

## Efterbehandlingsark 1

### Himmelskibet

#### Spørgsmål til observationerne i Tivoli

1. Hvorfor svinger stolene ud, når Himmelskibet kører rundt?

---

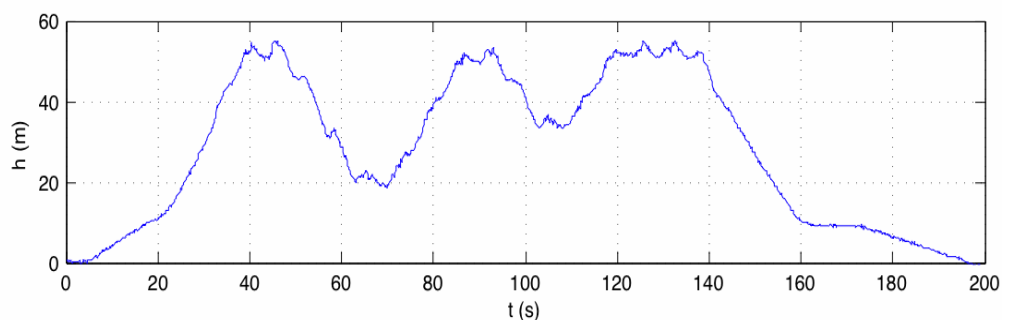
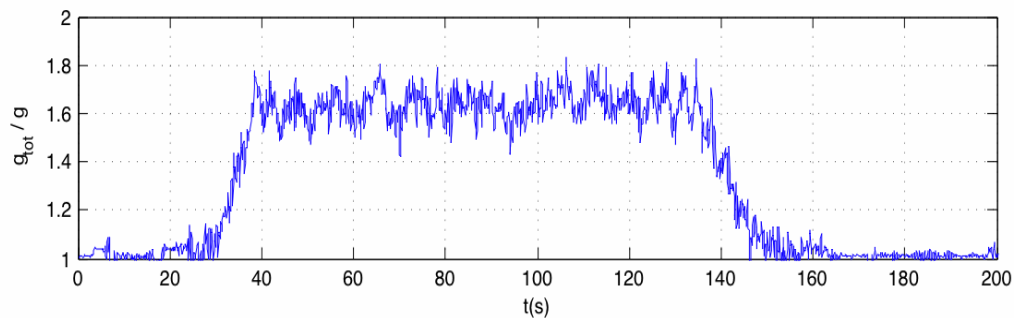
2. Hvorfor oplever man en udadrettet kraft, når alle fysikbøger skriver at kraften i en cirkelbevægelse er indadrettet?

---

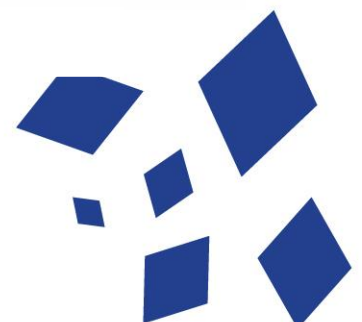
3. Er det "kædekraften" eller tyngdekraften der sørger for, at man ikke ryger ud ad tangenten?

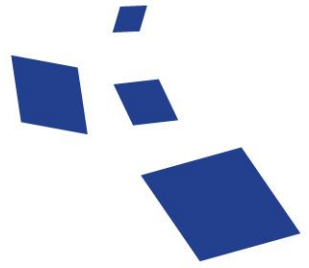
---

Nedenfor er vist to grafer for bevægelsen i Himmelskibet. Den første graf viser hvor mange gange du vejer mere eller mindre end din normale vægt. Den anden graf viser højden.



<http://physics.gu.se/LISEBERG/tivoli/himmelskibet/index.html>





## Efterbehandlingsark 1

### Spørgsmål til grafen over højde og tid.

1. Hvor lang tid tager turen?

---

2. Hvor mange gange er du helt oppe?

---

3. Hvor højt kommer du maksimalt op?

---

4. Kan du aflæse omløbstiden ud fra graferne?

---

5. Svarer det til det du selv observerede i Tivoli?

---

### Den øverste graf. Vægt-fortolkning af y-aksen.

1-tallet på y-aksen svarer til, at man vejer det, man plejer.

