



KONTINUASJONSEKSAMEN I TFY4145 MEKANISK FYSIKK

Eksamensdato: Onsdag 6. aug. 2008

Eksamenstid: 09:00 - 13:00

Faglig kontakt under eksamen: Institutt for fysikk, Arne Mikkelsen, tlf. 7359 3433 / 486 05 392
Faglærer går runde på eksamenssalene mellom 11:00 og 11:30.

Studiepoeng: 7,5

Tillatte hjelpemidler (kode C):

Bestemt enkel godkjent kalkulator

Rottmann: Matematisk formelsamling (norsk eller tysk utgave).

C.Angell og B.E.Lian: Fysiske størrelser og enheter.

Vedlagt formelark(VEDLEGG C)

Sensurdato: Innen 27. aug. 2008.

Eksamenspapirene består av:

1. Førstesida (denne sida) med generell informasjon
2. En oppgave med flervalgsspørsmål, Oppgave 1 (VEDLEGG A)
3. "Tradisjonelle oppgaver" (VEDLEGG B)
4. Formelark med aktuelle formler og konstanter (VEDLEGG C)

Prosenttallene i parentes gitt ved hver oppgave angir hvor mye den i utgangspunktet vektlegges ved bedømmelsen. I de fleste tilfeller er det fullt mulig å løse etterfølgende punkter selv om et punkt foran skulle være ubesvart.

Noen generelle merknader:

- Symboler er angitt i kursiv (f.eks. m for masse), mens enheter angis uten kursiv (f.eks. m for meter)
- \hat{i} , \hat{j} og \hat{k} er enhetsvektorer i henholdsvis x -, y - og z -retning.

I flervalgsspørsmålene er kun ett av svarene rett. Du skal altså svare A, B, C, D eller E eller du kan svare blankt. **Rett svar gir 5 p, galt svar eller flere svar gir 0 p, blank (ubesvart) gir 1 p.**

Svar på flervalgsspørsmål i VEDLEGG A skriver du på første innleveringsark i en tabell liknende dette:

Spørsmål:	a	b	c	d	e	f	g
Mitt svar:							



KONTINUASJONSEKSAMEN I TFY4145 MEKANISK FYSIKK

Eksamensdato: Onsdag 6. aug. 2008

Eksamenstid: 09:00 - 13:00

Fagleg kontakt under eksamen: Institutt for fysikk, Arne Mikkelsen, tlf. 7359 3433/ 486 05 392
Faglærar går runde på eksamenssalane mellom 11:00 og 11:30.

Studiepoeng: 7,5

Tilletne hjelpemiddel (kode C):

Bestemt enkel godkjend kalkulator

Rottmann: Matematisk formelsamling (norsk eller tysk utgåve).

C.Angell og B.E.Lian: Fysiske størrelser og enheter.

Vedlagt formelark(VEDLEGG C)

Sensurdato: Innan 27. aug. 2008.

Eksamenspapira består av:

1. Førstesida (denne sida) med generell informasjon
2. Ei oppgåve med fleirvalsspørsmål, Oppgåve 1 (VEDLEGG A)
3. "Tradisjonelle oppgåver" (VEDLEGG B)
4. Formelark med aktuelle formalar og konstantar (VEDLEGG C)

Prosenttala i parentes gjevne ved kvar oppgåve syner normal vektlegging av oppgåva ved bedømminga. I dei fleste døme er det fullt mogeleg å løyse etterfølgjande punkt sjølv om eit punkt foran skulle vere utan svar.

Nokre generelle merknadar:

- Symbol er gjevne i kursiv (t.d. m for masse), medan einingar er gjevne utan kursiv (t.d. m for meter)
- \hat{i} , \hat{j} og \hat{k} er einingsvektorar i x -, y - og z -retning.

