Física Experimental I - Prova 2

Prof. Marco Polo

04 de outubro de 2023

Início: 14:00 - duração: 2:30 horas

Só serão consideradas as respostas que forem devidamente justificadas.

Questão 01: Decaimento de estados eletrônicos

Considere um experimento hipotético onde um físico está medindo a quantidade de átomos de césio cujos elétrons da camada mais externa estão decaindo do estado excitado $6P_{3/2}$ para o estado fundamental $6S_{1/2}$. No instante $t = 0$, há 100% do átomos no estado excitado, que vão decaindo para o estado fundamental com o tempo. A tabela abaixo mostra a quantidade de átomos no estado excitado em função do tempo.

Tempo (ns)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Átomos (%)	100	81	70	55	51	42	37	33	23	22	16	16	13	11	9,2	7,5

Tempo (ns)	80	85	90	95	100
Átomos (%)	6,0	5,2	4,5	3,8	3,4

(a) **(2,5)** Usando o papel milimetrado, faça o gráfico da quantidade de átomos no estado excitado em função do tempo.

(b) **(2,5)** Faça o mesmo gráfico no papel mono-log. Trace a reta que melhor se ajusta aos pontos.

(c) **(2,0)** Suponha que os átomos decaem para o estado fundamental segundo a equação $N(t) = N_0 e^{-t/\tau}$, onde $N(t)$ e N_0 são as quantidades de átomos no estado excitado no instante t e no instante $t = 0$. Calcule τ, o "tempo de vida" do estado, a partir da inclinação da reta do item anterior.

Questão 02: (3,0) Lei dos gases ideais

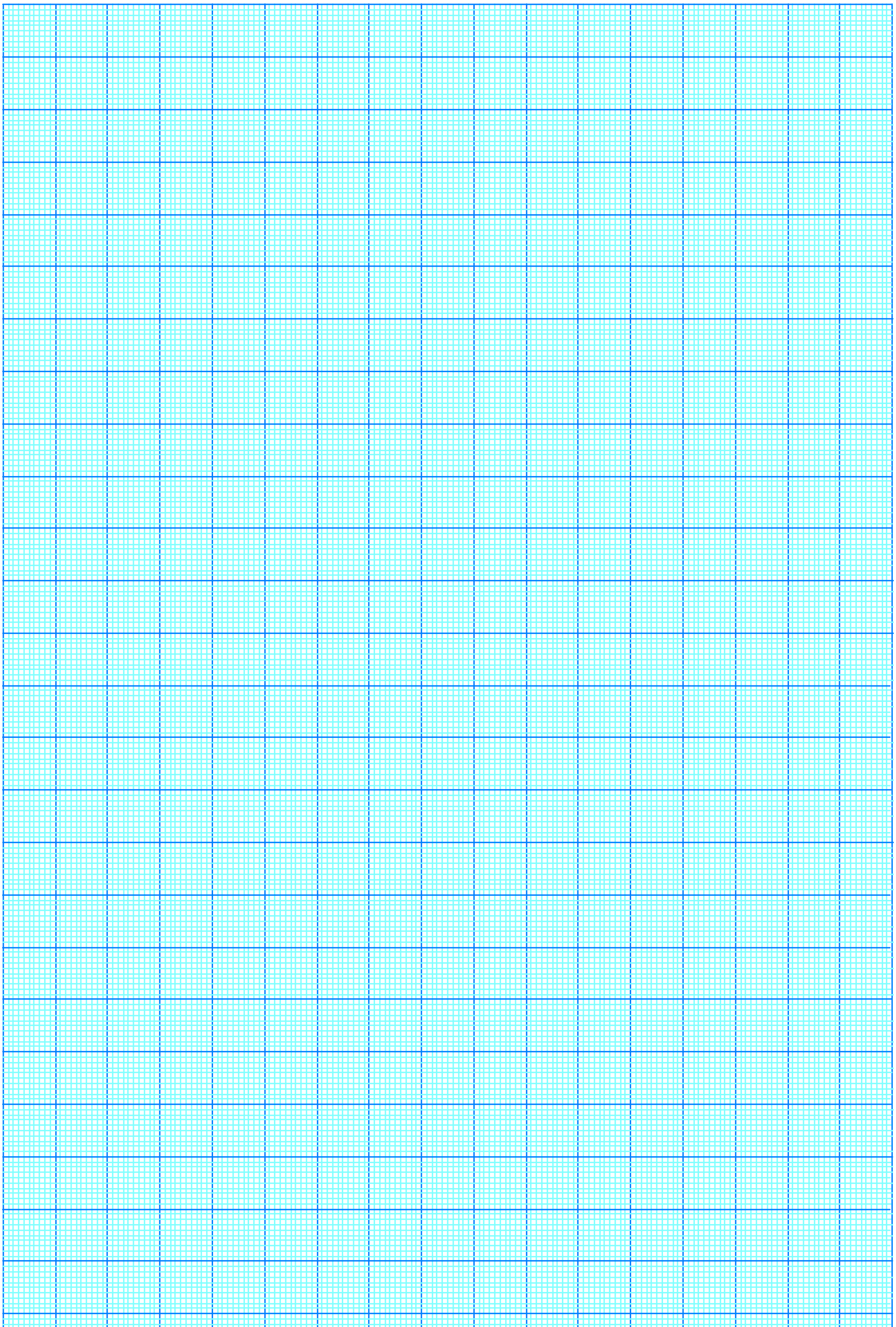
No experimento realizado na prática 5 foi possível estimar um valor para a constante de Boltzmann k_B a partir da medida da pressão do ar contido em um recipiente acoplado a um manômetro. Refaça o cálculo da constante de Boltzmann considerando as seguintes medidas:

