

Eksamensoppgave i TFY4115 Fysikk

Faglig kontakt under eksamen: Arne Mikkelsen

Tlf.: 48 60 53 92

Eksamensdato: 6. desember 2018

Eksamenstid (fra-til): 09.00-13.00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: C.

Rottmann, matematisk formelsamling. Godkjent kalkulator.

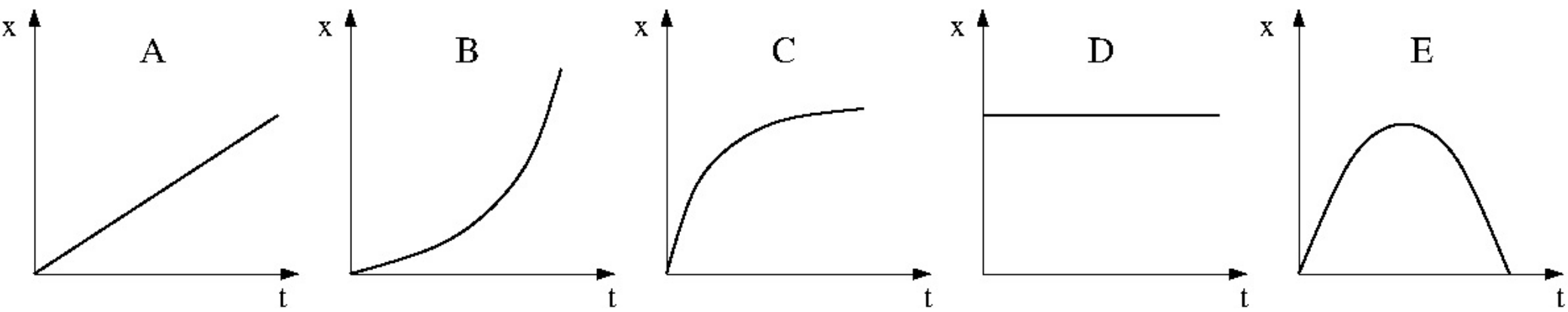
Annen informasjon:

50 flervalgsoppgaver med lik vekt. Kun ett svar er korrekt på hver oppgave.

1 poeng for riktig svar. 0 poeng for feil svar eller intet svar.

Merk! Studenter finner sensur i Studentweb. Har du spørsmål om din sensur må du kontakte instituttet ditt. Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike spørsmål.

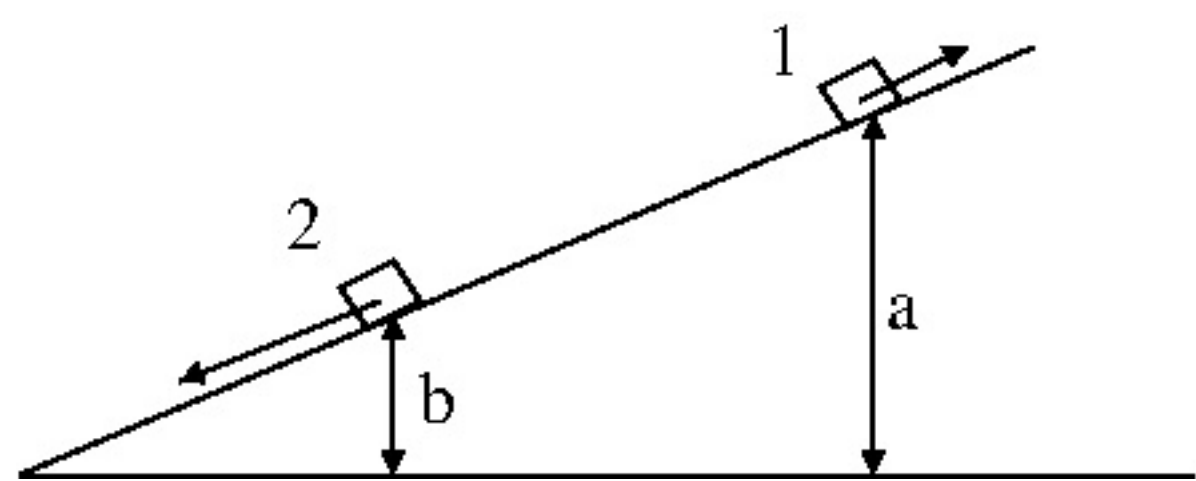
- 1 Ei kule skytes (ved tid $t = 0$) ut med en vinkel på 25 grader relativt horisontalplanet. Anta at luftmotstand kan neglisjeres. Hvilken graf illustrerer da best kulas horisontale posisjon som funksjon av tiden?



Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 2 En kloss glir uten friksjon på et skråplan. Klossen starter i posisjon 1 og har da hastighet v_1 oppover skråplanet. Hva blir klossens hastighet v_2 når den senere passerer posisjon 2 på vei nedover?



- A $[v_1^2 + 2g(a - b)]^{1/2}$
- B $[v_1^2 - 2g(a - b)]^{1/2}$
- C $[v_1^2 + g(a - b)]^{1/2}$
- D $[v_1^2 - g(a - b)]^{1/2}$
- E $[2g(a - b)]^{1/2}$

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

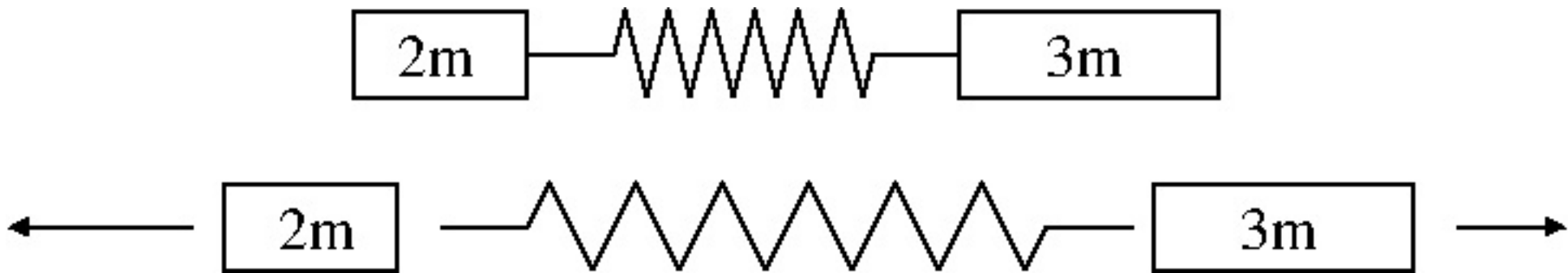
- 3 Du har planer om å ommøblere og forsøker å skyve ditt gamle, tunge piano bortover det teppebelagte gulvet. Den statiske og den kinetiske friksjonskoeffisienten er imidlertid så store som henholdsvis 0.8 og 0.6, så til tross for at du dytter (horisontalt) med en kraft på hele 700 N, er pianoet ikke til å rikke. Hva var friksjonskraften fra teppet på pianoet under kraftanstrengelsen?

- A Vi har ikke nok opplysninger til å bestemme friksjonskraften
- B 500N
- C 600N
- D 700N
- E 800N

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 4 To masser, $2m$ og $3m$, ligger på et friksjonsfritt bord på hver sin side av en (masseløs) spent fjær. Når fjærlåsen åpnes, skyves de to massene i hver sin retning. Hvordan fordeles den potensielle energien i den spente fjæra på kinetisk energi til de to massene?



- A 25% på $2m$, 75% på $3m$
B 75% på $2m$, 25% på $3m$
C 15% på $2m$, 85% på $3m$
D 85% på $2m$, 15% på $3m$
E 60% på $2m$, 40% på $3m$

Velg ett alternativ

- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D
☐ E

5



En gravemaskin kjører med hastighet 2 km/t . Hva er beltets minste og største hastighet?

