

Prosjekt Realstart 2010

ROTASJON

Laboratorierom: B3-100 B3-103 B3-104 B3-117 B3-125
B3-126 B3-155 B3-161 B3-165 B3-171
(Alle rommene ligger i tredje etasje i Realfagbygget)

Datasaler for rapportskrivning:
BU2-117 ”Radrommet”
BU2-123 ”Kolonnerommet”
BU2-153 ”Utfallsrommet”
(Alle datasalene ligger i etasje U2 i Realfagbygget)

Kontaktperson: Lars Erik Walle
E-post: lars.walle@ntnu.no
Tlf: 993 64022
Kontor: D5-186 (Femte etasje Realfagbygget)

Kalender Realstartprosjekt

Oppstartsforelesning	fredag 20/8 kl. 9:15-10:00 i aud. R8
Arbeid med prosjektet (grupperom i B3)	fredag 20/8 kl. 10:15-12:00 mandag 23/8 kl. 10:15-12:00 tirsdag 24/8 kl. 8:15-10:00 onsdag 25/8 kl. 10:15-12:00 torsdag 26/8 kl. 8:15-12:00
Innlevering av rapport	torsdag 26/8 kl. 12:00 til veileder
Oppsummeringsforelesning	fredag 27/8 kl. 8:15-10:00 i aud. R10

Timeplan for Realstart for Bachelorstudiet i fysikk 2010. Nye studenter på LUR-studiet er velkomne til å delta på prosjektet. (Oppdatert 16. aug.)

Uke 33	Mandag 16.8.	Tirsdag 17.8.	Onsdag 18.8.	Torsdag 19.8.	Fredag 20.8.
08.15-09.00					
09.15-10.00			Fellessamling for alle nye realfagsstudenter. R1 i Realbygget.	Fellessamling for alle nye realfagsstudenter. R1	Prosjekt i mekanisk fysikk. B3 i Realbygget. Oppmøte ved Realbygkantina.
10.15-11.00	Åpen infodag på Gløshaugen	Immatrikulering	Lunsj	Pause 10.45-11.15	
11.15-12.00				Omvisning på Institutt for fysikk. Oppmøte i R1.	
12.15-13.00					
13.15-14.00			Samling for nye bachelorstudenter i fysikk. R10 i Realbygget.	"Hva kan du forvente av MA1101?" Kl. 13.30-15.00 i R7	
14.15-15.00					
15.15-16.00					

Uke 34	Mandag 23.8.	Tirsdag 24.8.	Onsdag 25.8.	Torsdag 26.8.	Fredag 27.8.
08.15-09.00		Prosjekt i mekanisk fysikk. B3 i Realbygget	Forelesning i MA1101 Grunnkurs i analyse I. KJL5 i Kjelhuset.	Prosjekt i mekanisk fysikk. B3 i Realbygget	Prosjekt i mekanisk fysikk. Avslutning i auditorium R10
09.15-10.00					
10.15-11.00	Prosjekt i mekanisk fysikk. B3 i Realbygget.	(PPU4000 Ex. Paed. Kun for MLREAL)	Prosjekt i mekanisk fysikk. B3 i Realbygget		
11.15-12.00					
12.15-13.00					Forelesning i MA1201 Lineær algebra og geometri. S5 i Sentralbygget.
13.15-14.00					
14.15-15.00		Forelesning i MA1101 Grunnkurs i analyse I. R2 i Realbygget.			
15.15-16.00	Forelesning i MA1201 Lineær algebra og geometri. S8 i Sentralbygget.				
16.15-17.00					
17.15-18.00	Sikkerhetsforelesning R7 i Realbygget				
18.15-19.00					
19.15-20.00					

Uke 35: Ordinær undervisning i FY1001 og TDT4105 starter opp.

Realstartprosjekt

ROTASJON

PROSJEKTOPPGAVE for realfagstudiet i fysikk

Mål

Dere skal i denne prosjektoppgaven

- * utforske egenskaper til roterende legemer gjennom en enkel apparatur der ulike parametre kan endres,
- * lære hvilke matematiske og fysiske begrep som er nødvendig for å beskrive rotasjon,
- * motiveres til videre læring av mekanisk fysikk,
- * se behovet for bruk av matematikk i beskrivelse av fysikken.

