

Um paraquedista comprou um novo macacão super aerodinâmico (para minimizar os efeitos da força de resistência do ar) e quer saber se está funcionando bem. Para isso, usou um dispositivo baseado em GPS, capaz de medir a velocidade de queda a cada 2 s. Ele acionou o dispositivo ainda dentro do avião e efetuou um salto em seguida, fazendo 4 medidas de sua velocidade antes de abrir o paraquedas. Os dados estão na tabela abaixo.

t_R (s)	t (s)	v (m/s)	v (Km/h)
0,0		11,9	43,8
2,0		29,2	105
4,0		46,6	168
6,0		63,9	230

Em uma folha de papel normal coloque as respostas aos itens a) e d) abaixo. Corte a folha de papel milimetrado ao meio para que ela fique com ~ 21 x 15 cm. Você vai usar apenas metade dela! Os itens b) e c) (inclusive as contas) devem ser feitos diretamente na folha cortada de papel milimetrado. Não é preciso identificar a questão nem o aluno. NÃO copie a questão nem os itens! Quando terminar de responder você deve entrar no Whatsapp, na conversa pessoal comigo - (16)99262-5268, acionar a câmera do Whatsapp e mandar uma foto de cada papel com as respostas (bem focalizadas e bem de perto, para que seja possível ler o que você escreveu e ver bem o gráfico e as contas. Evite tirar foto na sombra do celular. Se possível tire a foto em um ambiente bem iluminado ou use o flash. Verifique se a foto ficou boa antes de enviar... se não ficou, jogue fora e tire outra.

t_0 é o tempo em segundos formado pelos 2 últimos algarismos do seu número USP invertidos e divididos por 10. Exemplo: Se o seu num. USP é 1234567, seu $t_0 = 7,6$ s.

a) Qual é seu número USP? Complete em sua folha de resposta a coluna que está faltando na tabela, com o tempo absoluto das medidas da seguinte forma: $t = t_R + t_0$.
Não copie as outras colunas da tabela.

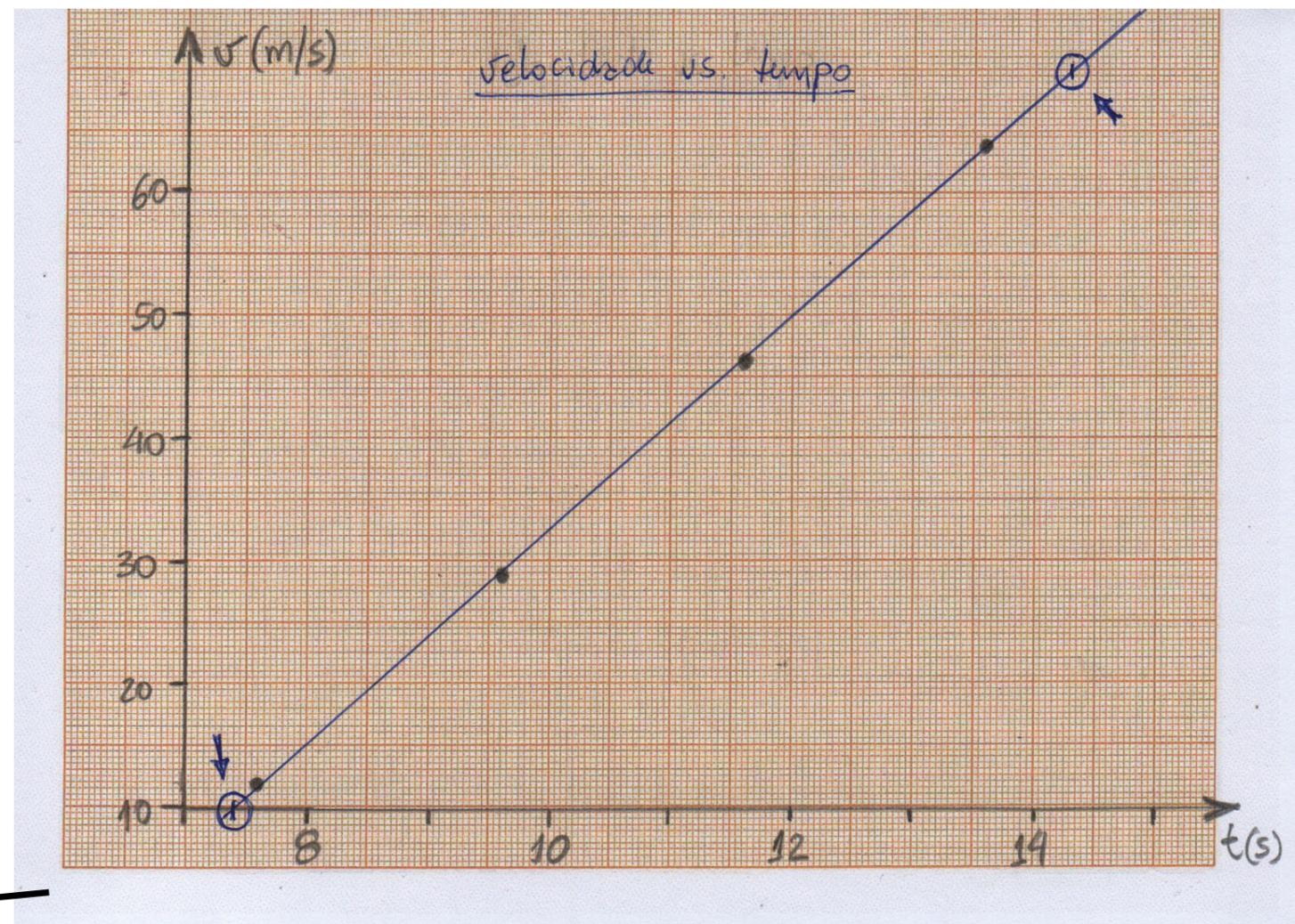
b) Considere que a queda ocorra de acordo com a equação $v(t) = v_0 + a \cdot t$. Use meia folha de papel milimetrado para fazer um gráfico de v versus t , com os 4 pontos de sua tabela. Obs: como o dispositivo foi acionado dentro do avião, antes do início do salto, não faz sentido começar o seu gráfico no ponto (0,0). Use as escalas que permitam ocupar o máximo da área do papel com os 4 pontos sem incluir o (0,0).

