

EF2017 MATLAB/statistik aflevering

24. maj 2016

Denne opgave udgør en del af kurset Eksperimentel Fysik 2017 og omhandler databehandling og fremstilling af figurer i MATLAB og statistik. Prøven har i alt 7 opgaver, nogle med flere dele. De 7 opgaver vægtes ens. Alle nødvendige datafiler ligger på kursets Absalon-side under “Afleveringer” / “Filer til Matlab-aflevering”.

Hvis man har lavet de ugentlige opgaver i MATLAB og statistik, forventer vi at det tager jer 4 timer at lave afleveringen. Bemærk at det er tilladt at genbruge kode, så længe man ved hvad den gør - ja vi opfordrer endda til at i gør det. Dette gælder også eksempelkode fra de ugentlige opgaver. Hvis man bruger andres kode, skal dette noteres som en kommentar i koden.

Der skal kun afleveres én MATLAB-fil. Altså: Ingen rapport, og ingen forklaringer, evt. ud over simple kommentarer i koden. Opgaven afleveres senest **fredag d. 26. maj kl. 23.59** ved at uploade én .m-fil til Absalon, under “Afleveringer” / “Matlab-aflevering”.

Det er ikke tilladt at arbejde sammen om afleveringen.

For at lette rettetarbejdet bedømmer vi kun to ting: De producerede figurer, samt ting der printes til terminalen, når jeres script køres. Vi bedømmer altså som udgangspunkt ikke jeres kode i sig selv. Alle steder hvor der skal beregnes tal ønsker vi at i formatterer outputtet så det ligner dette eksempel¹:

```
#### Opgave 1 ####
x: mu = 01.234   sigma = 01.234   sigma_mu = 01.234   gamma = 01.234
y: mu = 01.234   sigma = 01.234   sigma_mu = 01.234   gamma = 01.234
z: mu = 01.234   sigma = 01.234   sigma_mu = 01.234   gamma = 01.234

#### Opgave 2 ####
(intet output udover figur)

#### Opgave 3 ####
f   : 01.234 +- 01.234
tau: 01.234 +- 01.234

...
```

Det er som udgangspunkt ikke muligt at aflevere opgaven i andre sprog (python, R osv.), medmindre man træffer eksplicit aftale herom ved at sende en mail til asgs.itu@gmail.com og aftaler dette.

¹Se de ugentlige opgaver uge 1 for eksempler på hvordan man printer ting pænt i terminalen.

Opgave 1

Datafilen `exc1.csv` indeholder tre kolonner: t (i millisekunder), y (i millivolt) og usikkerheden på y , σ_y (i millivolt). Data antages at følge den teoretisk model:

$$y(t; f, \tau) = e^{-t/\tau} \sin(2\pi ft). \quad (1)$$

Hvor $f = 0.629$ og $\tau = 19.0$.

Plot de observerede data punkter med errorbars, samt den teoretisk model i én figur. Figuren skal være $7\text{ cm} \times 7\text{ cm}$ og leve op til generelle krav om udseende og udformning af figurer, samt kun bruges til en præsentation. Figuren skal eksporteres som en fil i passende format og opløsning.

Opgave 2

Datafilen `exc2.csv` indeholder tre kolonner med enhedsløse tal: x , y og usikkerheden på y , σ_y . Data antages at følge den teoretiske model:

$$y = ax^2 + b \quad (2)$$

Lav et ikke-lineært fit af modellen til data, og bestem parametrene a og b , samt usikkerhederne på disse. Negliger evt. korrelation mellem parametrene. (Det er ikke nødvendigt at plotte fittet.)

Opgave 3

En alternativ model for data i opgave 2 er givet ved:

$$y = cx^2 + d \sin(ex + f) \quad (3)$$

Lav et ikke-lineært fit af modellen til data, og bestem parametrene c , d , e og f , samt usikkerhederne på disse. Negliger evt. korrelation mellem parametrene. (Det er ikke nødvendigt at plotte fittet.)

Opgave 4

Udregn chi-kvadrat, χ^2 , og reduceret chi-kvadrat, χ^2_{red} , for fittene fra opgave 2 og 3.

(Hvis du ikke har løst opgave 2 og 3 kan du antage følgende værdier for parametrene: $a = 2.1$, $b = -0.5$, $c = 2.0$, $d = -1.0$, $e = 7.5$ og $f = -5.8$)

Opgave 5

En fysiker forsøger at bestemme en størrelse x ved at interpolere målinger af en anden størrelse y , som kendes for en række andre værdier af x . Sammenhængen mellem x og y er givet ved:

$$y = \sqrt{ax - b} \quad \Rightarrow \quad x = \frac{y^2 + b}{a}. \quad (4)$$

Fysikeren har bestemt følgende størrelser med 1σ usikkerheder:

- $y = 1.23 \pm 0.05$
- $a = 0.7 \pm 0.1$
- $b = 6.7 \pm 0.4$

(Note: Udregn gerne dette “i hånden”, men print stadig resultatet til terminalen, med det rigtige antal betydende cifre.)

Udregn x , inkl. 1σ usikkerheden på denne, vha. ophobningsloven, under antagelse af at alle parametre og størrelser er ukorrelerede.

Udregn x , inkl. 1σ usikkerheden på denne, vha. ophobningsloven, under antagelse af at a og b er korrelerede med $\rho = 0.73$.

Opgave 6

Datafilen `exc6.csv` indeholder tre kolonner enhedsløse tal: x , y og usikkerheden på y , σ_y . Data antages at følge den teoretiske model:

$$y = ax^b \quad (5)$$

Hvor $a = 0.2$ og $b = 1.9$.

Lav et residual plot (forskell mellem teoretisk og observeret data) med errorbars. Plot desuden et histogram over residualerne i et inset (dvs. en "figur i figuren").

Opgave 7

Filen `exc7.csv` indeholder 2 kolonne med tilfældige, dimensionsløse tal og usikkerhederne på disse.

Udregn middelværdi, μ , og spredning, σ , for tallene. Fjern alle værdier der ligger mere end 3σ fra middelværdien. Her kan der ses bort for usikkerhederne på tallene.

Udregn nu den vægtede middelværdi, $\hat{\mu}$, og den vægtede spredning, $\hat{\sigma}$, for de “rensede” tal.