

TFY4108 Fysikk

Øving 6

Veiledning: Tirsdag 30. sep. kl 12:15-14:00.

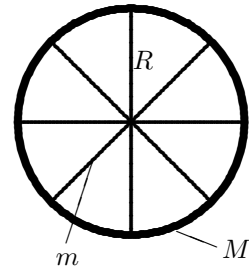
Innlevering: Fredag 3. okt. kl. 14:00.

Sentrale begreper ved løsning av oppgavene:

Trehetsmoment, massesenter, rakettbevegelse, Newtons 2. lov for rotasjon, kinetisk og potensiell energi.

Oppgave 1. Kjerrehjul

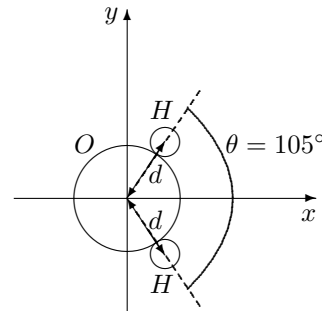
Et hjul består av åtte eiker (spiler) og felgen. Eikene har hver en masse på $m = 0,30$ kg, lengde $R = 0,30$ m og går radielt. Felgens masse er $M = 1,00$ kg, og vi betrakter den som en tynn ring uten radiell utstrekning slik at radien er R . Hjulet gjør én rotasjon per sekund.



- Finn hjulets trehetsmoment om hjulaksen ved å se på eikene og felgen hver for seg. Bruk definisjon av trehetsmomentet og integrasjon.
- Hvor stor er hjulets kinetiske rotasjonsenergi?

Oppgave 2. Massesenter

a. Figuren viser en enkel modell av et vannmolekyl. Vi kan betrakte atomene som punktmasser fordi omtrent hele atomets masser er knyttet til atomkjernen, som utgjør ca. 10^{-5} av atomets utstrekning. Oksygenatomets masse er 16 u og hydrogenatomets masse er 1 u. Finn posisjonen til vannmolekylets massesenter uttrykt ved avstanden d mellom oksygenkjernen og hydrogenkjernene.



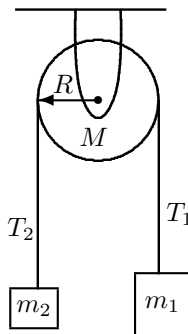
b. En båt er i ro på et “blikk-stille” vann, uten strøm. En mann står i den ene enden av båten og går rolig til den andre enden. Båten er $L = 10,0$ m lang og veier $M = 300$ kg. Mannen veier $m = 100$ kg. Hvor langt flytter båten seg? Se bort fra friksjon i vannet.

Oppgave 3. Rakettbevegelse

En rakett befinner seg ute i verdensrommet et sted, tilstrekkelig langt unna himmellegemer til at gravitasjonskreftene på raketten kan neglisjeres. Kapteinen er fornøyd med retningen, men synes raketts hastighet er i minste laget. Han lar derfor motoren brenne i 50 s. Raketts masse er $2,55 \cdot 10^5$ kg, hvorav $1,81 \cdot 10^5$ kg er brennstoff. Motoren forbruker 480 kg brennstoff pr. sekund, og relativhastigheten til den utbrente gassen er 3,27 km/s.

- Hvor stor er raketts skyvkraft?
- Hvor stor er raketts masse etter forbrenningen?
- Hvilke hastighetsøkning er oppnådd etter de 50 sekundene?

Oppgave 4. Atwoods maskin med ikke-masseløs trins



Figuren viser en (masseløs) snor over ei trins med radius R og masse M , som forbinder massene m_1 og m_2 , der $m_1 > m_2$. Trinsa har form som en sylinder, med treghetsmoment om omdreiningsaksen $I_0 = \frac{1}{2}MR^2$. Friksjonen mellom snor og trins er tilstrekkelig til at snora ikke sklir på trinsa. Trinsa kan rotere friksjonsfritt.

a. Først, uten å regne: Når dette systemet slippes løs etter å ha vært holdt i ro, hvilken vei går bevegelsen? Er snordragene T_1 og T_2 like store? Hvorfor, eventuelt hvorfor ikke?

b. Bruk sammenhengen mellom den lineære akselerasjonen til massene m_1 og m_2 og trinsas vinkelakselerasjon, samt Newtons andre lov for translasjon og for rotasjon, til å uttrykke akselerasjonen a , samt snordragene T_1 og T_2 ved de oppgitte størrelser.

c. Sjekk resultatene i grensene $M \rightarrow 0$ og $M \rightarrow \infty$. Er de fornuftige?

d. Golvet er i avstand h under masse m_1 . Hva er massenes hastighet i det m_1 treffer golvet? Løs problemet først ved å bruke energibalanse, deretter ved å bruke uttrykket for akselerasjon som du har funnet i **b**.

Oppgave 5. Konservativ kraft fra to-dimensjonal potensiell energi

En partikkel beveger seg i det to-dimensjonale potensialet

$$U(x, y) = U_0 \frac{x^2 y^2}{R^4}. \quad (1)$$

Her er U_0 og R positive konstanter, hhv. en “karakteristisk energi” og en “karakteristisk lengde” for det aktuelle systemet.

a. Bestem komponentene F_x og F_y av den tilhørende konservative krafta $\vec{F}$.

b. Bruk det oppgitte MATLAB-programmet `kraftfelt.m` til å plote $U(x, y)$ og visualisere $\vec{F}(x, y)$.

Utvalgte fasitsvar:

1a: $0,16 \text{ kg m}^2$; 1b: $3,2 \text{ J}$;

2a: $x_{\text{cm}} = 0,068 d$, $y_{\text{cm}} = 0$; 2b: $2,50 \text{ m}$;

3a: $1,57 \text{ MN}$; 3b: $2,31 \cdot 10^5 \text{ kg}$; 3c: 323 m/s ;

4b: $a = g \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2 + M/2}$.