

H4: Mekanik  
**2.b Fysik A**

Kevin Zhou

September 2023

# CHAPTER 1

## DEN ELEKTRISKE RACERBIL TC-X

### Opgave 1

Elbilen TC-X er en danskbygget racerbil. Bilen er bygget til at accelerere lynhurtigt på en kort strækning. I august 2017 slog den rekorden som verdens hurtigste eldrevne bil. Under rekordforsøget tilbagelagde elbilen TC-X afstanden 201,17 m på 4,897 s.

- a. Bestem elbilens gennemsnitlige fart under rekordforsøget.

#### Løsning:

Den gennemsnitlige fart for elbilen er blot strækningen over tiden.

$$fart_{bil} = \frac{s}{t} = \frac{201,17 \text{ m}}{4,897 \text{ s}} \approx 41,08 \text{ m/s}$$

Altså er bilens gennemsnitlige fart 41,08 m/s

### Opgave 2

Under rekordforsøget accelererede elbilen TC-X fra hvile til farten 100 km/h med en gennemsnitlig acceleration med størrelsen 25,3 m/s<sup>2</sup>

- b. Hvor lang tid ville det tage elbilen TC-X at opnå farten 100 km/h, hvis dens acceleration havde haft den nævnte værdi siden start? ("0-100 på ? sekunder")

#### Løsning:

Accelerationen i dette tilfælde er ment som ændringen af farten. Vi kan da regne tiden ud.

$$\begin{aligned} t &= \frac{fart}{a} = \frac{100 \text{ km/h}}{25,3 \text{ m/s}^2} \\ &= \frac{\frac{100}{3,6} \text{ m/s}}{25,3 \text{ m/s}^2} \\ &\approx 1,10 \text{ s} \end{aligned}$$

Altså tager det TC-X 1,10 s at opnå farten 100 km/h.

## Opgave 3

Kort efter starten af rekordforsøget målte man bilens fart. Tabellen viser bilens fart  $v$  som funktion af tiden  $t$  efter start.

tid/s	0,700	0,800	0,900	1,00	1,10	1,20	1,30
fart/(m/s)	20,2	22,3	24,3	26,1	27,8	29,4	30,9

- c. Bestem ved hjælp af tabellens data (uden at tegne en graf) størrelsen af bilens acceleration 0,800 s efter start.

**Løsning:**

Vi benytter numerisk differentiation til at estimere bilens acceleration  $\left(\frac{d}{dt}(fart)\right)$  0,800 s efter start.

$$a \approx \frac{24,3 \text{ m/s} - 20,2 \text{ m/s}}{0,900 \text{ s} - 0,700 \text{ s}} = 20,5 \text{ m/s}^2$$

Altså er bilens acceleration cirka  $20,5 \text{ m/s}^2$  efter 0,800 s.

## Opgave 4

- d. Indsæt tabellens data i en Logger Pro-fil, og tegn en  $(t, v)$ -graf.
- e. Lav et lineært fit i Logger Pro, og opskriv forskriften for fartfunktionen  $v(t)$  ud fra denne model. Hvor godt passer modellen med data?
- f. Lav så et fit med et andengradspolynomium, og opskriv forskriften for fartfunktionen  $v(t)$  ud fra denne model. Hvor godt passer modellen med data?

**Løsning:**

I fig. 1.1 ses tabellens data indsat i Logger Pro, hvorefter et lineært fit er lavet. Denne passer meget godt. Ifølge denne model er fartfunktionen