I fleirvalsspørsmåla er berre eitt av svara rett. Du skal altså svare A, B, C, D eller E eller du kan svare blankt. **Rett svar gir 5 p, galt svar eller fleire svar gir 0 p, blank (ubesvart) gir 1 p.**

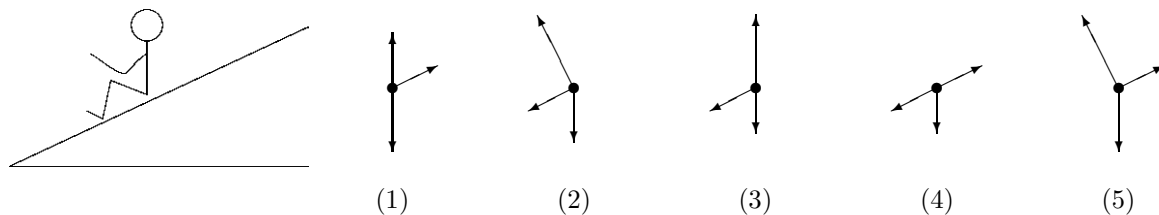
Svar på fleirvalsspørsmåla i VEDLEGG A skriv du på første innleveringsark i ein tabell liknande dette:

Spørsmål:	a	b	c	d	e	f	g
Mitt svar:							

Oppgave 1. Flervalgsspørsmål (teller 20%)

a. Kraftdiagrammet som best representerer kreftene som virker på en student som er i ro på skråplanet er

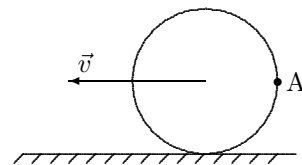
- A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5



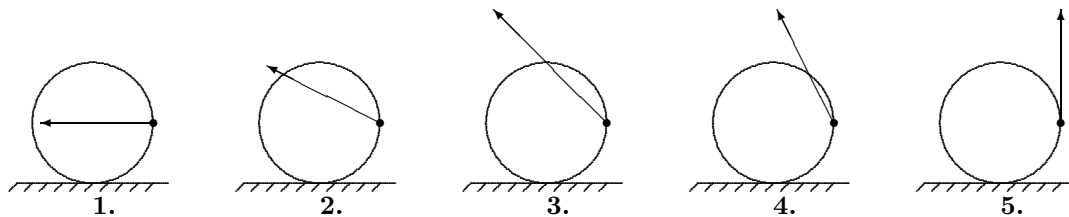
b. Den statiske friksjonskoeffisienten mellom en kloss på 10 kg og et plant underlag er 0,50, og den kinematiske friksjonskoeffisienten er 0,40. En horisontal kraft på 60 N virker på klossen. Anta $g = 10,0 \text{ m/s}^2$. Friksjonskrafta på klossen har størrelse

- A) 10 N
B) 40 N
C) 50 N
D) 60 N
E) Det er ikke nok opplysninger til å gi et entydig svar.

c. Et hjul med radius R ruller på flatt underlag mot venstre med hastighet v . Hvilken av figurene representerer riktig hastighetsvektor for et punkt A på hjulet?

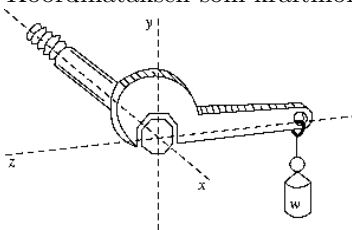


- A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5



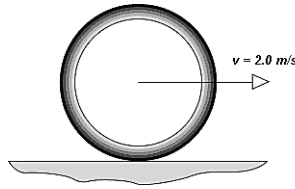
d. En skrue er påsatt et kraftmoment ved å henge en vekt w på enden av fastnøkkelen, som vist i figuren. Et koordinataksesystem er vist. Koordinataksen som kraftmomentvektoren peker er retta langs

- A) y
B) x
C) $-y$
D) $-x$
E) $-z$



e. En tynn metallring med masse 1,00 kg og radius 0,50 m har en translasjonshastighet på 2,0 m/s idet den ruller uten å glippe. Spinnet (dreieimpulsen) til ringen omkring dens massesenter er

- A) 1,00 kg m²s⁻¹
- B) 2,00 kg m²s⁻¹
- C) 8,00 kg m²s⁻¹
- D) 4,00 kg m²s⁻¹
- E) 0,50 kg m²s⁻¹