- A 2 km/t B $0\text{ og }4\text{ km/t}$ C $0.5\text{ og }1.5\text{ km/t}$ D $0\text{ og }2\text{ km/t}$ E $1\text{ og }3\text{ km/t}$

Velg ett alternativ

- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D
☐ E

- 6
- Oppgave 6 - 11:
Kompakte stålkuler med radius 11.0 ± 0.1 mm skal brukes i eksperimenter som belyser Newtons lover og rotasjonsdynamikk. Hva er kulenes overflateareal?

A $15.21 \pm 0.01 \text{ cm}^2$

B $15.21 \pm 0.03 \text{ cm}^2$

C $15.21 \pm 0.05 \text{ cm}^2$

D $15.2 \pm 0.1 \text{ cm}^2$

E $15.2 \pm 0.3 \text{ cm}^2$

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 7
- Hva er kulenes (midlere) masse, dersom massetettheten er $7.86 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$?
- A 36.7 g
- B 43.8 g
- C 50.9 g
- D 58.0 g
- E 65.1 g

Velg ett alternativ

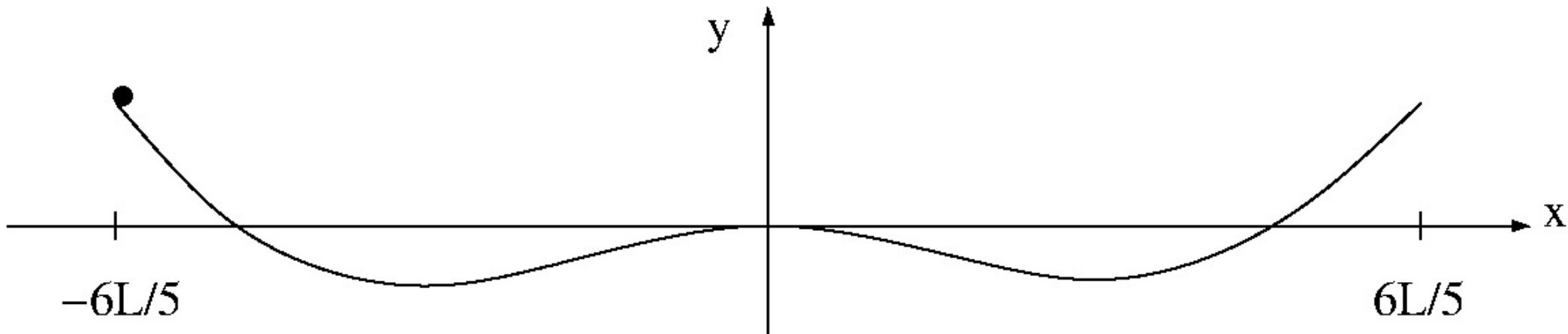
- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 8
- Hva er kulenes treghetsmoment pr masseenhhet (I_0/m) mhp en akse gjennom sentrum?
- A 28.4 mm^2
- B 33.4 mm^2
- C 38.4 mm^2
- D 43.4 mm^2
- E 48.4 mm^2

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

9



Ei slik kule (med radius 1.1 cm) ruller uten å gli på en bane med form

$$y(x) = y_0 \left[\left(\frac{x}{L}\right)^4 - \left(\frac{x}{L}\right)^2 \right]$$

der $y_0 = 25.0$ cm og $L = 250$ cm. Her angir y banehøyden som funksjon av den horisontale posisjonen x . Banen går fra $x = -6L/5$ til $x = 6L/5$. En *kvalitativ* skisse av banen er vist i figuren. Kula slippes med null starthastighet i posisjon $x = -6L/5$. Hva er kulas hastighet når den passerer $x = 0$? (Vi ser bort fra luftmotstand og andre mekanismer som fører til tap av mekanisk energi.)

