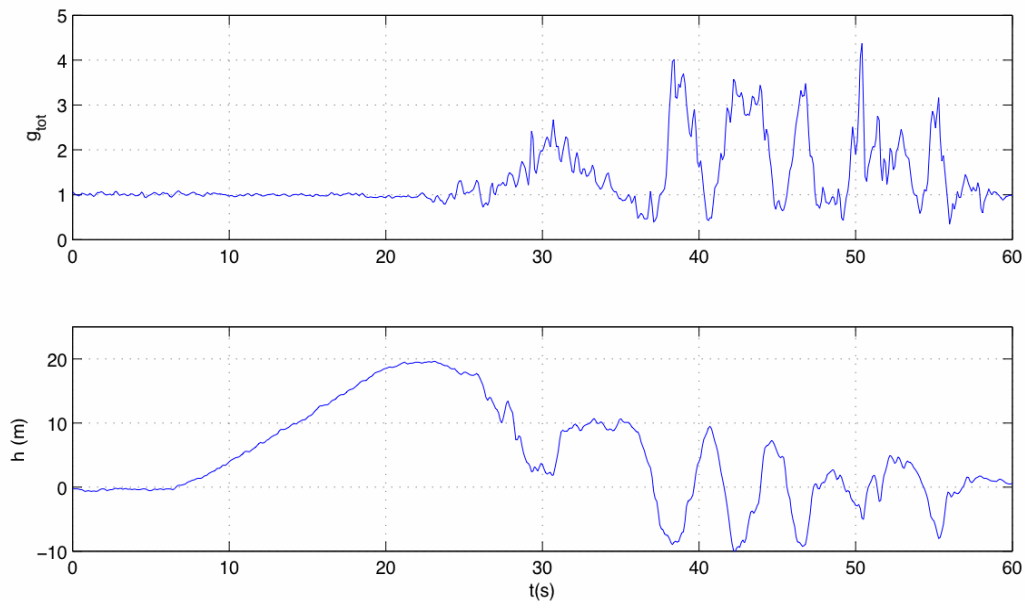


Efterbehandlingsark 1

Dæmonen

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

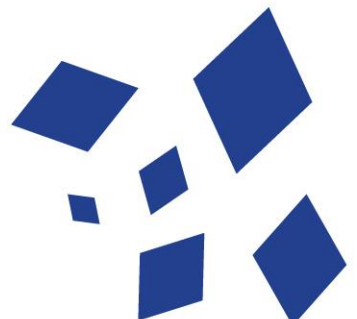


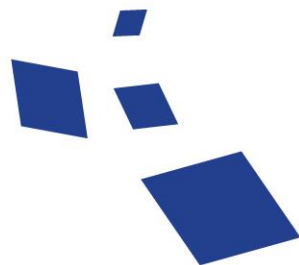
Spørgsmål til grafen over højden.

1. Hvor lang tid tager det at blive trukket op til højden 20 m?

2. Med hvilken fart trækkes man op?

3. I hvilket tidsrum på Dæmonen-turen befinder man sig på det lille vandrette stykke med højden 10 m?





Efterbehandlingsark 1

Dæmonen

4. Kan du finde de to loops?

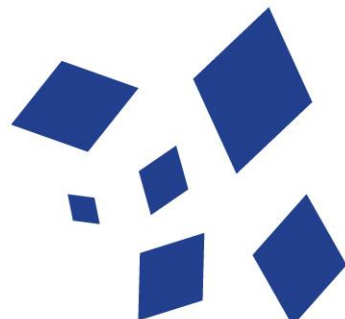
5. Hvor stor er radius i første loop?

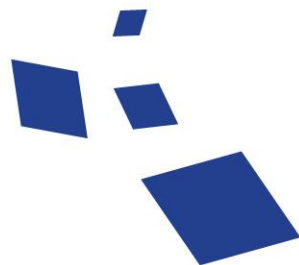
6. Hvor meget højere er toppen af den første bakke i forhold til toppen af første loop?

7. Vurder hvor stor den potentielle energi er i toppen af bakken, når vognen vejer 10 ton og formlen for potentiel energi er $E_{\text{pot}} = \text{masse} \cdot 9,82 \text{ N/kg} \cdot \text{højden}$ og når energi måles i Joule = $J = \text{N} \cdot \text{m}$.

8. Vurder, hvor stor effekt motoren skal levere for at trække vognen fyldt med passagerer (der er plads til 24 passagerer i Dæmonen) op til toppen af den første bakke, når effekt = $\frac{\text{energi}}{\text{tid}}$ og effekt måles i W.

9. Hvor mange kWh skal der leveres for at trække vognen fyldt med passagerer op til toppen af den første bakke, når $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$?