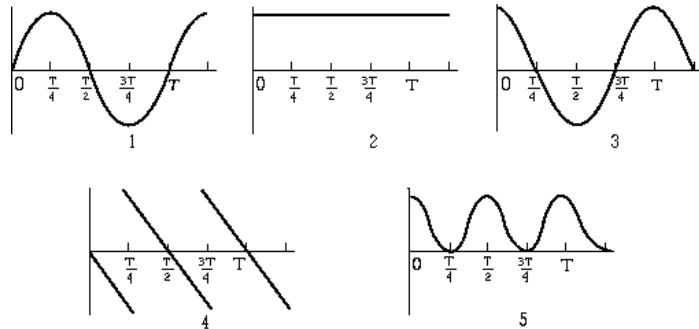


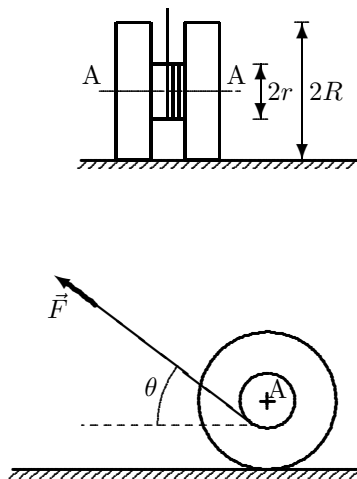
f. En masse er festet til ei masseløs fjær og svinger som en harmonisk oscillator med amplitude 4,00 cm. Når massen er 2,00 cm fra likevektsstillingen, hvor stor andel utgjør den potensielle energien av den totale energien?

- A) 1/4
- B) 1/3
- C) 1/2
- D) 2/3
- E) 3/4

g. Den kinetiske energien til et legeme som beveger seg i en harmonisk oscillasjon er plottet som funksjon av tida som er gitt i enheter av perioden T . Ved $t = 0$ er utsvinget lik null. Hvilken graf representerer disse betingelser?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5



Oppgave 2. Rulling. (teller 20%)

En jojo består av to identiske sylinderformede endestykker med radius R forbundet med ei sylinderaforma stang med radius r . Ei snor er vikla rundt stanga. Jojen er vist i figuren sett forfra (øverst) og fra siden (nederst).

Rotasjonsaksen A-A gjennom jojoens massemidtpunkt er indikert i figuren. Jojoen har total masse M og treghetsmoment I om rotasjonsaksen A-A. Jojoen befinner seg på et horisontalt underlag, og friksjonskoeffisienten mellom jojoen og underlaget er μ og tilstrekkelig stor til at jojoen ikke sklir. Definer positiv rulleretning (i nederste figur) med klokka og positiv translasjonretning mot høyre.

En kraft \vec{F} trekker i den frie enden av snora. Snora danner vinkelen θ mellom snora og horisontalretningen.

a. Tegn opp kraftdiagrammet (alle krefter) for jojoen.

b. Vinkelen θ varieres. For hvilken vinkel θ_0 vil jojoen **ikke** rulle hverken mot høyre eller venstre?

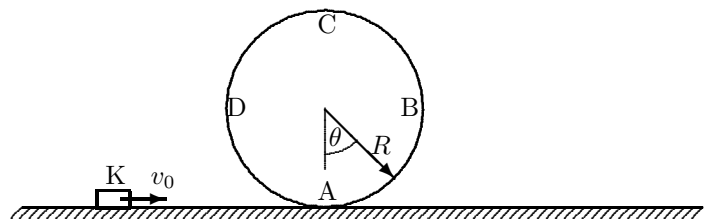
TIPS: Likevektsbetingelser for rotasjon og translasjon om tyngdepunktet eller om kontaktpunktet med bakken.

c. Anta det trekkes med kraft $F = |\vec{F}|$ under vinkel $\theta \neq \theta_0$. Sett opp Newtons 2. lov for translasjon og for rotasjon og vis fra disse at vinkelakselerasjonen, α til jojoen idet den starter opp en rein rullebevegelse er gitt ved:

$$\alpha = \frac{FR}{I + MR^2} \left(\frac{r}{R} - \cos \theta \right).$$

Oppgave 3. Loop (teller 30%)

En liten kloss K med masse m har på horisontalt underlag en hastighet v_0 mot en "loop" med radius R . Hastigheten er stor nok til at klossen sklir gjennom hele loopen ABCDA én gang uten å miste kontakten med underlaget, for så å fortsette på horisontalt underlag.



