

TFY4115 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Test 12.

Oppgave 1

En liten kloss med starthastighet v_0 glir nedover et skråplan med helningsvinkel α . Hva er friksjonskoeffisienten mellom kloss og skråplan dersom klossen glir med konstant hastighet v_0 ?

- A $\mu = 0$
- B $\mu = \sin \alpha$
- C $\mu = \cos \alpha$
- D $\mu = \tan \alpha$
- E $\mu = 1/\sin \alpha$

Oppgave 2

Anta i stedet at klossen i oppgave 1 stopper etter å ha glidd en lengde L nedover skråplanet. Hva er da friksjonskoeffisienten?

- A $\mu = \frac{v_0^2}{2gL \tan \alpha}$
- B $\mu = \sin \alpha + \frac{v_0^2}{2gL \sin \alpha}$
- C $\mu = \cos \alpha + \frac{v_0^2}{2gL \cos \alpha}$
- D $\mu = \frac{v_0^2}{2gL \cos \alpha}$
- E $\mu = \tan \alpha + \frac{v_0^2}{2gL \cos \alpha}$

Oppgave 3

En masse m henger i ei tilnærmet masseløs snor med lengde L . En identisk masse m med horisontalhastighet v_0 kolliderer fullstendig uelastisk med massen som henger i snora. Hva er de to massenes felles hastighet umiddelbart etter kollisjonen?

- A $v_0/2$
- B $v_0/4$
- C v_0
- D $v_0/8$
- E $v_0/6$

Oppgave 4

Hvor mye kinetisk energi gikk tapt i kollisjonen i forrige oppgave?

- A $mv_0^2/16$
- B $mv_0^2/8$
- C $mv_0^2/4$
- D $mv_0^2/3$
- E $mv_0^2/2$

Oppgave 5

Hva er vinkelen mellom snora og loddlinja når de to sammenhengende massene i forrige oppgave snur? Vi antar at snora hele tiden er stram.

- A $\arccos(v_0^2/gL)$
- B $\arccos(1 - v_0^2/8gL)$
- C $\arccos(1 - 8gL/v_0^2)$
- D $\arcsin(1 - v_0^2/4gL)$
- E $\arcsin(1 - v_0^2/16gL)$

Oppgave 6

Anta at maksimalt utsving for pendelen i forrige oppgave er lite. Hva er da pendelens svingetid (periode)?

- A $2\pi\sqrt{L/g}$
- B $\sqrt{mg/L}$
- C $2\pi\sqrt{gL}$
- D $\sqrt{2mgL}$
- E $\sqrt{g/L}/2\pi$

Oppgave 7

Fire masser m er plassert i hvert sitt hjørne av et kvadrat med sidekanter a og er festet sammen med fire like lange og tilnaermet masseløse pinner. Hva er treghetsmomentet I_0 mhp en akse gjennom massesenteret og normalt på kvadratets plan?

- A $I_0 = ma^2$
- B $I_0 = 2ma^2$
- C $I_0 = 3ma^2$
- D $I_0 = 4ma^2$
- E $I_0 = 5ma^2$

Oppgave 8

For kvadratet i forrige oppgave, hva er treghetsmomentet I_1 mhp en akse gjennom en av sidekantenes midtpunkt? (Fremdeles normalt på kvadratets plan.)

- A $I_0 = ma^2$
- B $I_0 = 2ma^2$
- C $I_0 = 3ma^2$
- D $I_0 = 4ma^2$
- E $I_0 = 5ma^2$

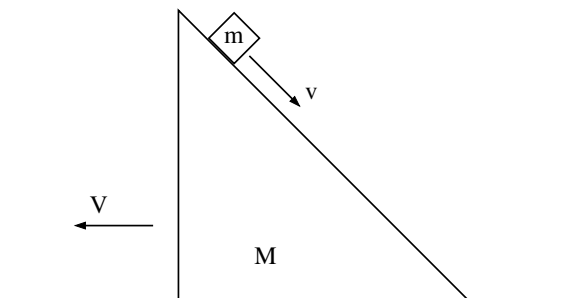
Oppgave 9

For kvadratet i forrige oppgave, hva er treghetsmomentet I_2 mhp en akse gjennom et av de fire hjørnene? (Fremdeles normalt på kvadratets plan.)