- Temperatura do ar: $T = 300$ K
- Volume do recipiente: $V = 12 \pm 1$ mL
- Pressão do ar: $P = 2,5 \pm 0,1$ kgf/cm^2.

Considere, assim como foi feito na prática 5, que o número de moléculas de nitrogênio no recipiente, o gás mais abundante da atmosfera terrestre, é dado por $N = 7,5 \times 10^{20}$. Obtenha o valor da constante de Boltzmann no formato $k_B \pm \Delta k_B$ e, para simplificar, ignore as incertezas em N e em T.

Dado:

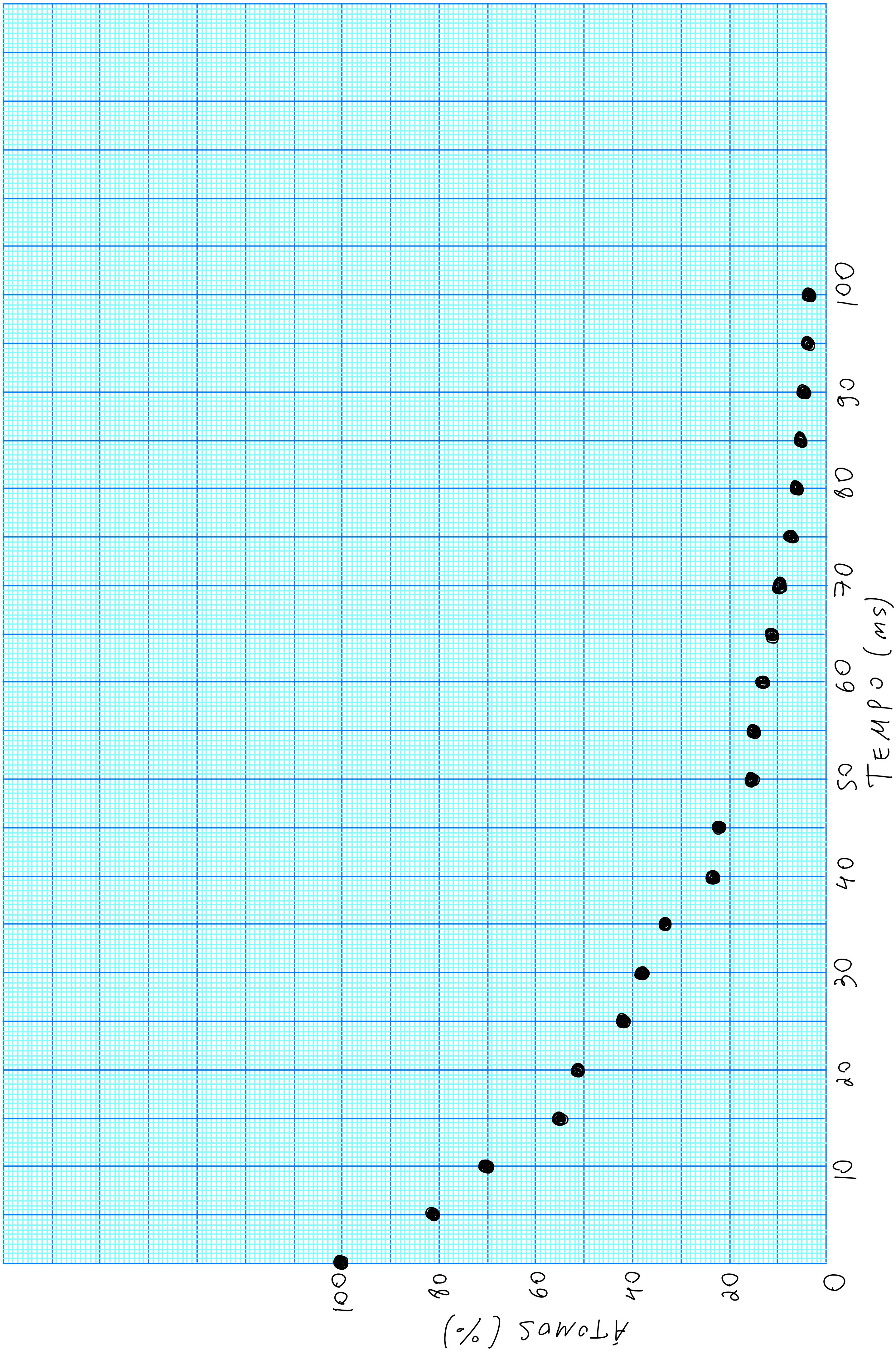
- 1 kgf/cm^2 = 98066, 52 N/m^2.