- A 149 cm/s B 179 cm/s C 209 cm/s D 239 cm/s E 269 cm/s

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

10 Hva er banens helningsvinkel i hver ende (ved $x = \pm 6L/5$) ?

- A 16° B 20° C 24° D 28° E 32°

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

11 Hva er krumningsradien i banens to bunnpunkter?

A 625 cm B 550 cm C 475 cm D 400 cm E 325 cm

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

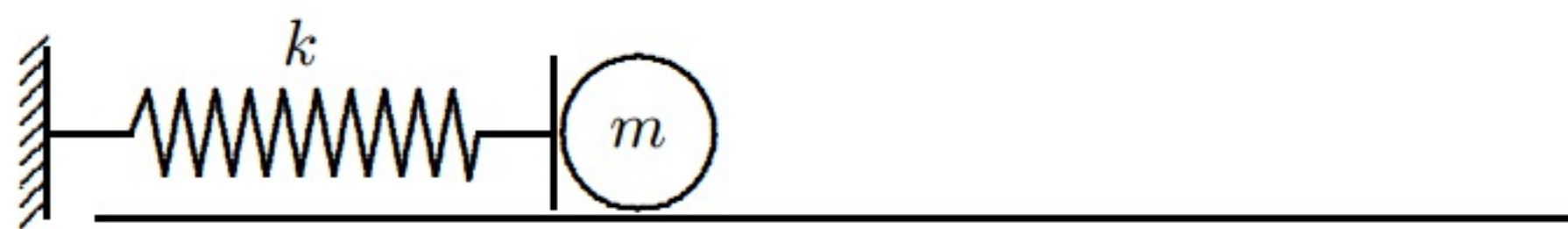
12 En kloss beveger seg på et horisontalt underlag uten friksjon. En horisontalt rettet kraft virker på klossen, på en slik måte at klossens kinetiske energi øker lineært med tiden.
Hvilken påstand er riktig?

- A Kraften på klossen er konstant.
- B Effekten tilført klossen er konstant.
- C Kraften på klossen øker lineært med tiden.
- D Effekten tilført klossen øker lineært med tiden.
- E Klossens impuls øker lineært med tiden.

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

13



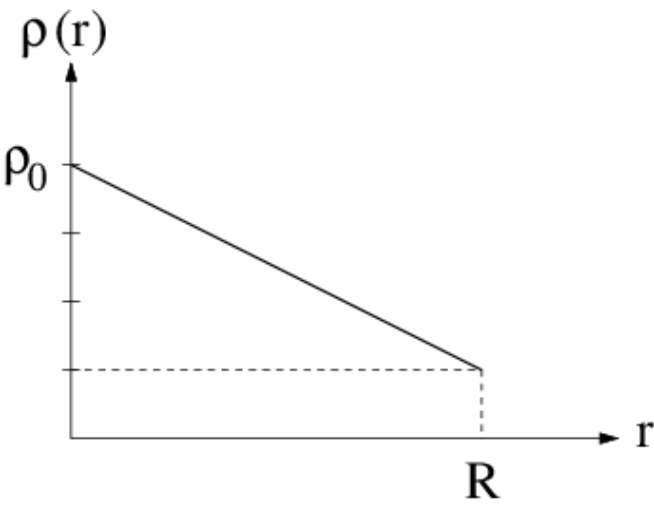
Ei kule med masse 42 g ligger på et horisontalt friksjonsfritt bord inntil ei ideell masseløs fjær. Fjæra er i utgangspunktet presset sammen 42 mm fra sin likevektslengde. Fjæra løses ut slik at kula akselererer mot høyre. Kulas hastighet når den forlater fjæra, dvs i det fjæra når sin likevektslengde, er 42 cm/s. Hva er fjæras fjærkonstant, i enheten N/m?

- A 1.0 B 2.6 C 4.2 D 5.8 E 7.4

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

14



Figuren ovenfor viser en forenklet modell for jordas massetetthet (masse pr volumenhet) $\rho(r)$. Her er r avstanden fra jordas sentrum. Basert på figuren, hva er konstanten α i funksjonen

$$\rho(r) = \rho_0 \left(1 - \alpha \frac{r}{R}\right)?$$

- A 0.15 B 0.35 C 0.55 D 0.75 E 0.95

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 15 Jordas totale masse kan med modellen i forrige oppgave skrives på formen

$$M = \beta \rho_0 R^3.$$

Hva er da verdien av β , uttrykt ved hjelp av konstanten α i forrige oppgave?

