Andreas Hald Søndergaard Mandøe
AU-id: AU715910

Aarhus Universitet
Klassisk fysik

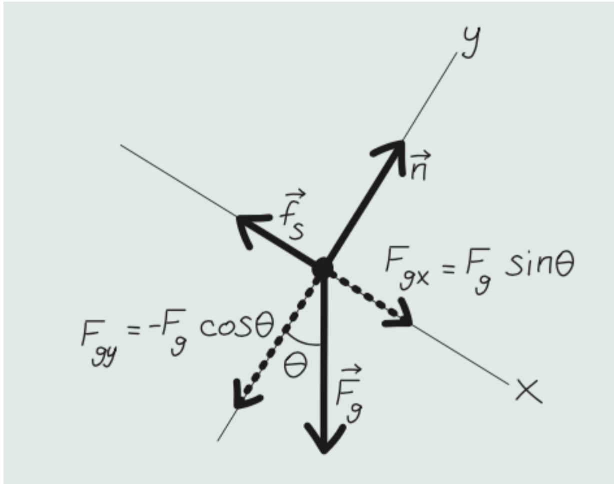
Aflevering 3 - Klassisk fysik

Indholdsfortegnelse

Opgave 1) Vandrutschebane

a)

Det ønskes at bestemme den kinetiske friktionskoeffecient mellem barnet og rutschebanen. Det er muligt at konstruere et kraftdiagram som dette til højre, der beskriver situationen. Dette kraftdiagram er taget fra bogen, eksempel 5.10, da de identificerede krafter er de samme.



Her ses det, at det er en fordel at dele tyngdekraften op i dens x- og y-komponenter. Således befinder alle krafterne sig på de angivne x- og y-akser. Der er ikke angivet nogen masse for barnet, så dens masse vil være defineret ved M. Jeg bestemmer de relevante krafter:

$$F_{gy} = -\left(9{,}82\,\frac{m}{s^2}\right) \cdot \cos(38°) \cdot M = -7{,}7383\,\frac{m}{s^2} \cdot M$$
$$F_{gx} = \left(9{,}82\,\frac{m}{s^2}\right) \cdot \sin(38°) \cdot M = 6{,}0458\,\frac{m}{s^2} \cdot M$$

$$|\vec{n}| = -F_{gy} = 7{,}7383\,\frac{m}{s^2} \cdot M$$
$$\vec{f_s} = -\vec{n} \cdot \mu = -\left(7{,}7383\,\frac{m}{s^2} \cdot M\right) \cdot \mu$$

Det vides, at barnet ender med en sluthastighed på 29,5 km/t. Vha. trigonometriske funktioner kan vi bestemme distancen hvorpå barnet bliver accelereret til denne hastighed; og derved bestemme accelerationen:

$$\sin(38\,°) = \frac{3{,}5}{x_{hyp}} \Leftrightarrow x_{hyp} = 5{,}684942359m$$
$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot (x - x_0) \Leftrightarrow \left(29{,}5\,\frac{km}{t}\right)^2$$
$$2 \cdot a \cdot (5{,}684942359m) \Leftrightarrow a = 5{,}9058\,\frac{m}{s^2}$$

Det vides også, at den resulterende kraft, må komme som produkt af denne acceleration. Derved kan følgende ligning opstilles:

$$F_{res} = M \cdot a = M \cdot 5{,}9058\,\frac{m}{s^2}$$
$$F_{res} = F_{gx} + \vec{f_s} = \left(6{,}0458\,\frac{m}{s^2} \cdot M\right) + \left(-\left(7{,}7383\,\frac{m}{s^2} \cdot M\right) \cdot \mu\right)$$

$$\left(6{,}0458\,\frac{m}{s^2} \cdot M\right) + \left(-\left(7{,}7383\,\frac{m}{s^2} \cdot M\right) \cdot \mu\right) = M \cdot 5{,}9058\,\frac{m}{s^2}$$

Friktionskoefficienten isoleres i denne ligning:

$$\left(6{,}0458\frac{m}{s^2}\cdot M\right)+\left(-\left(7{,}7383\frac{m}{s^2}\cdot M\right)\cdot\mu\right)=M\cdot 5{,}9058\frac{m}{s^2}$$

$$\Updownarrow$$

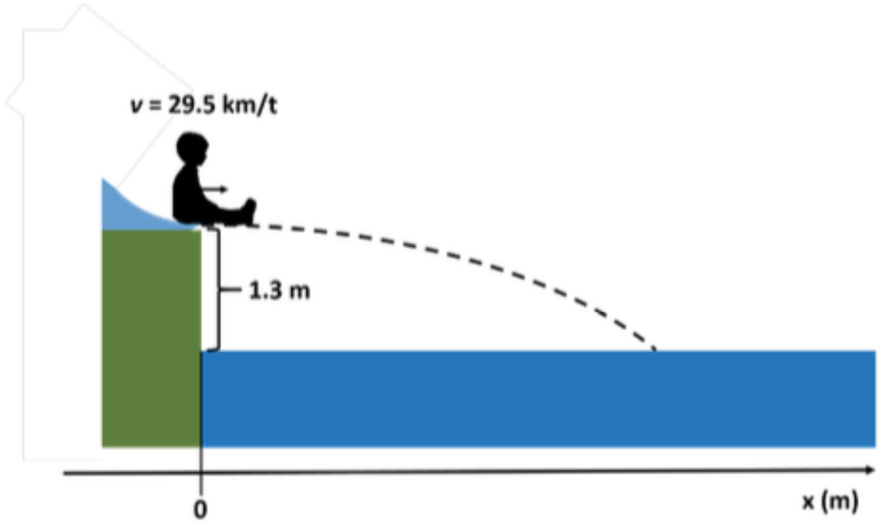
Ligningen løses for μ vha. CAS-værktøjet WordMat.