c) Ajuste manualmente uma reta aos dados, usando uma régua. A partir desta reta, obtenha o valor da aceleração a do paraquedista, desconsiderando a incerteza.

d) Considere que uma parte de um salto de paraquedas pode ser chamada de queda livre se a aceleração a do paraquedista tenha um valor no máximo 5% menor que a aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$). O macacão super aerodinâmico está funcionando? Discuta.

++ QUESTÃO 3 – SOLUÇÃO ESQUEMÁTICA

a), b) Apenas a escala x do gráfico vai mudar conforme a constante somada que vem do #USP. O coeficiente angular não se altera pois no denominador aparece a diferença entre as coordenadas x dos dois pontos considerados, e a constante adicionada vai ser subtraída dela mesma, desaparecendo. O importante aqui é fazer o gráfico corretamente! Velocidade versus tempo significa V no eixo Y e tempo no eixo X e não o contrário... Veja o gráfico abaixo feito para o #USP dado como exemplo.



O que este gráfico tem de correto:

- título; eixos desenhados com régua; unidades colocadas nos eixos; usa quase toda a área útil da 1/2 folha; a escala foi feita com múltiplos de números adequados (em x: 10mm = 0,5 segundo; em y: 10mm = 5 m/s → ambas com múltiplos de 5. Múltiplos de 2, 4 estariam OK, mas **nunca** use 3, 7...); a reta desenhada se ajusta bem aos pontos; foram escolhidos dois pontos da reta para calcular o coeficiente angular que são bem distantes entre si, não são pontos da tabela de dados e foram marcados claramente no gráfico com setas e símbolo diferentes dos pontos experimentais; **não** foram desenhadas retas auxiliares nos valores dos pontos, **não** foram colocados os valores dos pontos ao longo dos eixos.

c) Pontos escolhidos, conforme as setas indicadas no gráfico: (7,4; 10) e (14,3 ; 70). $a = (70 - 10) \text{ ms}^{-1} / (14,3 - 7,4) \text{ s} = 8,6957 \text{ m/s}^2 \sim 8,7 \text{ m/s}^2$. Todos devem ter obtido um valor dessa ordem, pelos mínimos quadrados dá $g = 8,67 \text{ m/s}^2$.

d) Para ser considerado movimento em queda livre nesta questão deveríamos comparar com um intervalo de g cujo extremo inferior é 95% de $9,81 \text{ m/s}^2$, que é $\sim 9,32 \text{ m/s}^2$. O valor obtido de $8,7 \text{ m/s}^2$ está abaixo disso e fora do intervalo. Então, podemos concluir que o macacão não está sendo tão super aerodinâmico assim...