I oppgave a. og b. glir klossen friksjonsfritt på underlaget, også i loopen.

a. Tegn inn alle krefter som virker på klossen K når den er i posisjon C på høyeste punktet inni loopen.

b. Finn klossen fart i posisjon C.

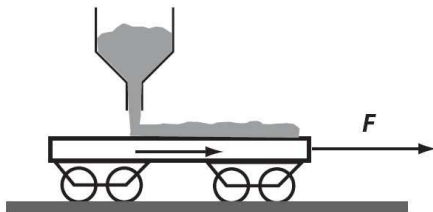
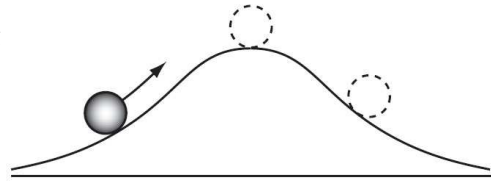
I oppgave c. og d. er det friksjon mellom klossen og underlaget (inkludert i loopen) med en kinematisk friksjonskoeffisient μ_k . La nå v_0 være klossen fart i posisjon A ved inngangen til loopen.

c. Finn et uttrykk for friksjonskrafta som virker på klossen i punkt B, gitt ved bl.a. farta v_B i punktet B.

d. Vi betrakter en posisjon "θ" i loopen mellom A og B der vinkelen mellom radiusvektorene mellom bunnpunktet A og posisjonen er lik θ . Sett opp uttrykk for energibalanse over en liten forflytning $d\theta$ for klossen og kom slik fram til en differensiallikning i $d\theta$ og dt som beskriver sammenhengen mellom v og θ langs loopen. Differensiallikningen skal ikke løses. TIPS: Finn friksjonsarbeidet.

Oppgave 4. Diverse (teller 30%)**a.**

Ei kule triller oppover en bakke, passerer toppen og triller så nedover en bakke på motsatt side. Skissér hvilken retning friksjonen virker fra underlaget på kula, på vei opp, på toppen og på vei ned. Begrunn svaret. Vi antar at vi har rein rulling for hele bevegelsen.



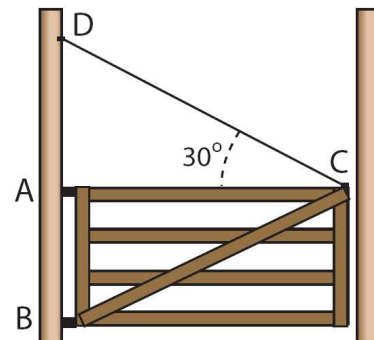
b. Ei jernbanevogn ruller sakte av gårde med konstant fart v_0 på et plant, horisontalt underlag. Det er ingen friksjon eller luftmotstand. Det faller grus loddrett ned på vogna gjennom en stor trakt. Mengde grus per tid som faller ned på vogna, $k = dm/dt$, er konstant. Den konstante farta v_0 holdes oppe av et lokomotiv ved ei trekkraft F .

Hvor stor kraft F må lokomotivet dra i vogna med for å holde konstant fart mens grusen faller ned på vogna?

Og hvor mye arbeid per tid må lokomotivet gjøre mens grusen faller?

c. Grinda i figuren til høyre har bredde $b = 4,00$ m, høyde $h = 2,00$ m og masse $m = 40,0$ kg. Massesenteret ligger i midten av grinda. Grinda henger i to hengsler A og B, men for å redusere krafta på hengslene, er det også spent opp ei snor mellom grinda og grindestolpen (i punktene C og D, henholdsvis). Snora er strammet til akkurat slik at den horisontale krafta på hengselen A er lik null.

