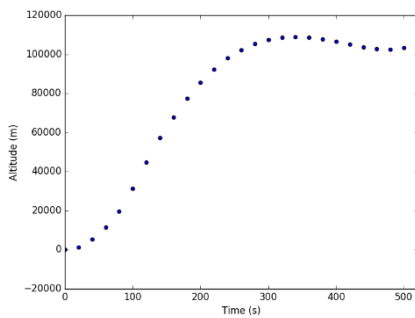


Gabarito para os dados do ônibus espacial STS-120

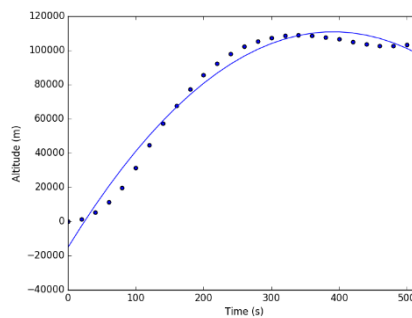
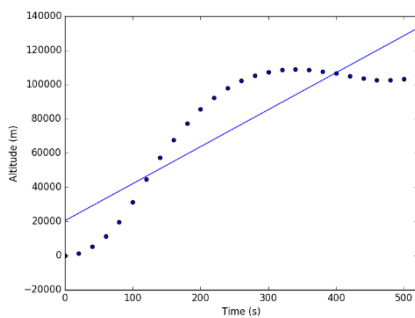
A. Use os dados da tabela sts120.csv para responder as questões abaixo.

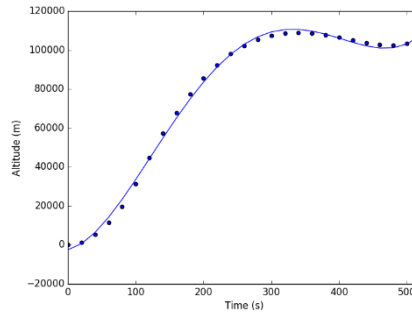
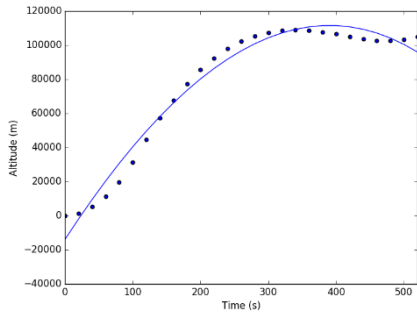
| Time (s) | Altitude (m) | Velocity (m/s) | Acceleration (m/s ²) |
|----------|--------------|----------------|----------------------------------|
| 0 | -8 | 0 | 2.45 |
| 20 | 1240 | 130 | 18.6 |
| 40 | 5277 | 295 | 16.37 |
| 60 | 11497 | 430 | 19.4 |
| 80 | 19802 | 680 | 24.5 |
| 100 | 31382 | 1020 | 24 |
| 120 | 44706 | 1282 | 8.7 |
| 140 | 57336 | 1365 | 9.69 |
| 160 | 67813 | 1489 | 10.18 |
| 180 | 77425 | 1633 | 10.68 |
| 200 | 85632 | 1799 | 11.16 |
| 220 | 92405 | 1985 | 11.86 |
| 240 | 97999 | 2190 | 12.43 |
| 260 | 102289 | 2416 | 13.23 |
| 280 | 105311 | 2650 | 13.92 |
| 300 | 107439 | 2914 | 14.89 |
| 320 | 108610 | 3202 | 15.96 |
| 340 | 108940 | 3515 | 17.15 |
| 360 | 108540 | 3860 | 18.61 |
| 380 | 107680 | 4214 | 20.28 |
| 400 | 106530 | 4630 | 22.33 |
| 420 | 105140 | 5091 | 24.88 |
| 440 | 103770 | 5611 | 28.03 |
| 460 | 102792 | 6182 | 29 |
| 480 | 102537 | 6760 | 29.3 |
| 500 | 103282 | 7322 | 29 |
| 520 | 105054 | 7581 | 0.1 |

i. Crie um gráfico de dispersão da altitude do ônibus espacial com relação ao tempo.



ii. Use a regressão linear do programa `shuttle_ascent_model_v101.py` para determinar que tipo de função melhor se ajusta aos dados experimentais (linear, quadrática, cúbica, ou a quarta potência).