$$\boldsymbol{\mu=0{,}01809183}$$

Friktionskoefficienten er bestemt til 0,018.

b)

Vandrutschebanen leder ud til et vandbassin placeret 1.3 m under vandrutschebanens kant som illustreret på tegningen nedenfor. Personen sendes fra vandrutschebanen ud mod bassinet med en begyndelseshastighed på 29.5 km/t i den horisontale retning (x-retningen). Under denne bevægelse kan det antages at personen udelukkende påvirkes af tyngdekraften.



Det indses, at drengen vil accelereres nedad ved tyngdekraften. Drengens begyndelseshastighed er kun gældende i x-retningen. Der er altså kun tale om en konstant gravationel acceleration, der tillader at jeg benytter formlerne 3.10, 3.11, 3.12 og 3.13 i bogen. Jeg ønsker at bestemme x:

$$x = x_0 + v_{x_0} \cdot t$$

For at bestemme x, mangler jeg at bestemme t. Tiden er bestemt ved tyngdeaccelerationen, samt højden:

$$y = y_0 + v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$0 = 1{,}3m + 0\frac{m}{s} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot \left(-9{,}82\frac{m}{s^2}\right) \cdot t^2$$

$\Updownarrow$ *Ligningen løses for t vha. CAS-værktøjet WordMat.*

$$t = -0{,}514553966\ s \quad \vee \quad t = 0{,}514553966\ s$$

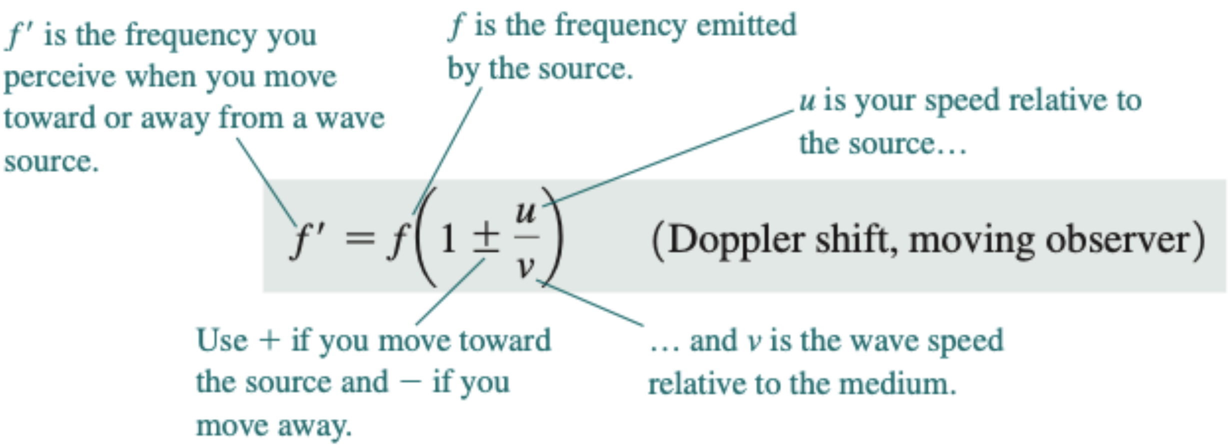
Herved kan x bestemmes:

$$x = 0 + \frac{\frac{29{,}5\frac{km}{t}}{\frac{60min}{t}}}{\frac{60s}{min}} \cdot 0{,}514553966\ s \approx 4{,}216484\ m$$

<u>Personen rammer vandoverfladen 4,2 m. fra bassinets kant.</u>

c)

Jeg benytter formlen nedenfor, da der er tale om en bevægende observatør:



Her er formlen benyttet:

$$f' = f\left(1 \pm \frac{u}{v}\right)$$

$$f' = (0{,}33Hz) \cdot \left(1 + \frac{0{,}89\,\frac{m}{s}}{1{,}2\,\frac{m}{s}}\right) = 0{,}57475\ Hz$$

<u>**Svømmeren vil observere bølgen med 0,57 Hz, når han bevæger sig igennem bølgen.**</u>

Opgave 2) Vippe

a)