Efterbehandlingsark 1

Dæmonen

Fortolkning af y-aksen på øverste graf.

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

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

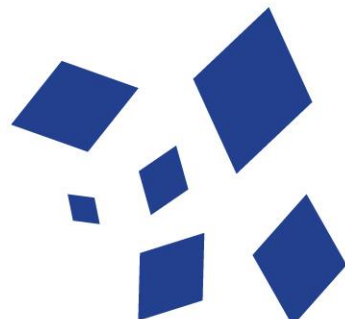
0 på y-aksen svarer til, at man er vægtløs.

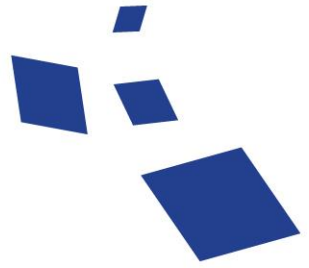
Spørgsmål til denne graf.

1. Er der nogen steder på turen, hvor man er vægtløs?

2. Hvor meget vejer du i bunden af første loop?

3. Hvor meget vejer du i toppen af første loop?





Efterbehandlingsark 2

Dæmonen

Modeller af Dæmonens loop

Model 1: Ingen rulle- og luftmodstand, så totalenergien er bevaret. Cirkulært loop.

Opgave 1

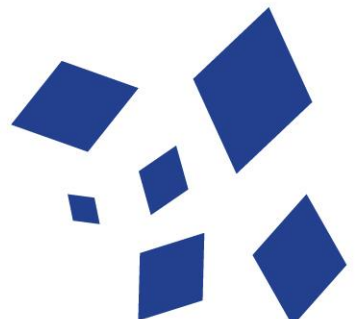
Når vognen skal igennem et loop med radius r , skal den have fart på. Det får den, når den kører ned ad bakken lige inden loopet. Fra hvilken højde Δh over overkanten af loopet skal vognen starte, så passagererne føler sig vægtløse i toppen af loopet?

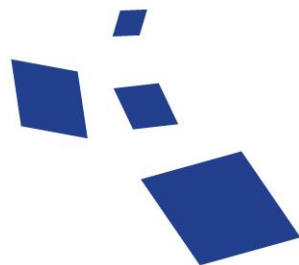
1. $\Delta h = 0$ dvs. samme højde som loopet
2. $\Delta h = \frac{1}{2} \cdot r$, dvs. 25 % højere end loopet
3. $\Delta h = r$, dvs. 50 % højere end loopet

Vink: Kinetisk energi i toppen af loopet = forskellen i potentiel energi mellem bakkens top og loopets top:

$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{top}^2 = m \cdot g \cdot \Delta h$. I toppen af loopet er centripetalkraften = tyngdekraften:

$$m \cdot \frac{v_{top}^2}{r} = m \cdot g$$





Efterbehandlingsark 2

Dæmonen

Opgave 2

I toppen af loopet vejer man halvdelen af sin normale vægt. Vis, at vognen skal starte fra en højde, der er 37,5 % højere end loopet ($\Delta h = 3/4 \cdot r$). Passer det med grafen over højden?

Opgave 3

Sammenhængen mellem centripetalaccelerationen i toppen a_{cen}^{top} og i bunden a_{cen}^{bund} kan udtrykkes via tyngdeaccelerationen g . Vis at:

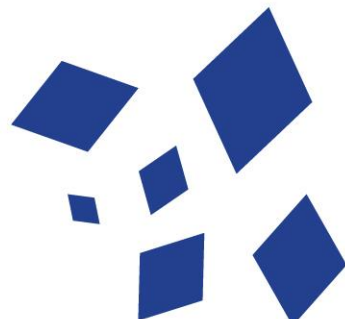
$$a_{cen}^{bund} = a_{cen}^{top} + 4 \cdot g$$

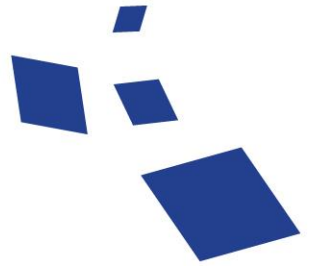
Vink: Benyt $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{top}^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{bund}^2 + m \cdot g \cdot 2 \cdot r$

Opgave 4

Hvor meget ville en badevægt vise i bunden af loopet, når passagererne føler sig vægtløse i toppen af loopet?

