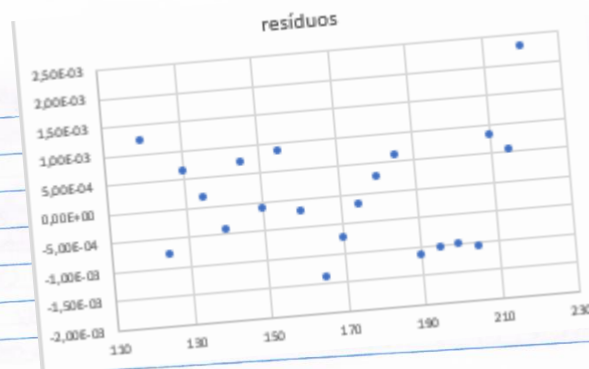


Figure 13 - Gráfico de resíduos do gráfico de figura 11
 é de se notar que foi ~~calculado~~ calculado as horas
 de inerte do gráfico de figura 11 porém não são
 visíveis.

Para obter a regressão exponencial adicionaram-se
 os valores de temperatura ambiente e foi construído
 o gráfico seguinte.

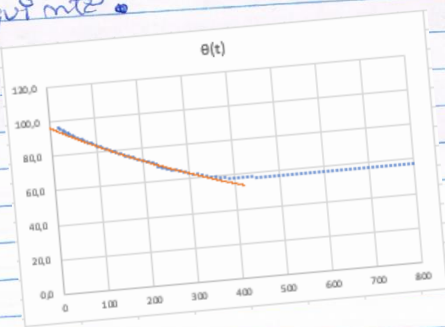


Figure 14 - regressão exponencial do gráfico de figura 11

Facilmente é perceptível que os gráficos têm traços
 semelhantes o que concluímos que foi uma boa
 opção de linearização

Assim, por o anepimento obtivemos os seguintes valores.

$$y = -0,00205x + 4,29500$$

$$\text{Logo } x = -\frac{1}{m} = 487,805$$

$$u(x) = \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial m} u(m)\right)^2} = \frac{1}{m^2} u(m) = 1,657 \Delta$$

$$\text{Logo } x = (487,805 \pm 1,657) \Delta$$

Podemos ainda ver que $b = \ln(\theta_i - \theta_a)$
 $\theta_i = 97,54^\circ\text{C} \rightarrow 1,9\% (95,7^\circ\text{C})$

Conclusão:

Obtivemos valores aceitáveis por o anepimento de
éger e de prepfine.