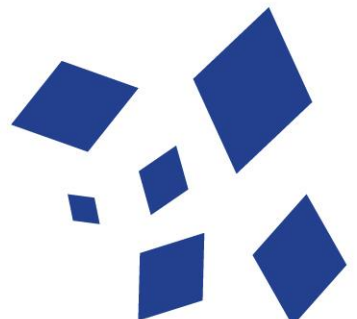
2-tallet svarer til, at man vejer det dobbelte.

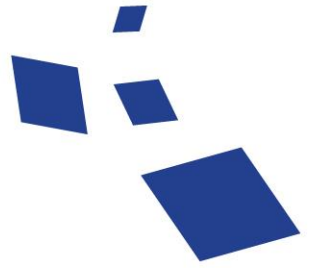
0-tallet svarer til, at man er vægtløs.

### Spørgsmål til den øverste graf.

1. Hvis du havde siddet på en badevægt i Himmelskibet, hvor mange gange din normal vægt ville den have vist?

---





## Efterbehandlingsark 1

### Beregningsopgaver

1. Hvor stor er farten, hvis radius i cirkelbevægelsen er 13 m?  

---
2. Vurder hvor stor den kinetiske energi er, når stolene kører rundt. Alt hvad der skal løftes, uden personer, vejer 5000 kg og formlen for kinetisk energi er  $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot \text{masse} \cdot \text{fart}^2$ . Energi måles i Joule =  $\text{kg} \cdot (\text{m/s})^2$ .  

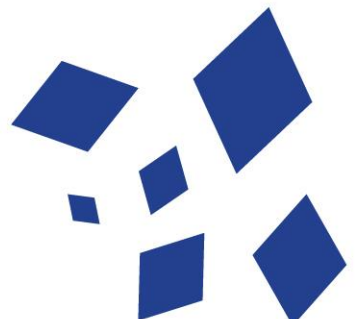
---
3. Vurder hvor stor den potentielle energi er i toppen af tårnet, når stolene hænger stille og formlen for potentiel energi er  $E_{pot} = \text{masse} \cdot 9,82 \text{ N/kg} \cdot \text{højden}$ . Energi måles i Joule =  $\text{J} = \text{N} \cdot \text{m}$ .  

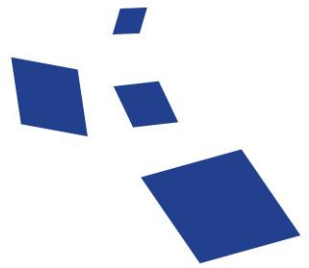
---
4. Vurder, hvor stor effekt motoren skal levere for at trække stolene fyldt med passagerer op til toppen af tårnet og få dem til at dreje rundt, når effekt =  $\frac{\text{energi}}{\text{tid}}$  og effekt måles i W.  

---
5. Hvor mange kWh skal der leveres for at trække platformen fyldt med passagerer op til toppen, når 1 kWh = 3600 kJ og der kan være 24 passagerer i alt?  

---
6. Sammenlign med det antal kWh du aflæste i Tivoli.  