- A $I_0 = ma^2$
- B $I_0 = 2ma^2$
- C $I_0 = 3ma^2$
- D $I_0 = 4ma^2$
- E $I_0 = 5ma^2$

Oppgave 10

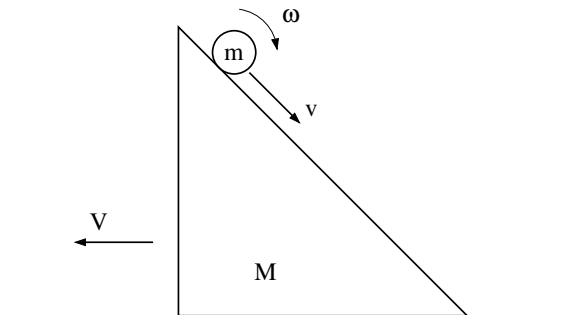
Denne og neste oppgave er ganske utfordrende, spesielt oppgave 11.



Et skråplan har helningsvinkel 45 grader og masse M . Skråplanet ligger på et plant underlag. En liten kloss med masse m legges på skråplanet i høyde h over underlaget. Klossen slippes med starthastighet lik null. Alle flater er så glatte at friksjonskrefter kan neglisjeres. Hva blir skråplanets hastighet i det klossen treffer underlaget? (Tips: Bevaringslover.)

- A $\sqrt{\frac{2gh}{3+2M/m+3M^2/m^2}}$
- B $\sqrt{\frac{2gh}{1+4M/m+5M^2/m^2}}$
- C $\sqrt{\frac{2gh}{1+3M/m+2M^2/m^2}}$
- D $\sqrt{\frac{2gh}{3+7M/m+4M^2/m^2}}$
- E $\sqrt{\frac{2gh}{2+5M/m+M^2/m^2}}$

Oppgave 11



Hva blir skråplanets hastighet dersom klossen i forrige oppgave erstattes av en liten ring med masse m som ruller rent (dvs uten å gli) nedover skråplanet? (Tips: Rullebetingelsen er oppfylt i skråplanets referansesystem.)

A $\sqrt{\frac{2gh}{3+2M/m+3M^2/m^2}}$

B $\sqrt{\frac{2gh}{1+4M/m+5M^2/m^2}}$

C $\sqrt{\frac{2gh}{1+3M/m+2M^2/m^2}}$

D $\sqrt{\frac{2gh}{3+7M/m+4M^2/m^2}}$

E $\sqrt{\frac{2gh}{2+5M/m+M^2/m^2}}$

Oppgave 12

Et tynt kuleskall (f.eks en bordtennisball) med radius R ligger på et plant underlag. Kuleskallet gis et kortvarig horisontalt støt (kraft F med varighet Δt) og begynner umiddelbart å rulle uten å gli (slure). Hvor høyt H over underlaget fikk kuleskallet støtet? ($I_0 = 2MR^2/3$)

A $H = 3R/5$

B $H = 4R/5$

C $H = R$

D $H = 5R/4$

E $H = 5R/3$

Oppgave 13

Kuleskallet i oppgave 12 ruller rent med masse M og hastighet V_0 . Hva er kuleskallets totale dreieimpuls L relativt et punkt på underlagets overflate (i samme vertikale plan som kuleskallets massesenter)?