Bestem snordraget i snora mellom C og D.



FORMELARK.

Formlenes gyldighetsområde og de ulike symbols betydning antas å være kjent. Symbolbruk som i forelesningene. I tillegg finnes en mengde definisjoner og formler i Angell & Lian: Fysiske størrelser og enheter.

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ Resten av konstantene hentes fra Angell & Lian: Fysiske størrelser og enheter.

$$\vec{F}(\vec{r}, t) = \frac{d\vec{p}}{dt}, \quad \text{der } \vec{p}(\vec{r}, t) = m\vec{v} = m\dot{\vec{r}}$$

$$\text{Konstant } \vec{a}: \quad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \quad \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2 \quad v^2 - v_0^2 = 2\vec{a} \cdot (\vec{r} - \vec{r}_0)$$

$$\text{Konstant } \vec{\alpha}: \quad \omega = \omega_0 + \alpha t \quad \theta = \theta_0 + \omega_0t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \quad \omega^2 - \omega_0^2 = 2\alpha \cdot (\theta - \theta_0)$$

$$\text{Arbeid } dW = \vec{F} \cdot d\vec{s} \quad \text{Kinetisk energi } E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_p(\vec{r}) = \text{potensiell energi (f.eks. tyngde: } mgh, \text{ fjær: } \frac{1}{2}kx^2) \quad \text{Konservativ kraft: } \vec{F} = -\vec{\nabla}E_p(\vec{r})$$

$$|F_f| \leq \mu_s \cdot F_\perp \quad |F_f| = \mu_k \cdot F_\perp \quad \text{Luftmotstand o.l.: } \vec{F}_f = -k_f\vec{v}$$

$$\text{Massefellespunkt: } \vec{r}_{\text{cm}} = \frac{1}{M} \sum_i \vec{r}_i m_i \rightarrow \frac{1}{M} \int \vec{r} \cdot dm$$

$$v = r\omega \quad \text{Sentripetalaksel. } a_c = -v\omega = -\frac{v^2}{r} = -\omega^2 r \quad \text{Baneaksel. } a_t = \frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt}$$

$$\text{Kraftmoment } \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad \text{Statisk likevekt: } \Sigma \vec{F}_i = \vec{0} \quad \Sigma \vec{\tau}_i = \vec{0}$$

$$\text{Spinn (dreieimpuls) } \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt} \quad \text{Stive legemer: } \vec{L} = I \cdot \vec{\omega} \quad \vec{\tau} = I \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

$$\text{Kinetisk energi } E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 \quad \text{der treghetsmoment } I = \sum_i m_i r_i^2 \rightarrow \int r^2 dm$$

$$\text{Massiv kule: } I_{\text{cm}} = \frac{2}{5}MR^2 \quad \text{Ring: } I_{\text{cm}} = MR^2 \quad \text{Sylinder/skive: } I_{\text{cm}} = \frac{1}{2}MR^2 \quad \text{Kuleskall: } I_{\text{cm}} = \frac{2}{3}MR^2$$

$$\text{Lang, tynn stav: } I_{\text{cm}} = \frac{1}{12}M\ell^2 \quad \text{Parallellakseteoremet: } I = I_{\text{cm}} + Md^2$$

$$\text{Gravitasjon: } \vec{F}(\vec{r}) = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r} \quad E_p(r) = -G \frac{M}{r} m$$

$$\text{Udempet svingning: } \ddot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad T = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad f_0 = \frac{1}{T} = \frac{\omega_0}{2\pi} \quad \text{Masse/fjær: } \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{Tyngdependel: } \ddot{\theta} + \omega_0^2 \sin \theta = 0, \text{ der } \sin \theta \approx \theta \quad \text{Fysisk: } \omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{I}} \quad \text{Matematisk: } \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

$$\text{Rakettlikningen: } \vec{F}_Y + \vec{v}_{\text{rel}} \cdot \frac{dm}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$