(Det oppgis at volumet av et tynt kuleskall er $dV = 4\pi r^2 dr$.)

- A $4\pi(1 - \alpha)/7$ B $\pi(4 - 3\alpha)/3$ C $2\pi(3 - \alpha)/5$
D $4\pi(2 - \alpha)/7$ E $2\pi(1 - 3\alpha)$

Velg ett alternativ

- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D
☐ E

- 16 En bil med masse 1500 kg kjører rundt og rundt med konstant fart 100 km/h i en rundkjøring med omkrets 250 m. Hva er bilens akselerasjon?

- A 11.3 m/s^2 B 14.0 m/s^2 C 16.7 m/s^2 D 19.4 m/s^2 E 22.1 m/s^2

Velg ett alternativ

- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D
☐ E

- 17

En liten kloss er festet til ei ideell fjær og utfører udempede harmoniske svingninger. Klossens maksimale utsving fra likevekt er 3.3 cm og dens maksimale akselerasjon er 9.6 cm/s^2 . Hva er da klossens maksimale hastighet?

A 4.5 cm/s B 5.6 cm/s C 6.7 cm/s D 7.8 cm/s E 8.9 cm/s

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 18

En rakett befinner seg ute i det ytre rom, upåvirket av ytre krefter. Rakettens bevegelse bestemmes da av "rekylkraften" $u \cdot dm/dt$, der $|u| = 2.6 \text{ km/s}$ er hastigheten til forbrent drivstoff (eksos) målt relativt raketten, og $|dm/dt| = 13 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$ er endringen i raketts masse pr tidsenhet, tilsvarende forbrent bensinmasse pr tidsenhet.

Ved et gitt tidspunkt har raketten masse $7.5 \cdot 10^5 \text{ kg}$ og hastighet 1.4 km/s . Hvor lang tid bruker raketten på å øke hastigheten til det dobbelte?

A 24 s B 56 s C ca 8 minutter D ca 1.5 timer E ca 3 døgn

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 19

Ei snookerkule er kompakt, med jevn massefordeling, diameter 5.25 cm og masse 130 g. Dersom ei slik kule ruller uten å gli med en hastighet 1.00 m/s, hva er da kulas totale dreieimpuls relativt kontaktpunktet mellom kula og underlaget?
- A $2.52 \cdot 10^{-5}$ Js B $3.69 \cdot 10^{-4}$ Js C $4.78 \cdot 10^{-3}$ Js D $5.81 \cdot 10^{-2}$ Js E 0.627 Js

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

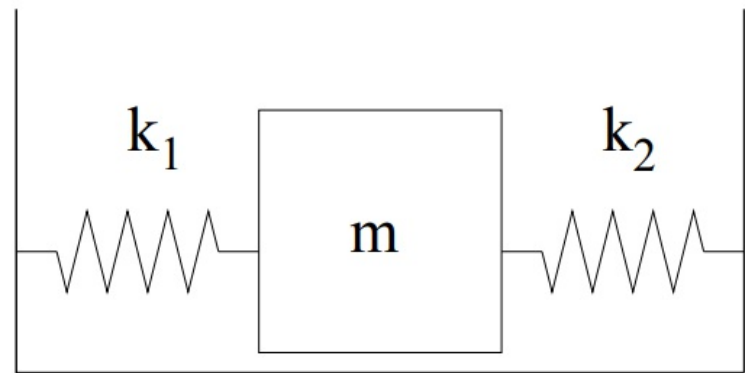
- 20

En bordtennisball er et tynt kuleskall med masse 2.7 g og radius 20 mm. La oss anta at en serve i bordtennis utføres slik at ballen påvirkes av en kraft med retning praktisk talt tangentielt til ballens overflate. Anta at kraften er konstant, med absoluttverdi 20 N, rettet horisontalt, og med varighet 1.0 ms. Hvor mange grader har ballen rotert i løpet av kontakttiden på 1.0 ms?
- A 16 B 26 C 36 D 46 E 56