Materiell

- * Apparaturopsett med nødvendig tilbehør (8 lodd, fjær med snor, vannbøtte, fjærvekt, sykkelcomputer).
- * Denne oppgaveteksten med teori.
- * Skrivesaker og papir. Linjal (30 cm).
- * Kalkulator. Stoppeklokke (armbåndsur eller mobiltlf).
- * En læringsassistent til hver gruppe.

Forberedelser

Lest gjennom denne teksten, ellers ingen spesielle.

Rapportlevering

Det skal leveres rapport fra prosjektet. Det leveres en rapport for hver gruppe på 5-6 studenter. Rapporten skal skrives på PC og bør minst inkludere innledning, beskrivelse av arbeidsprosessen, begrunnelse for de avgjørelsene dere har tatt, resultater og en konklusjon. Alle måleverdier (i tabellform) og utregninger skal vises.

Innleveringsfrist: torsdag 26. august kl. 12:00. Lever direkte til veileder. Prosjektet og rapporten teller som to (av totalt 15) av de obligatoriske øvingene i FY1001 Mekanisk fysikk.

Sikkerhet

- * Ikke sett større fart på karusellen enn hva fjæra kan gi, dvs. ikke bruk håndkraft i tillegg.
- * Tvinn opp snora i rett retning og start opptvinningen med ytterenden.
- * Vær forsiktig med den oppstrammede fjæra slik at den ikke slippes av vanvare.
- * Skru loddene godt til og fest på stoppeskruen og magnetene på enden av stengene.
- * Loddene må alltid festet symmetrisk på stengene.

Grunnleggende oppgaver

1. Prøv ut karusellen. Finn ut hva som kan endres på og sett karusellen i sving med ulike parametre. Hva er avgjørende for hvor fort apparaturen roterer? Ikke gjør noen målinger, bare observer, diskuter og gjør korte notater.

2. Sjekk også ut andre rotasjoner. F.eks. sett deg på en roterbar kontorstol med en tung fysikk- eller mattebok i hver hånd. La en kamerat sette deg i rotasjon og trekk hendene inntil kroppen. Hva skjer? Tenk gjennom og prøv å forklare. Enkelte idrettsutøvere utnytter slike effekter. Nevn eksempler. Andre stikkord: Lagring av energi i svinghjul, f.eks. for bil. Gyroskop og gyroeffekt (dette er vanskeligere saker!)

3. Hvordan kan karusellhastigheten angis? – D.v.s. med hvilken fysisk størrelse? Diskuter og skriv ned alle deres forslag. Noter også enhet for hver størrelse som foreslås.

4. Karusellhastigheten måles med en sykkelcomputer. Computeren angir (som alle sykkelcomputere) en hastighet V' i km/t. Hvordan kan du fra denne beregne omdreiningstida T for karusellen?

Tips: Du trenger en kalibreringsstørrelse for computeren (antatt hjulomkrets), den kan du lese av ved å trykke på “SET”-knappen på undersiden når computeren viser “ODO”. Spør veilederen hvis problem. Se også hvor mange magneter det er på karusellen og sjekk at alle registreres.

Sjekk formelen din ved å måle tida for f.eks. 10 omdreininger med klokke, og se om denne målte omdreiningstida T stemmer med hva du beregner fra sykkelcomputerens viste hastighet.

Fra denne formelen $T(V')$ skal du så sette opp sammenhengen mellom rotasjonshastigheten (vinkelhastigheten) ω (som er en av dem du bør ha foreslått i forrige punkt) og computerens viste hastighet V' . Denne skal du bruke i det følgende.

5. Fest på fire lodd (hver med masse m) på apparaturen i en passende avstand fra sentrum. På grunnlag av uttrykket for kinetisk energi (som dere kjenner fra videregående): $E = \frac{1}{2}mv^2$, finn et uttrykk for den kinetiske energien til disse fire loddene når de roterer. Bruk i dette tilfellet omløpstida (perioden) T som mål for rotasjonen. Resten av karusellen (stenger og skruer) har også energi, dette kommer vi straks tilbake til.

(Løsningen skal dere altså finne selv, veileder gir den nødvendig hjelp).

Tips: Hva er hastigheten v til hvert lodd?