Melhor função: a quarta potência.

B. Escreva a função descrevendo a altitude (y) do ônibus espacial em função do tempo (t). Use a função obtida por regressão linear usando o programa *shuttle_ascent_model_v101.py*.

$$y(t) = 1,405 \cdot 10^{-5} t^4 - 0,01482 t^3 + 4,163 t^2 + 78,23 t - 2486$$

C. Determine a primeira derivada da função descrevendo a altitude (y) do ônibus espacial em função do tempo (t). Qual grandeza física representa esta primeira derivada?

$$dy/dt = 5,62 \cdot 10^{-5} t^3 - 0,04446 t^2 + 8,326 t + 78,23$$

Grandeza física representada por dy/dt = velocidade

D. Calcule os pontos de inflexão da função descrevendo a altitude (y) do ônibus espacial em função do tempo (t). Você precisa calcular a segunda derivada de y com relação ao tempo e igualar o resultado a zero. Qual grandeza física representa esta segunda derivada?

$$d^2y/dt^2 = 16,86 \cdot 10^{-5} t^2 - 0,08892 t + 8,326$$

$$t_1 = 121,73 \text{ s}$$

$$t_2 = 405,67 \text{ s}$$

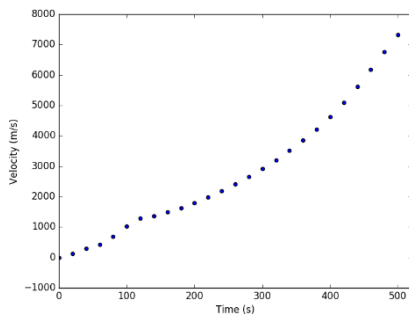
Grandeza física representada por d^2y/dt^2 = aceleração

E. Analise a função altitude no intervalo [0,160]. O que acontece com o ônibus espacial quando a concavidade muda?

Resposta: Aproximadamente aos 120 s os foguetes de combustível sólido se separam do ônibus espacial.

F. Responda as questões baseadas nos dados da tabela sts120.csv.

i. Faça um gráfico de dispersão da velocidade do ônibus espacial com relação ao tempo.



ii. Explique o que ocorre com a velocidade do ônibus espacial no intervalo de tempo [0,520]

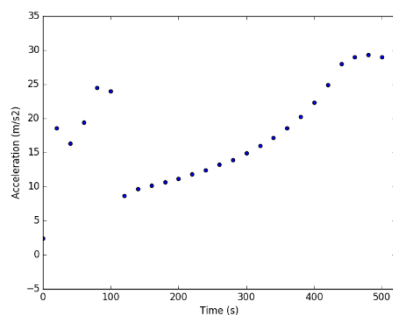
Resposta: No intervalo de [0,120] a velocidade está aumentando. A velocidade continua aumentando de forma aproximadamente quadrática até chegar ao tempo de 500 s. A partir dos 500 s ela aparenta ficar constante.

iii. Determine a equação de regressão para velocidade em função do tempo.

$$v = 5,273 \cdot 10^{-5} t^3 - 0,01973 t^2 + 11,21 t - 55,74$$

G. Responda as questões baseadas nos dados da sts120.csv.

i. Faça um gráfico de dispersão da aceleração do ônibus espacial com relação ao tempo.



ii. Identifique no gráfico onde ocorre a separação dos foguetes de combustível sólido.

Resposta: A separação ocorre aproximadamente aos 120 s. Pelo gráfico vemos que a aceleração cai de forma abrupta aos 120 s e então passa a aumentar suavemente.

iii. O que acontece com a aceleração no intervalo [480, 500] e porquê?

Resposta: A aceleração do ônibus espacial está no seu máximo.

iv. Por que a aceleração cai bruscamente no intervalo [500, 520]?

Resposta: Ocorre a parada dos motores foguete (Main Engine Cut-Off (MECO))