---





## Efterbehandlingsark 2 Himmelskibet

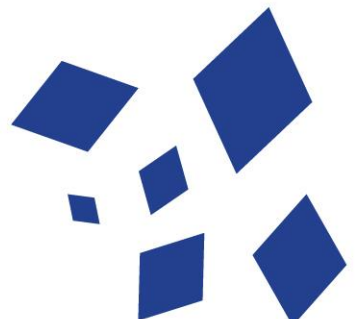
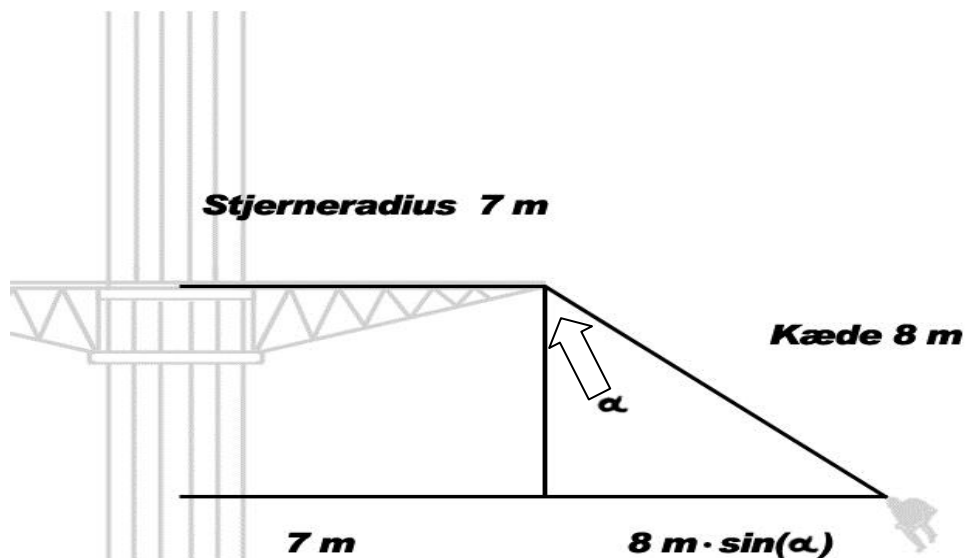
### Opgaver:

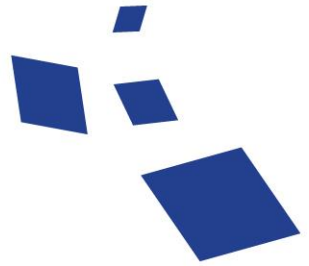
1. Hvor stor er kædernes vinkel i forhold til lodret under turen,  $\alpha$ , (se hint til løsning af opgaven på næste side)?  

---
2. Hvis du sidder på en vægt i Himmelskibet, hvor meget vejer du så, når det kører rundt (se hint til løsning af opgaven på næste side)?  

---
3. Gentag ovenstående udregninger, hvis Himmelskibet kører med 12 omdr. pr. min og med 6 omdr. pr. minut.  

---





**Data:**

Antal dobbeltsæder: 12

Stjerneradius: 7 m

Kædelængde: 8 m.

Omdrejninger pr. minut: 10

Lodret fart: 2,2 m/s.

Max. rotationsfart: 70 km/t.

Graf over kraftpåvirkning viser, at man vejer 60 % mere under rotationen med omløbstiden 7 s.

**Hint til opgave 1 og 2.**

Kaldes kædens vinkel i forhold til lodret for  $\alpha$ , skal du vise formlen

$$\tan(\alpha) = \frac{a_{cen}}{g}$$

hvor  $a_{cen}$  er centripetalsaccelerationen.

Vis at stolens vandrette radius kan skrives

$$7 \text{ m} + 8 \text{ m} \cdot \sin(\alpha)$$

Vis nedenstående ligning og find  $\alpha$ , når  $g = 9,82 \text{ m/s}^2$  og  $T = 7 \text{ s}$

$$g \cdot \tan(\alpha) = (7 \text{ m} + 8 \text{ m} \cdot \sin(\alpha)) \cdot \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2$$

Vis, at hvis man sidder på en badevægt under bevægelsen rundt, er badevægtens visning afhængig af udsvingsvinklen i forhold til lodret.

$$\text{Vægten viser} = \frac{1}{\cos(\alpha)} \cdot \text{normalvægt}$$

Udregn hvor meget vægten viser, ved at indsætte  $\alpha$  udregnet ovenfor.