6. I energiuttrykket over skal størrelsen $\sum mr^2$ inngå. Dette betegner “tregheten” for rotasjonen. Stor treghet betyr også at vi må bruke mye energi for å sette et system i rotasjon. Stemmer dette uttrykket med observasjoner i oppgave 1-3 ovenfor? – Dvs. at rotasjonstregheten ikke bare er avhengig av massen m men også av massens avstand fra rotasjonsaksen? Stor treghet betyr også at vi må bruke mye kraft (energi) for å stoppe et roterende systemet, som dere vel også har erfart?

7. I det videre skal dere ha ulike m og ulike r og måle hvordan omløpstida endres. Tenk gjennom og planlegg forsøk til å undersøke dette. Selve forsøket gjøres i et seinere punkt.

I den sammenheng er det gunstig å omforme energiuttrykket ved rotasjon:

Definer “treghetsmomentet” $I = \sum mr^2$ og rotasjonshastigheten $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Merk at ω uttrykker hastigheten til vinkelen (hvor mange radianer per sekund) og den kalles også vinkelhastigheten eller også vinkel-frekvensen. Et av forslagene dere ovenfor kom med til mål for omdreining er kanskje (rotasjons)frekvensen f , dvs. antall omdreininger per sekund - også kalt Hz, hertz. Hvordan er sammenhengen mellom ω og f ?

Med disse størrelsene kan den kinetiske rotasjonsenergien uttrykkes

$$E = \frac{1}{2}I\omega^2.$$

Vis dette!

Sammenlikning dette uttrykket med energiuttrykket $E = \frac{1}{2}mv^2$ for translasjon (lineær bevegelse). Tenk gjennom og noter ned hva som er de analoge størrelser!

8. Vi tilfører energi til systemet ved å strekke opp fjæra. Kjenner dere fra videregående skole uttrykket for energi til ei oppstrekt fjær? Hvis ikke, spør veilederen.

Eller kanskje dere kjenner Hookes lov for sammenheng mellom fjærkraft F og lengden x som fjæra er strekt fra likevektstilstand?

Bruk Hookes lov til å finne fjærkonstanten, k , for fjæra. Bruk fjærvekta og mål utstrekkingen x .

Beregn så hvor mye energi fjæra har når den er strekt f.eks. $x = 20$ cm. Hvor blir det av denne energien når fjæra “har gjort sitt arbeid”?

Anta i det videre at det ikke tapes noe energi, dvs. all fjærenergi overføres til rotasjonsenergi.

Ovenfor skal dere ha diskutert forslag til målinger av rotasjonen for ulike masser m og avstander r . Her følger noen forslag til prosedyrer dere kan følge: (Men har dere andre gode forslag så bruk gjerne dem.)

9. Først bør dere måle rotasjonen uten noen lodd på stengene. Lar vi M være den totale massen av alle lodd, er altså nå $M = 0$. Strekk ut fjæra til en passende fast lengde hver gang, gjerne samme lengde som i forrige punkt da dere beregnet energien. Mål rotasjonen og beregn rotasjonshastigheten ω . Gjør flere målinger.

Beregn fra disse målinger treghetsmomentet I_0 for den “nakne” karusellen. ($E = \frac{1}{2}I_0\omega^2$.)

10. Sett to lodd på apparaturen i passende avstand r fra rotasjonsaksen og symmetrisk om aksens¹. Mål igjen rotasjonen og beregn rotasjonshastigheten ω . Strekk fjæra til samme lengde som i forrige punkt.

Gjenta dette med 4, 6 og 8 lodd med samme avstand r hver gang og symmetrisk om aksens. Strekk alltid fjæra til samme lengde som i punktet over. Før resultatene inn i en tabell med verdier for ω og I som funksjon av total masse M . Hva observerer dere?

11. Varier nå avstanden r fra sentrum med f.eks. to lodd på karusellen. Mål rotasjonen for ulike avstander r . Beregn rotasjonshastigheten ω . Før resultatene inn i en tabell med verdier for ω som funksjon av r . Før også inn i tabellen treghetsmomentet I s.f.a. r .

¹Hva kan skje hvis loddene ikke plasseres symmetrisk?

Videregående oppgaver – utfør disse så langt dere får tid.