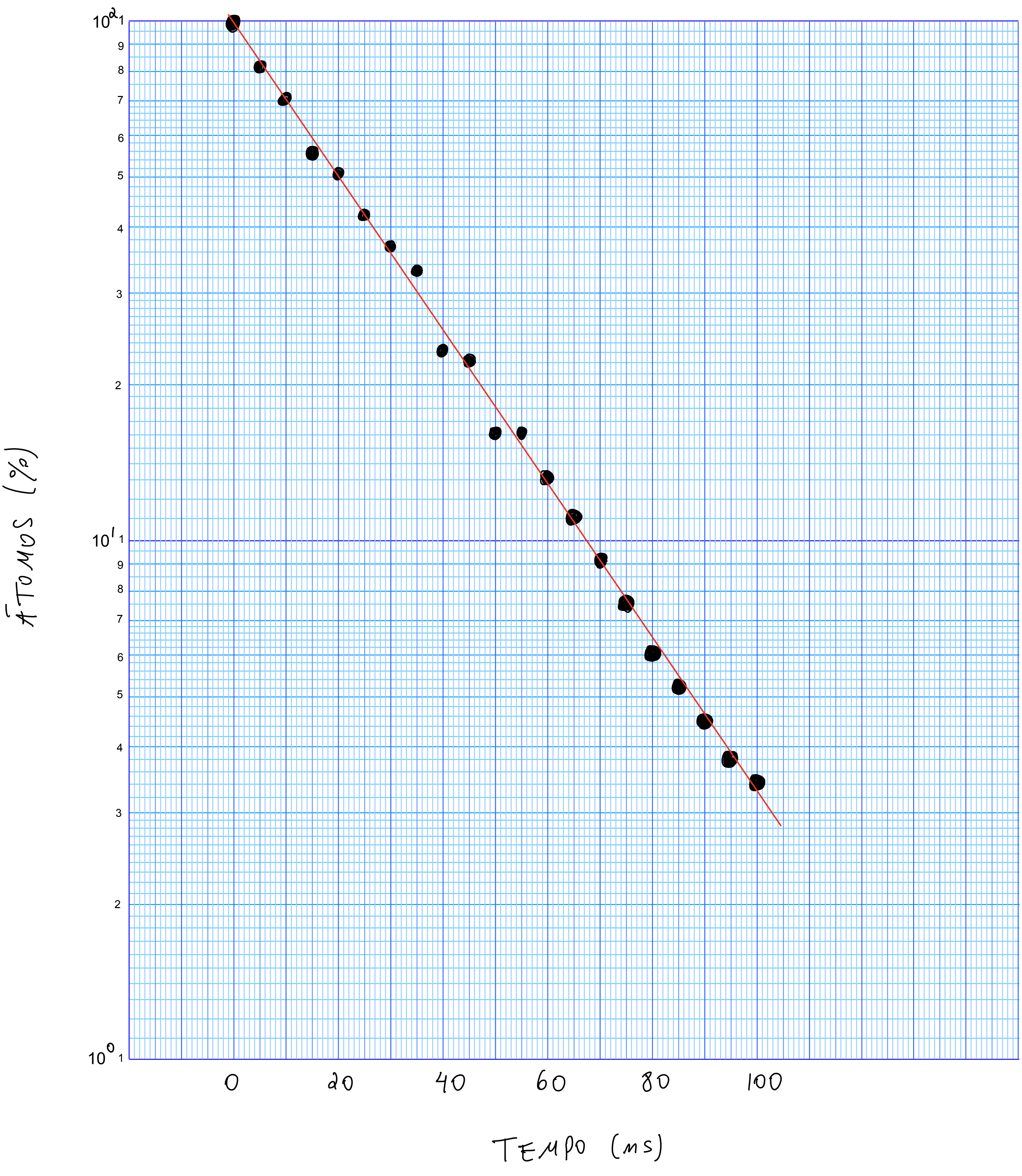
10 1
9
8
7
6
5
4
3
2
10 1
9
8
7
6
5
4
3
2
10 1