Kraftmomentet bestemmes ved følgende formel. Jeg indsætter de kendte værdier:

$$\tau = r \cdot F \cdot \sin(\theta)$$

$$\tau = 1{,}8m \cdot \left(15kg \cdot -\frac{9{,}82m}{s^2}\right) \cdot \sin(90+19) \approx -250{,}6948\, J$$

<u>Kraftmomentet er angivet til at være $-250J$. Vha. højrehåndsreglen kan det bestemmes at kraften er indadgående mod skærmen. Altså ind i planen.</u>

b)

Massen af den ukendte vægt kan bestemmes, da det vides at den ukendte vægt danner samme kraftmoment, men med modsat fortegn. Derved kan massen isoleres i følgende ligning:

$$1{,}2m \cdot \left(x_{mass} \cdot -\frac{9{,}82m}{s^2}\right) \cdot \sin(90-19) = -250{,}6948\, J$$

$\Updownarrow$ *Ligningen løses for x_mass vha. CAS-værktøjet WordMat.*

$$x_{mass} = 22{,}5\ kg$$

<u>Massen er bestemt til $23kg$.</u>

c)

Jeg bestemmer inertimomentet med formlen nedenfor:

$$I = \sum m_i \cdot r_i^2 = \frac{1}{12} \cdot 58kg \cdot (3{,}6m)^2 + (15kg \cdot (1{,}8m)^2) + (22{,}5kg \cdot (1{,}1m)^2) = 138{,}465\ (kg \cdot m^2)$$

<u>Inertimomentet er bestemt til $14 \cdot 10^1 kg \cdot m^2$</u>

d)

Først bestemmes kraftmomentet i øjeblikket:

$$\tau_{samlet} = \tau_{vægt1} + \tau_{vægt2}$$

$$\tau_{samlet} = 1{,}8m \cdot \left(15kg \cdot -\frac{9{,}82m}{s^2}\right) - \left(1{,}1m \cdot \left(22{,}5kg \cdot -\frac{9{,}82m}{s^2}\right)\right) = -22{,}095\,J$$

Dette er kraftmomentet til øjeblikket. Fra formel 10.11 i bogen, kan jeg benytte ligningen nedenfor:

$$\tau = I \cdot \alpha$$
$$-22{,}095N \cdot m \ = (138{,}465\,(kg \cdot m^2)) \cdot a$$

$\Updownarrow$ *Ligningen løses for a vha. CAS-værktøjet WordMat.*

$$a = (-0{,}159571) \cdot \left(\frac{1}{s^2}\right)$$

Vinkelaccelerationen er bestemt til $\boldsymbol{-0,16 \cdot \frac{1}{s^2}}$. Denne position må nødvendigvis beskrive øjeblikket med den største vinkelacceleration, da kraftmomentet er højest i dette øjeblik. Kraftmomentet antager sin maksimale værdi ved dette punkt, da planken danner 90, hvilket resulterer i den højeste faktor 1, der er den største mulige faktor til at bestemme kraftmomentet. Enhver anden vinkel danner en mindre faktor til at bestemme kraftmomentet.

Opgave 3) Ladet rør

a)

1) **Inden i kuglen er der ingen omsluttede ladninger. Dvs. at der ikke vil være noget elektrisk felt inden i røret, ved 2,5 cm.**

2) **Uden for kuglen, vil det gælde at det hule rør kan betragtes som en lang tynd ledning. Derved:**

$$E_{7,5cm} = \frac{2 \cdot k \cdot \lambda}{y} = \frac{2 \cdot \left(8{,}9876 \cdot 10^9 N \cdot \frac{m^2}{C^2}\right) \cdot 49 \cdot \frac{nC}{m}}{0{,}075m - 0{,}045m} = 29359{,}49 \frac{N}{C} = \frac{29kN}{C}$$

<u>Det elektrisk felt ved</u> 2,5cm <u>og</u> 7,5 cm <u>angives til at være hhv. ingen og</u> $\frac{29kN}{C}$.

b)

Jeg ved, at det elektriske felt er bestemt ved $29kN/C$ ved 7,5 cm fra centrum, samt at ladningen vi ønsker at undersøge hvilken kraft bliver påvirket med, har en størrelse på $1{,}3\ \mu C$, så kan påvirkningen bestemmes forholdsvist simpelt:

$$\frac{29kN}{C} \cdot 1{,}3\mu C \approx 0{,}0377\ N$$

<u>Den elektriske kraft påvirker punktladningen med $0,038N$.</u>

c)

Arbejde er defineret ved:

$$A = F \cdot s$$

Da kraften varierer afhængigt af afstanden fra feltet, kan jeg fremstille et integral. Integralet vil netop beskrive summen af kræfter over hele den angivne strækning, hvilket er dét der ønskes at blive bestemt:

$$A = \int_{7,5cm-4,5cm}^{5,5cm-4,5cm} \left(\frac{2 \cdot \left(8{,}9876 \cdot 10^9 N \cdot \frac{m^2}{C^2}\right) \cdot 49 \cdot \frac{nC}{m}}{x} \right) \cdot 1{,}3\mu C = -0{,}001257933306J$$

<u>Arbejdet der udføres er bestemt til at være $-0,0013J$.</u>