1. 4 gange så stor vægt
 2. 5 gange så stor vægt
 3. 6 gange så stor vægt
-





Efterbehandlingsark 2

Dæmonen

Opgave 5

Sammenhængen mellem centripetalaccelerationen i midten a_{cen}^{midt} og i bunden a_{cen}^{bund} kan udtrykkes via tyngdeaccelerationen g . Vis at:

$$a_{cen}^{bund} = a_{cen}^{midt} + 2 \cdot g$$

Opgave 6

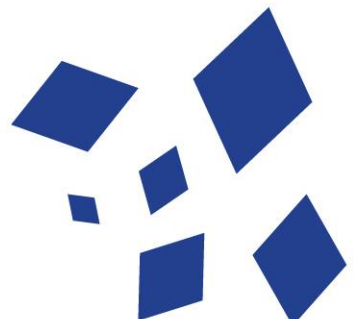
Hvor meget vil en vægt vise i midten af loopet, når passagererne føler sig vægtløse i toppen af loopet?

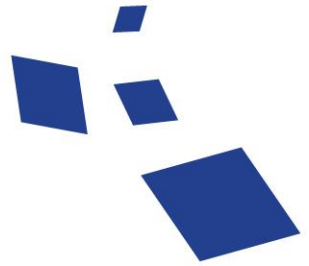
1. Din normale vægt

2. Dobbelt så stor vægt

3. 3 gange så stor vægt

Problemer med model 1: I starten af loopet bliver man udsat for en urealistisk voldsom påvirkning, idet man går direkte fra at veje det man plejer til en påvirkning på 6 gange ens vægt.

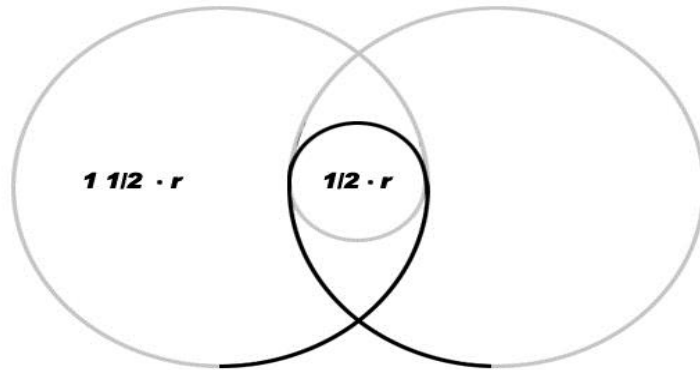




Efterbehandlingsark 2

Dæmonen

Model 2: Ingen rulle- og luftmodstand, så totalenergien er bevaret. Loopet er nu sammenstykket af to forskellige cirkler med forskellig radius. Den store cirkel har radius $1,5 \cdot r$ og den lille cirkel har radius $\frac{1}{2} \cdot r$. Loopets højde bliver $2 \cdot r$.



Opgave 7

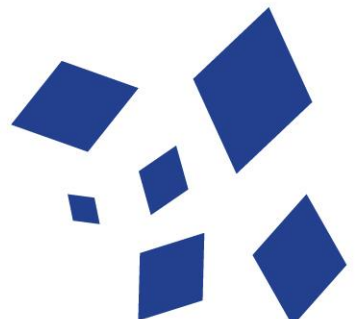
Vis, at hvis man er vægtløs i toppen, er:

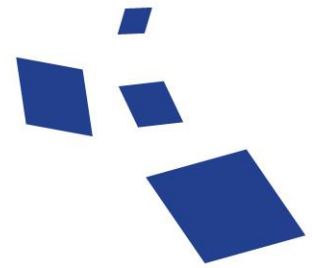
1. Farten i toppen v_{top} givet ved $v_{top} = \sqrt{0,5 \cdot g \cdot r}$

2. Farten i bunden v_{bund} givet ved $v_{bund} = \sqrt{4,5 \cdot g \cdot r}$

3. Vis, at centripetalaccelerationen i bunden er givet ved $a_{cen}^{bund} = 3g$

Man vejer altså 4 gange ens normalvægt i bunden via **model 2** - altså betydeligt mindre end de 6 gange normalvægten man fik via **model 1**.





Efterbehandlingsark 2

Dæmonen

Problemer med model 2: Her bliver en pludselig, meget kraftig påvirkning lavet om til to pludselige, mindre kraftige påvirkninger. Det er en forbedring i forhold til enkeltcirkelmodellen, men det vil stadig være en ubehagelig oplevelse.

Løsning på problemet. Man beholder den øverste lille cirkel. Den store cirkel erstattes af en mængde cirkler, startende med en meget stor cirkel og kontinuerligt udskifter disse cirkler med cirkler med stadig mindre radier, for til sidst at ende med radius svarende til den lille cirkel. Denne kurve kaldes en klothoide. Læg mærke til Dæmonens loop. Det har en dråbeform.