1 - A)

GABARITO



1 - B)



1 - c) $N = N_0 e^{-t/\tau}$

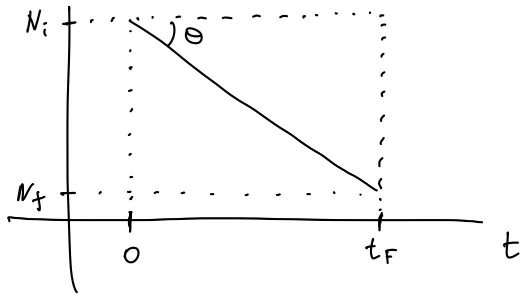
$$\log N = \log N_0 + \log e^{-t/\tau}$$
$$= \log N_0 - \frac{t}{\tau} \underbrace{\log e}_{0,434}$$

$$\log N = \log N_0 - 0{,}434 \frac{t}{\tau}$$

$$Y = Y_0 - 0{,}434 \frac{t}{\tau}$$

$$\text{INCLINAÇÃO} = -\frac{0{,}434}{\tau} \Rightarrow$$

$$\tau = \frac{-0{,}434}{\text{INCLINAÇÃO}}$$



$$\operatorname{tg}\theta = \frac{\log N_f - \log N_i}{t_F - 0}$$
$$= \frac{\log 2{,}8 - \log 100}{105 - 0}$$
$$\simeq -0{,}0148$$

$\Rightarrow$ INCLINAÇÃO $= -0{,}0148$

$$\Rightarrow \tau = \frac{-0{,}434}{-0{,}0148}$$

$$\boxed{\tau = 29{,}3 \ ms}$$

2 - $PV = N k_B T$

$$K_B = \frac{PV}{NT}$$

$$K_B = k_B(P, V)$$
$$\Delta K_B = \left|\frac{\partial k_B}{\partial P}\right| \Delta P + \left|\frac{\partial k_B}{\partial V}\right| \Delta V$$
$$\Delta k_B = \frac{V}{NT} \Delta P + \frac{P}{NT} \Delta V$$

$$V = 12 \ mL = 12 \cdot 10^{-6} \ m^3$$
$$P = 2{,}5 \ kgf/cm^2 = 245166{,}3 \ N/m^2$$
$$T = 300 \ K$$
$$N = 7{,}5 \cdot 10^{20}$$
$$\Delta V = 1 \ mL = 10^{-6} \ m^3$$
$$\Delta P = 0{,}1 \ kgf/cm^2 = 9806{,}652 \ N/m^2$$

$$\Rightarrow \Delta k_B \simeq 1{,}612 \cdot 10^{-24} \ J/K$$
$$\Delta k_B = 0{,}2 \cdot 10^{-23} \ J/K$$

$$k_B \simeq 1{,}308 \cdot 10^{-23} \ J/K$$

$$\Rightarrow \boxed{k_B = (1{,}3 \pm 0{,}2) \cdot 10^{-23} \ J/K}$$