$$v(t) = 17,8 \text{ m/s}^2 \cdot t + 8,07 \text{ m/s}$$

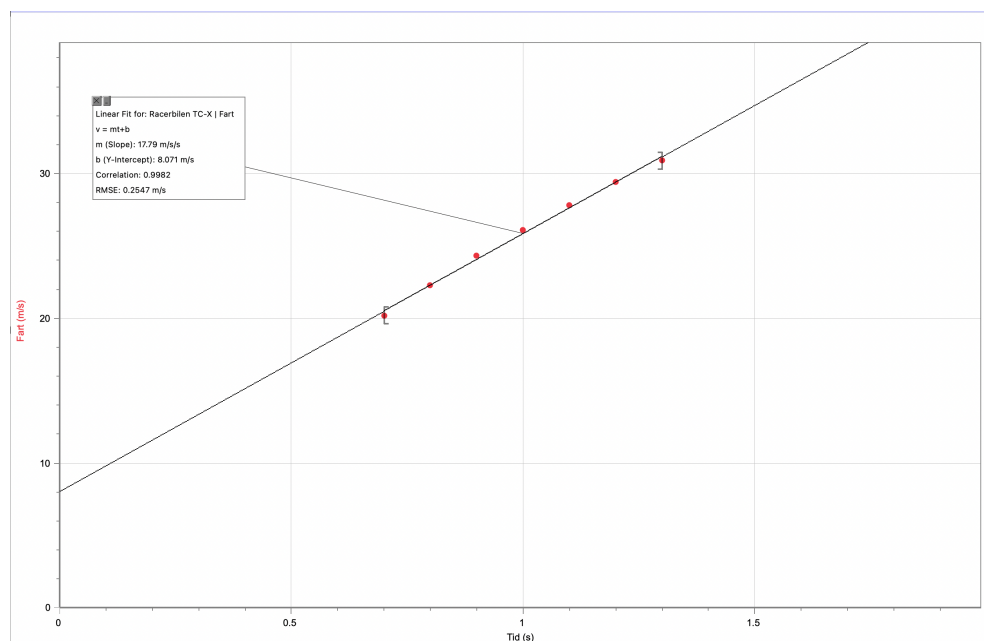


Figure 1.1: Lineært fit i Logger Pro

I fig. 1.2 ses et kvadratisk fit lavet i Logger Pro. Denne model passer perfekt med data. Ifølge denne model er fartfunktionen

$$v(t) = -6,19 \text{ m/s}^3 \cdot t^3 + 30,1 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 + 2,12 \text{ m/s}$$

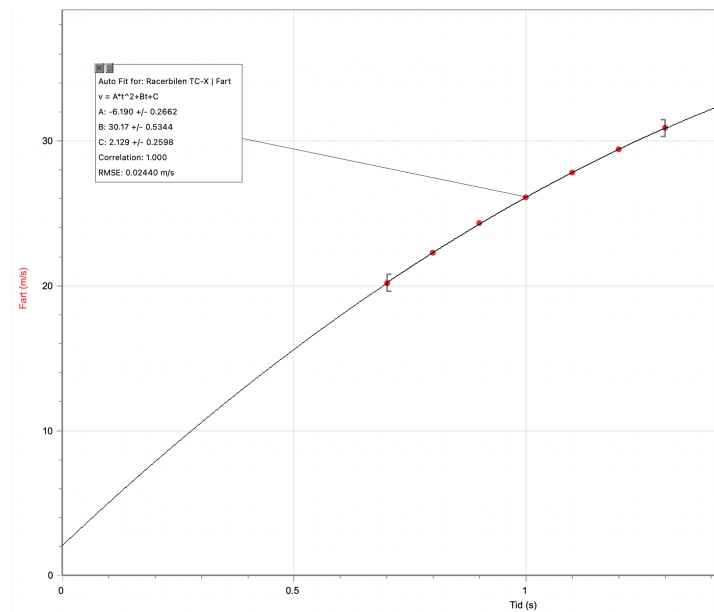


Figure 1.2: Kvadratisk fit i Logger Pro

### Opgave 5

- g. Ovenfor står der "Under rekordforsøget accelererede elbilen TC-X fra hvile ..." - så hvilken værdi har  $v(0 \text{ s})$ ? Hvordan passer det med de to modeller ovenfor?
- h. Tilføj nu et passende punkt mere til tabellen i Logger Pro, så den passer med citatet. Forklar, hvorfor det giver bedre fysisk mening end de to foregående.

#### Løsning:

Siden bilen accelererede fra hvile, så må følgende, per definition af hvile, gælde.

$$v(0 \text{ s}) = 0 \text{ m/s}$$

Dette passer umiddelbart ikke med de to ovenstående modeller, da farten ved 0 s ikke er 0 m/s ifølge modellerne.

I fig. 1.3 ses fittet med andengradspolynomiet efter tilføjelse af punktet (0,0). Dette ville give bedre fysisk mening, da bilen så har farten 0 m/s ved start, hvilket netop er det, der menes ved, at bilen accelererede fra hvile.