A $L = 5MRV_0/3$

B $L = 5MRV_0/4$

C $L = MRV_0$

D $L = 4MRV_0/5$

E $L = 3MRV_0/5$

Oppgave 14

Planeten Venus går i tilnærmet sirkulær bane rundt sola (eksentrisitet ca 0.007) med midlere hastighet 35.2 km/s. Planetens masse er $4.87 \cdot 10^{24}$ kg, og midlere avstand til sola er 108 millioner km. Hva er Venus' banedreieimpuls, med sola som referansepunkt?

- A $L_b = 1.35 \cdot 10^{36}$ kg m²/s
- B $L_b = 1.85 \cdot 10^{36}$ kg m²/s
- C $L_b = 1.35 \cdot 10^{40}$ kg m²/s
- D $L_b = 1.85 \cdot 10^{40}$ kg m²/s
- E $L_b = 1.35 \cdot 10^{44}$ kg m²/s

Oppgave 15

Venus er med god tilnærmelse kuleformet, med radius 6052 km. Planeten roterer en gang omkring sin egen akse i løpet av 243 døgn. (Dvs, 1 venusdøgn tilsvarer 243 jorddøgn.) Detaljene om Venus' indre er ikke kjent, men la oss her anta en uniform massefordeling, slik at treghetsmomentet mhp en akse gjennom sentrum er $I_0 = 2MR^2/5$. Hva er, med denne antagelsen, planetens indre dreieimpuls (spinnets)?

- A $L_s = 1.64 \cdot 10^{31}$ kg m²/s
- B $L_s = 2.14 \cdot 10^{31}$ kg m²/s
- C $L_s = 1.64 \cdot 10^{35}$ kg m²/s
- D $L_s = 2.14 \cdot 10^{35}$ kg m²/s
- E $L_s = 1.64 \cdot 10^{39}$ kg m²/s

Oppgave 16

Det har vært foreslått å utnytte temperaturforskjeller i havet til å drive varmekraftverk. Hvis havets overflatetemperatur er 22 grader celsius og temperaturen på havbunnen er 4 grader celsius, hva er maksimal teoretisk virkningsgrad i et varmekraftverk som opererer mellom disse temperaturene?

- A 6%
- B 28%
- C 50%
- D 72%
- E 94%

Oppgave 17

Hvis varmekraftverket i forrige oppgave skal produsere 1 GW elektrisk effekt med havvann som arbeidssubstans, hvor mye vann må da minst "prosesserer" pr sekund (for å trekke varmeenergi ut av vannet)? Vannets varmekapasitet er ca 4 J pr gram og pr kelvin.

- A 108 tonn
- B 138 tonn
- C 168 tonn
- D 198 tonn
- E 228 tonn

Oppgave 18

Et ikke ubetydelig problem med en idealisert Carnot-maskin er at arbeidssubstansen utveksler varme ved temperaturer som er "uendelig nær" temperaturene T_2 og T_1 til hhv høytemperatur- og lavtemperaturreservoaret. Dermed må prosessen gå "uendelig langsomt", og effekten dW/dt som maskinen kan levere blir "uendelig liten", selv om virkningsgraden blir optimal og lik $1 - T_1/T_2$. I praksis må vi derfor la Carnot-maskinens arbeidssubstans utveksle varme med høytemperaturreservoaret ved en temperatur $T_h < T_2$ og med lavtemperaturreservoaret ved en temperatur $T_c > T_1$. Virkningsgraden reduseres dermed til $\eta = 1 - T_c/T_h$; til gjengjeld får produsert effekt (arbeid pr tidsenhet) $P = dW/dt$ en verdi som vi kan leve med, og som kan gjøre maskinen vår lønnsom. Denne og de neste tre oppgavene omhandler en slik "realistisk" Carnot-maskin. Anta at arbeidssubstansen utveksler en varmeeffekt med varmereservoarene proporsjonal med temperaturdifferansen. Anta dessuten at arbeidssubstansen er i kontakt med de to varmereservoarene i like lang tid Δt pr syklus. Vi kan da skrive $Q_2 = \Delta t K (T_2 - T_h)$ og $Q_1 = \Delta t K (T_1 - T_c)$ for varme tilført arbeidssubstansen ved hhv høy og lav temperatur. Som vanlig er $Q_1 < 0$, dvs at det avgis varme fra arbeidssubstansen til lavtemperaturreservoaret. Bruk de gitte opplysninger og antagelser til å finne temperaturen T_c uttrykt ved de tre øvrige temperaturene.

