

OPPGAVE 1: Flervalgsoppgaver (Teller 45%, 18 stk som teller 2.5% hver)

1) Hva blir akselerasjonen (i absoluttverdi) til en kloss som glir *oppover* et friksjonsfritt skråplan med helningsvinkel 40° ?

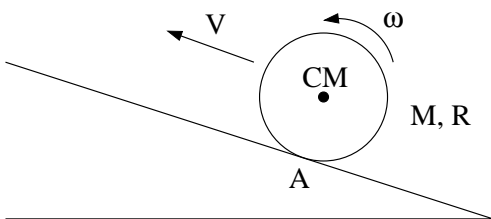
- A) 1.8 m/s^2 B) 3.1 m/s^2 C) 6.3 m/s^2 D) 9.8 m/s^2

2) Hva blir akselerasjonen (i absoluttverdi) til en kloss som glir *oppover* et skråplan med helningsvinkel 20° når kinetisk friksjonskoeffisient mellom kloss og skråplan er 0.32?

- A) 1.8 m/s^2 B) 3.1 m/s^2 C) 6.3 m/s^2 D) 9.8 m/s^2

3) Ei kompakt kule med masse M og radius R ruller uten å gli (slure) nedover et skråplan med helningsvinkel 30° . Kula har treghetsmoment $I_0 = 2MR^2/5$ mhp en akse gjennom massesenteret. Hva er kulas hastighet når den har rullet 1 m nedover langs skråplanet og starthastigheten var null? (Tips: Energibevarelse.)

- A) 0.45 m/s
 B) 1.15 m/s
 C) 1.95 m/s
 D) 2.65 m/s

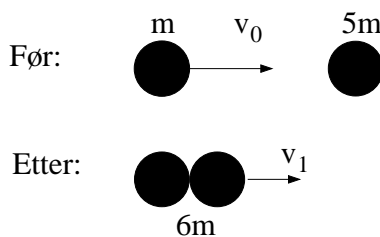


4) Ei kompakt kule med masse $M = 1 \text{ kg}$ og radius $R = 0.1 \text{ m}$ slurer (roterer og glir; $\omega \neq V/R$) oppover et skråplan med helningsvinkel 20° . Kinetisk friksjonskoeffisient mellom kule og skråplan er 0.15. Hva er netto ytre dreiemoment på kula, med kulas massesenter (CM) som referansepunkt?

- A) 0.14 Nm B) 0.75 Nm C) 1.31 Nm D) 1.92 Nm

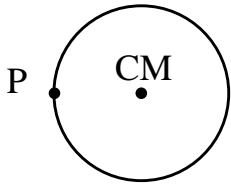
5) For samme situasjon som i oppgave 4, hva er netto ytre dreiemoment på kula, med kontaktpunktet (A) som referansepunkt?

- A) 0.07 Nm B) 0.34 Nm C) 0.61 Nm D) 0.88 Nm



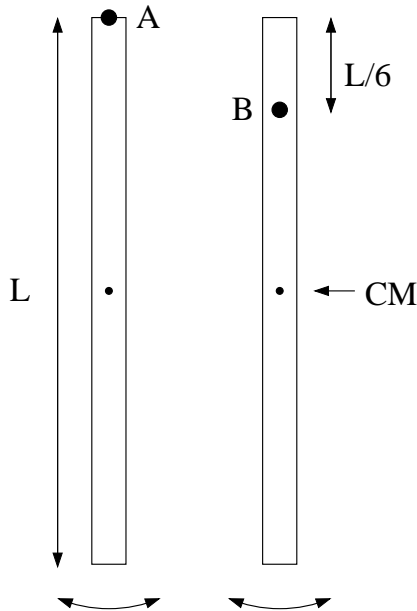
6) En masse m har hastighet v_0 ($v_0 \ll c$) og kolliderer fullstendig uelastisk med en annen masse $5m$ som ligger i ro. Etter kollisjonen henger de to massene sammen og har felles hastighet v_1 . Hvor mye kinetisk energi gikk tapt i kollisjonen?

- A) $3mv_0^2/8$ B) $mv_0^2/6$ C) $5mv_0^2/12$ D) $mv_0^2/12$



7) Ei sirkulær skive med masse m og radius r har treghetsmoment $mr^2/2$ med hensyn på en akse gjennom skivas massesenter (CM). Hva er skivas treghetsmoment med hensyn på en akse gjennom et punkt (P) på skivas periferi? (Begge akser står normalt på skivas plan.)