12. Sjekk hypotesen ovenfor om at det ikke tapes energi (dvs. energibevarelse). Dette gjelder både energitap i selve overføringen fra potensiell fjærenergi til kinetisk rotasjonsenergi og under selve rotasjonen. Diskuter hvordan hypotesen kan testes og utfør målingene.

13. Sett 8 lodd i tett rekke på en arm. For å få symmetri må du også feste 8 lodd på motstående arm, lån disse av en nabogruppe ². Hvordan vil du i dette tilfellet regne ut treghetsmomentet I ? Det er ulike metoder til dette, kom med forslag og drøft hvilken grad av nøyaktighet hver metode har. Du kan i den sammenhengen tenke på om den tidligere utregningen av $I = mr^2$ for f.eks. ett lodd er helt riktig? Dvs. hvilken r er rett å bruke for ett lodd?

14. Sett plastbøtta i sentrum på apparaturen med få eller ingen lodd på stengene. Sett det hele i rotasjon og hell langsomt vann opp i bøtta. Hva skjer? - Med rotasjonshastigheten og med vannet? Diskuter og finn forklaringer. Diskuter og undersøk også energibevarelsen (mer tap av energi?). Studer formen på vannoverflata ved ulike hastigheter. Her er det mange muligheter til observasjoner og målinger - prøv dere fram og lek dere så langt dere har tid.

Oppgitte verdier

Masse til hvert lodd: $m = 0,50$ kg

Lengden til hvert lodd: $\ell = 17$ mm.

Fjærkonstanten k er omtrentlig 400 - 500 N/m, men måles nøyaktigere selv.

Tyngens akselerasjon: $g = 9,81$ m/s².

Ideen til prosjektet: Ola Hunderi.

Tekst og opplegg: Arne Mikkelsen. Versjon 26. aug. 2005. (små årlige revisjoner etter dette)

²Eller bare bruke 4 lodd i rekke på hver arm.

Mal for skriving av rapport

1. Sammendrag (Abstract):

Sammendraget ligner litt på konklusjonen, men er kortere når det gjelder å oppsummere resultatene. I motsetning til konklusjonen settes resultatene i perspektiv i sammendraget. Eksperimentelle metoder og teoretiske modeller som benyttes skal inkluderes i sammendraget.

2. Introduksjon

Her settes eksperimentet i perspektiv. Man starter med å motivere eksperimentet. Hva er gjort før innenfor det aktuelle eksperimentelle eller teoretiske feltet (Husk referanser). Hvorfor er eksperimentet viktig? Framtidige bruksområder. Avslutt introduksjonen med å beskrive i veldig korte trekk hva som kommer videre i rapporten under delene 3 → 6.

3. Eksperimentell del

Her beskrives den eksperimentelle framgangsmåten i detalj. En skal ha i bakhodet at en ekstern person eller gruppe skal kunne kopiere eksperimentet ut fra beskrivelsen her. Standardprosedyrer som er alminnelig kjent, trenger man ikke å beskrive i detalj, men man referer heller til en ekstern, detaljert beskrivelse. Ofte inkluderes skisser/foto/tegninger av apparatur og oppsett dersom dette er hensiktsmessig og letter forståelsen av hvordan eksperimentet har blitt utført.

4. Teori

Utrekninger og utledninger som er viktige for resultat- og diskusjonsdelen skal inkluderes her. Referanser skal inkluderes for kjente ligninger og teorem som ikke utledes eksplisitt.

5. Resultater

Her skal resultatene beskrives konsist og presist. Benytt tabeller der dette gjør resultatene mer oversiktelige og vis trender og utviklinger ved hjelp av grafer og diagrammer. Utrekninger skal **ikke** forekomme i resultatdelen, men man refererer til teorien (Eks: Ved å bruke likningene (4) og (6) ble vinkelhastigheten funnet til å være $7,3 \pm 0,2$ rad/s).

6. Diskusjon

Her diskuteres resultatene med henblikk på konteksten i introduksjonen. Hvordan stemmer resultatene overens med teori og tidligere publiserte data? Feilkilder, både tilfeldige og systematiske, diskuteres. Antakelser og approksimasjoner diskuteres. Hva er konsekvensene av resultatene for evt. bruksområder.

7. Konklusjon

Konklusjonen er kort og konsis, og den er et sammendrag av de viktigste resultatene. I tillegg skal en konkluderende forklaring av resultatene være med til slutt.

8. Referanser