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

21



En kloss med masse $m = 50\text{ g}$ er festet til to ideelle masseløse fjærer som vist i figuren. Fjærene har fjærkonstanter henholdsvis $k_1 = 60\text{ N/m}$ og $k_2 = 85\text{ N/m}$. Klossen trekkes horisontalt litt ut fra sin likevektsposisjon og slippes. Med hvilken periode (svingetid) svinger nå klossen fram og tilbake?

- A 1.0 s B 2.5 s C 73 ms D 0.12 s E 0.43 s

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

22 En kloss som glir nedover et friksjonsfritt skråplan med helningsvinkel β får en akselerasjon $a = dv/dt = g \sin \beta$ langs skråplanet. Anta at klossen ved tidspunktet $t_0 = 0$ starter i posisjonen $s_0 = 0$ (der s måles langs skråplanet) med hastighet $v_0 = 0.4\text{ m/s}$ (positiv nedover skråplanet). Numerisk løsning av klossens bevegelse med Eulers metode ("forward Euler") og konstant tidssteg Δt gir nå ligningene

$$v_{n+1} = v_n + a \Delta t, \quad s_{n+1} = s_n + v_n \Delta t$$

der v_n og s_n er henholdsvis hastighet og posisjon ved tidspunktet $t_n = n \Delta t$.

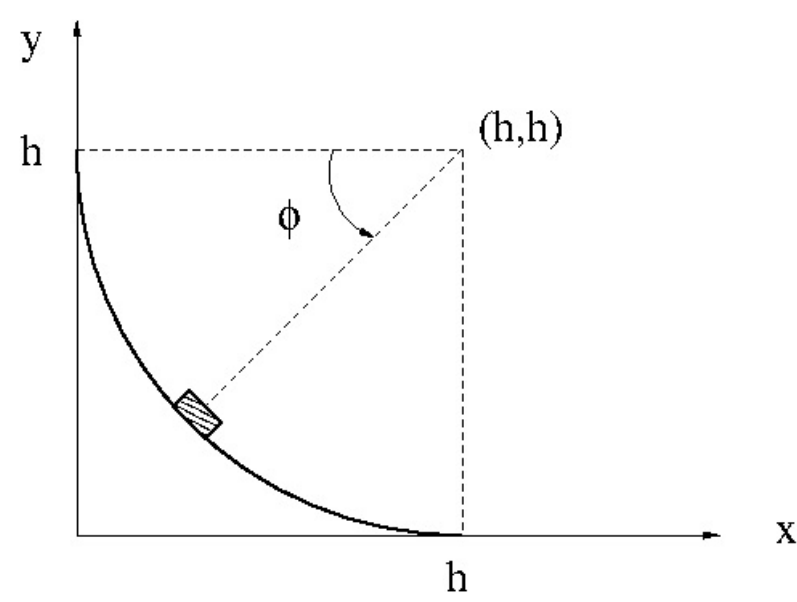
Dersom $\beta = 45^\circ$ og vi velger et tidssteg $\Delta t = 0.025\text{ s}$, hvor stor blir da feilen i s_1 (dvs absoluttverdien til avviket fra den eksakte analytiske verdien av s ved tidspunktet t_1)?

- A 2.2 mm B 2.6 mm C 3.0 mm D 3.4 mm E 3.8 mm

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

23 Oppgave 23 og 24:



Ovarennet i en hoppbakke har form som en kvartsirkel med radius h . Vi velger koordinatsystem slik at bommen (dvs startposisjonen) befinner seg i $(x, y) = (0, h)$ og hoppkanten i $(h, 0)$. Med (h, h) som referansepunkt er det klart at hopperen (en tilnærmet punktmasse) har en posisjon som er entydig bestemt av vinkelen ϕ , se figuren. Siden ovarennet er både bratt og helt uten friksjon, velger hopperen å slippe seg ut fra bommen med null starthastighet.