- A) mr^2 B) $3mr^2/2$ C) $2mr^2$ D) $5mr^2/2$



8) En tynn, jevntykk stav (fysisk pendel) har masse M , lengde L og treghetsmoment $I_0 = ML^2/12$ mhp en akse gjennom stavens massesenter (CM). Når staven svinger (friksjonsfritt) med små utsving fra likevekt om en akse helt øverst på staven (A), er perioden T_A . Dersom aksene parallellforskyves med $L/6$ i retning mot stavens massesenter (til posisjon B), er perioden T_B . Hva er forholdet T_B/T_A ? (Oppgitt: $\omega_0 = \sqrt{Mgd/I}$)

- A) $\sqrt{4/5}$ B) $\sqrt{5/6}$ C) $\sqrt{6/7}$ D) $\sqrt{7/8}$

9) Ei tynn stang lokalisert på x -aksen mellom $x = 0$ og $x = L$ har massetetthet (masse pr lengdeenhet) $\mu(x) = \mu_0 x^2/L^2$. Her er μ_0 en konstant. Hvor er stavens massesenter x_{CM} ? (Oppgitt: $dm = \mu dx$)

- A) $x_{CM} = L/2$ B) $x_{CM} = 2L/3$ C) $x_{CM} = 3L/4$ D) $x_{CM} = 4L/5$

10) To satellitter går i hver sin sirkulære bane rundt jorda, den ene i bane med fire ganger så stor radius som den andre. Hva er da forholdet mellom omløpstida (perioden) til de to satellittene?

- A) 2 B) 4 C) 8 D) 16

11) I jakten på formen på ei klessnor har du endt opp med å måtte løse ligningen $x = 5/4 - 2x/\sqrt{1 + 3x^2}$. Du satser på en enkel iterativ løsningsmetode, der en startverdi for x innsatt på høyre side av ligningen gir en oppdatert verdi av x , og dermed det iterative (repeterte) skjemaet

$$x_{i+1} = \frac{5}{4} - \frac{2x_i}{\sqrt{1 + 3x_i^2}}$$

Med startverdien $x_1 = 1.0$, hva blir x_3 ?

- A) $x_3 \simeq 0.53$ B) $x_3 \simeq 0.66$ C) $x_3 \simeq 0.79$ D) $x_3 \simeq 0.92$

12) Den ene strengen på en oktobass skal stemmes slik at grunntonen har frekvens 16.35 Hz. Strengen er fastspent i begge ender, har lengde 215 cm, og masse pr lengdeenhet 69.0 g/m. Strammingen i strengen må da tilsvare en strekk-kraft

- A) 68 N B) 168 N C) 268 N D) 341 N

13) En streng med masse pr lengdeenhet 69 g/m er skjøtt sammen med en streng med masse pr lengdeenhet 5 g/m. En harmonisk transversal bølge kommer inn mot skjøten. Hvor stor andel av bølgens energi blir reflektert i skjøten?

- A) 77% B) 55% C) 33% D) 11%

14) En kuleformet lydkilde sender ut lyd slik at lydtrykksnivået er 50 dB i avstand 50 m fra sentrum av lydkilden. I hvilken avstand fra lydkildens sentrum er lydtrykksnivået da 80 dB?

- A) 1.6 m B) 5.0 m C) 8.0 m D) 31 m

15) To små kuleformede lydkilder sender ut harmoniske lydbølger med samme frekvens og i fase. I en posisjon 10.0 m fra den ene og 13.4 m fra den andre lydkilden er lydintensiteten praktisk talt lik null. Hva kan du da si om den utsendte lydets frekvens? Lydens hastighet er 340 m/s.

- A) Frekvensen er nøyaktig 50 Hz. B) Frekvensen er minst 50 Hz.
C) Frekvensen er maksimalt 50 Hz. D) Intet kan sies om frekvensen.

16) Et jordskjelv på havbunnen skaper en forstyrrelse (bølgepakke) på havoverflaten med bølgelengder omkring 25 km. Vanndybden er $D = 0.5$ km. Omtrent hvor lang tid bruker bølgepakken på å vandre 800 km? Oppgitt: $\omega(k) = \sqrt{gk \tanh(kD)}$, $\tanh x \simeq x$ når $x \ll 1$, $\tanh x \simeq 1$ når $x \gg 1$.

- A) 0.7 timer B) 3.2 timer C) 8.9 timer D) 15 timer

17) Et stort cruiseskip seiler forbi 1 km fra land og lager en bølgepakke med bølgelengder omkring 20 m. Bølgene har retning rett mot land. Dybden er overalt mer enn 100 m. Omtrent hvor lang tid går det fra bølgepakken skapes til den slår mot land?

