TFY4106 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 $I_0 = 5ma^2$

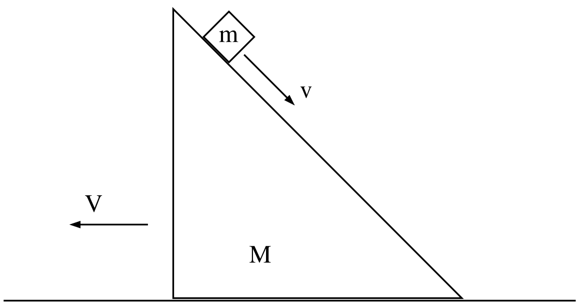
Oppgave 9

For kvadratet i forrige oppgave, hva er treghetsmomentet I_2 mhp en akse gjennom 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 $\sqrt{\frac{2gh}{3+2M/m+3M^2/m^2}}$

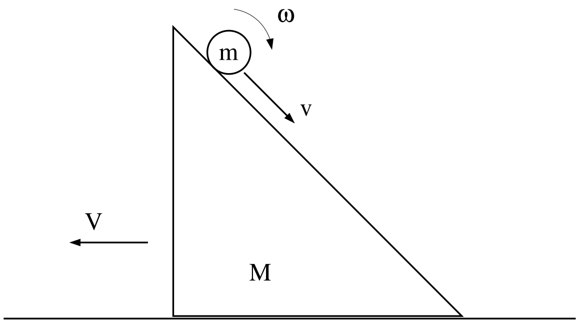
B $\sqrt{\frac{2gh}{1+4M/m+5M^2/m^2}}$

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 m^2/s
B $L_b = 1.85 \cdot 10^{36}$ kg m^2/s
C $L_b = 1.35 \cdot 10^{40}$ kg m^2/s
D $L_b = 1.85 \cdot 10^{40}$ kg m^2/s
E $L_b = 1.35 \cdot 10^{44}$ kg m^2/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 (spinnet")?

A $L_s = 1.64 \cdot 10^{31}$ kg m^2/s
B $L_s = 2.14 \cdot 10^{31}$ kg m^2/s
C $L_s = 1.64 \cdot 10^{35}$ kg m^2/s
D $L_s = 2.14 \cdot 10^{35}$ kg m^2/s
E $L_s = 1.64 \cdot 10^{39}$ kg m^2/s

Oppgave 16

En elastisk tråd har masse 50 g og lengde 5.0 m når den strekkes med en kraft på 10 N. Når strekk-kraften dobles, øker lengden med 1.0 m. Med hvor mange prosent øker hastigheten for transversale bølger på strengen ved en slik dobling av strekk-kraften?

A 41%
B 48%
C 55%
D 62%
E 69%

Oppgave 17

En brannbil kommer kjørende i full fart. Hvor stort er dopplerskiftet på brannbilens sirene i det den passerer deg der du står på fortauet?

A Null
B 2%
C 4%
D 6%
E 8%

Oppgave 18

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 19

Hvis varmekraftverket i forrige oppgave skal produsere 1 GW elektrisk effekt med havvann som arbeidssubstans, hvor mye vann må da minst "prosesseres" 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 20

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 21

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 22

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 23

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 24

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 25

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 $\Omega(20)/\Omega(90) \exp(-1.5 \cdot 10^{25})$