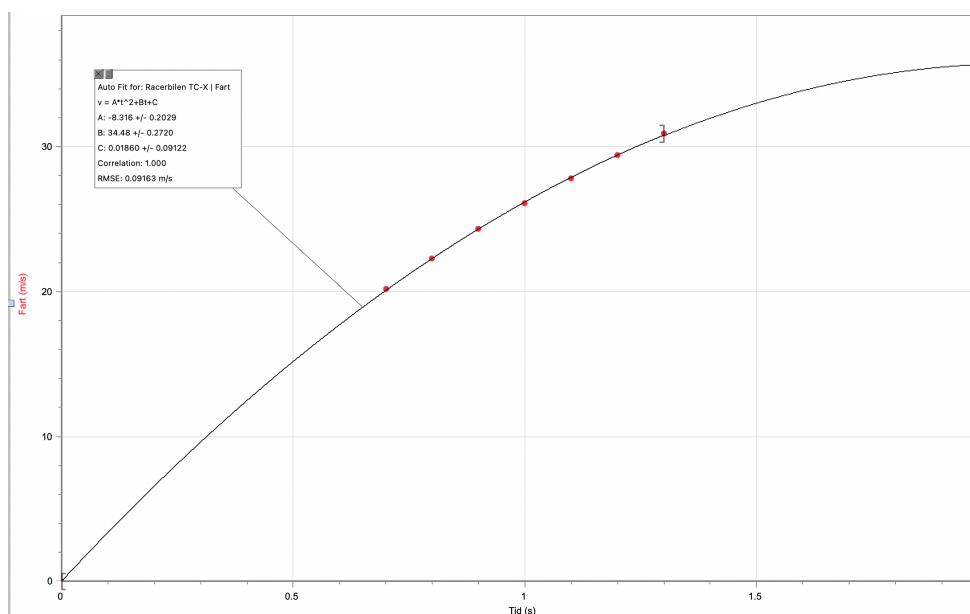


Figure 1.3: Fit med andengradspolynomium efter tilføjelse af punktet (0,0)

### Opgave 6

Fra tidspunktet 0,800 s efter start og til slutningen af rekordforsøget drives elbilen TC-X frem af en samlet kraft, sådan at dens stedfunktion følger modellen

$$s(t) = -0,6733 \text{ m/s}^3 \cdot t^3 + 10,95 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 + 6,100 \text{ m/s} \cdot t - 12,22 \text{ m}$$

- i. Check, om oplysningen om den tilbagelagte afstand i rekordforsøget faktisk passer med denne model.

#### Løsning:

$t$  fra opgave 1 tages blot og sættes ind i funktionen, hvorefter der sammenlignes med afstanden.

$$\begin{aligned} s(4,897 \text{ s}) &= -0,6733 \text{ m/s}^3 \cdot (4,897 \text{ s})^3 + 10,95 \text{ m/s}^2 \cdot (4,897 \text{ s})^2 + 6,100 \text{ m/s} \cdot 4,897 \text{ s} - 12,22 \text{ m} \\ &\approx 201,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Dette var da netop afstanden, som TC-X tilbagelagde. Altså passer oplysningen om den tilbagelagte afstand i rekordforsøget med modellen.

### Opgave 7

- j. Bestem fartfunktionen  $v(t)$  ved differentiation af ovenstående model for stedfunktionen  $s(t)$ .

Ved afslutningen af rekordforsøget, målte man bilens fart til 64,9 m/s

- k. Passer modellen for fartfunktionen i delopgave j. med den målte fart?

#### Løsning:

Fartfunktionen er den afledede funktion af  $s(t)$ .

$$\begin{aligned} v(t) &= \frac{d}{dt} (s(t)) = 3 \cdot (-0,6733 \text{ m/s}^3) \cdot t^2 + 2 \cdot 10,95 \text{ m/s}^2 \cdot t + 6,100 \text{ m/s} \\ &= -2,0199 \text{ m/s}^3 \cdot t^2 + 21,90 \text{ m/s}^2 \cdot t + 6,100 \text{ m/s} \end{aligned}$$

For at tjekke om modellen passer med den målte data, sætter vi endnu engang blot tiden ind i funktionen,

hvorefter vi sammenligner med bilens målte fart.

$$\begin{aligned}v(4,897 \text{ m/s}) &= -2,0199 \text{ m/s}^3 \cdot (4,897 \text{ m/s})^2 + 21,90 \text{ m/s}^2 \cdot 4,897 \text{ m/s} + 6,100 \text{ m/s} \\&\approx 64,91 \text{ m/s} \\&\approx 64,9 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Altså passer modellen for fartfunktionen med den målte fart.