- A) 6 minutter B) 12 minutter C) 18 minutter D) 24 minutter

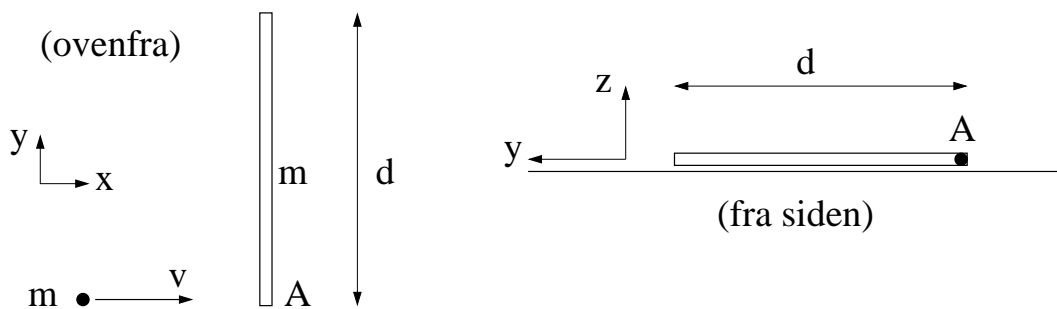
18) Frekvensen til grunntonen på en streng som er fastspent i begge ender, er

$$f = \frac{\sqrt{S/\mu}}{2L}.$$

Du anslår relative usikkerheter som følger: $\Delta S/S = 0.02$, $\Delta \mu/\mu = 0.002$ og $\Delta L/L = 0.001$. Hva blir da relativ usikkerhet i frekvensen, $\Delta f/f$?

- A) 7% B) 5% C) 3% D) 1%

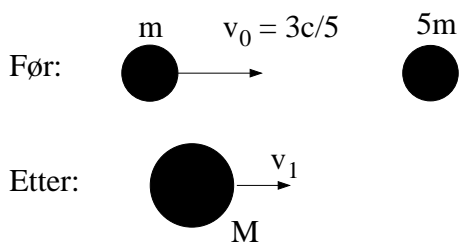
OPPGAVE 2: Uelastisk kollisjon mellom stav og prosjektil (Teller 30%)



En stav med lengde d og masse m ligger i ro på et horisontalt friksjonsfritt underlag, for eksempel ei glatt bordplate. Et prosjektil (som kan betraktes som en punktmasse) har samme masse m som staven, hastighet $\mathbf{v} = v \hat{x}$, og kolliderer fullstendig uelastisk med staven helt ute ved stavens ene ende (A). Etter kollisjonen (som har neglisjerbar varighet) beveger stav og prosjektil ("systemet") seg som ett legeme.

- Hva er hastigheten til systemets massesenter før sammenstøtet?
- Beskriv kvalitativt systemets bevegelse etter sammenstøtet.
- Forklar hvorfor systemets impuls og dreieimpuls er bevart i kollisjonen.
- Hva er systemets impuls \mathbf{p} ?
- Hva er systemets dreieimpuls \mathbf{L}_{CM} om sitt massesenter CM?
- Finn et uttrykk for $\Delta K = K_i - K_f$, dvs tapt kinetisk energi i sammenstøtet. Her er altså K_i og K_f systemets kinetiske energi hhv før og etter sammenstøtet.

OPPGAVE 3: Uelastisk relativistisk kollisjon (Teller 15%)



En partikkel med masse m har hastighet $v_0 = 3c/5$ og kolliderer fullstendig uelastisk med en partikkel med masse $5m$ som ligger i ro. (c er lyshastigheten) Etter kollisjonen består systemet av kun en partikkel med masse M og hastighet v_1 .

- Systemets totale relativistiske impuls kan skrives på formen $p = a mc$. Hva er a ?
- Systemets totale relativistiske energi kan skrives på formen $E = b mc^2$. Hva er b ?

Både a og b er dimensjonsløse tall. Dersom du ikke har fastlagt tallverdier for a og b , kan du rett og slett operere med a og b i fortsettelsen, etter behov.

Bruk prinsippene om bevaring av p og E til å bestemme følgende størrelser i slutt-tilstanden (dvs etter kollisjonen):

- Forholdet v_1/c .
- Forholdet M/m .
- Forholdet K/mc^2 . Her er K kinetisk energi etter kollisjonen.