A $T_c = \frac{T_1 T_h}{2T_h - T_2}$

B $T_c = \frac{T_2 T_h}{2T_1 - T_h}$

C $T_c = \frac{T_1 T_2}{2T_2 - T_1}$

D $T_c = \frac{T_1 T_h}{T_2}$

E $T_c = \frac{T_1 T_2}{T_h}$

Oppgave 19

Vi antar at de to adiabatiske delprosessene foregår mye raskere enn de to isoterme delprosessene. Hva blir da produsert effekt $P = W/\Delta t = (Q_1 + Q_2)/\Delta t$, uttrykt ved de tre temperaturene T_1 , T_2 og T_h , samt konstanten K ?

A $P = K(T_2 + T_h - T_1 - T_2 T_h / (2T_1 - T_2))$

B $P = K(T_h + T_1 - T_2 - T_1 T_2 / (2T_2 - T_h))$

C $P = K(T_1 + T_2 - T_h - T_1 T_h / (2T_h - T_2))$

D $P = K(T_1 + T_2 - T_h - T_1 T_h / (2T_2 - T_h))$

E $P = K(T_2 - T_h + T_1 T_h / T_2)$

Oppgave 20

For gitte reservoartemperaturer T_1 og T_2 , hva må T_h være for at maskinen skal yte optimal effekt P ?

Tips: Optimer P med hensyn på T_h , med utgangspunkt i forrige oppgave. Du ender opp med å måtte løse en andregradsligning for T_h .

A $T_h = \frac{2}{5}(T_2 - \sqrt{T_1 T_2})$

B $T_h = \frac{1}{4}(T_2 + \sqrt{3T_1 T_2})$

C $T_h = \frac{1}{4}(T_1 - \sqrt{T_1 T_2})$

D $T_h = \frac{1}{3}(T_1 + \sqrt{T_1 T_2})$

E $T_h = \frac{1}{2}(T_2 + \sqrt{T_1 T_2})$

Oppgave 21

Når nå maskinen opereres slik at den yter maksimal effekt, hva blir da virkningsgraden ($\eta = 1 - T_c/T_h$) uttrykt ved reservoartemperaturene T_1 og T_2 ?

A $\eta = 1 - (T_1/T_2)^{1/4}$

B $\eta = 1 - T_2/T_1$

C $\eta = 1 - \sqrt{T_2/T_1}$

D $\eta = 1 - \sqrt{T_1/T_2}$

E $\eta = 1 - T - 1/T_2$

Oppgave 22

En varmemengde 1500 J overføres fra et legeme med temperatur 500 K til et legeme med temperatur 300 K. (Begge legemer er så store at temperaturendringene er neglisjerbare.) Hva er total entropiendring for de to legemene til sammen?

- A Null
- B -2 J/K
- C 2 J/K
- D -1 J/K
- E 1 J/K

Oppgave 23

En kopp kaffe avkjøles fra 90 til 20 grader celsius, slik at kaffens entropi avtar med ca 200 J/K. Med hvilken faktor reduseres da antall mikrotilstander Ω i kaffen? (I følge Boltzmanns definisjon av entropi er $S = k_B \ln \Omega$.)

- A $\Omega(20)/\Omega(90) \simeq 0.22$
- B $\Omega(20)/\Omega(90) \simeq 10^{-25}$
- C $\Omega(20)/\Omega(90) \exp(-90)$
- D $\Omega(20)/\Omega(90) \simeq 10^{-363}$
- E $\Omega(20)/\Omega(90) \exp(-1.5 \cdot 10^{25})$