Hva er hopperens hastighet på hoppkanten dersom $h = 39$ m?

- A 80 km/t B 90 km/t C 100 km/t D 110 km/t E 120 km/t

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

24 Ved hvilken vinkel ϕ har hopperen maksimal vertikal hastighetskomponent?

- A 35° B 40° C 45° D 50° E 55°

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

25 En svakt dempet harmonisk oscillator får sitt maksimale utsving fra likevekt (dvs utsvingsamplituden) redusert med 0.03% for hver hele svingning (dvs pr periode) når den utfører frie dempede svingninger. Hva er da omtrent oscillatorens Q-faktor?

- A 85 B $1.5 \cdot 10^3$ C $3.3 \cdot 10^3$ D 10^4 E $8.5 \cdot 10^4$

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

26



En sugekopp har tre sirkulære "skiver", hver med diameter 115 mm. Hva er sugekoppens maksimale (teoretiske) løfteevne ved normale betingelser (dvs lufttrykk 1 atm)?

- A 252 kg B 287 kg C 322 kg D 357 kg E 392 kg

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

27 Vi betrakter reversible prosesser i en ideell gass. Hvor mange påstander er riktige?

- I en isoterm prosess er $dU = 0$
- I en adiabatisk prosess er $dQ = 0$
- I en isokor prosess er $dQ = dU$
- I en isobar prosess er $dp = 0$

A 0 B 4 C 3 D 2 E 1

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

28 En ideell gass befinner seg i en tilstand 1 med volum V_1 . Gassen gjennomgår følgende reversible prosesser:

Isoterm utvidelse fra V_1 til $V_2 = 2V_1$ (tilstand 2).

Adiabatisk kompresjon fra $V_2 = 2V_1$ til $V_3 = V_1$ (tilstand 3).

Hvilken påstand er rett?

- A Gassens indre energi er størst i tilstand 3
- B Trykket er lavest i tilstand 1
- C Tilført varme i prosessen $1 \rightarrow 2$ er lik avgitt varme i prosessen $2 \rightarrow 3$
- D Temperaturen er lavest i tilstand 3
- E Netto arbeid utført av gassen er positivt i prosessen $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 29

Luft består stort sett av nitrogen (N_2) og oksygen (O_2), samt litt av edelgassen argon (Ar; ca 1%). Ved normale betingelser (trykk 1 atm og romtemperatur), hva er forholdet mellom midlere kinetiske energi pr nitrogenmolekyl og midlere kinetiske energi pr argonatom?

A 1.67 B 1.55 C 1.43 D 1.31 E 1.19

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 30

I en varmepumpe gjennomgår "kjølemediet" en kretsprosess der det for hver syklus absorberer 4.5 kJ varme fra et varmereservoar med lav temperatur og gir fra seg 6.0 kJ varme til lufta innendørs (høytemperaturreservoaret). Varmepumpas effektfaktor er da

A 8.5 B 7.0 C 5.5 D 4.0 E 2.5

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

31 Oppgave 31 - 34:

En reversibel kretsprosess med en ideell gass som arbeidssubstans går fra tilstand a til tilstand b i en isoterm utvidelse, fra tilstand b til tilstand c i en isobar kompresjon, og til slutt fra tilstand c tilbake til tilstand a i en isokor prosess. Volum og temperatur i tilstand a er hhv V og T . Volumet i tilstand b er $2V$.

Ranger temperaturene i de tre tilstandene a, b og c.

A $T_b > T_a = T_c$

B $T_c > T_b > T_a$

C $T_b = T_a < T_c$

D $T_a > T_b > T_c$

E $T_a = T_b > T_c$

Velg ett alternativ

☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

☐ E

32 Ranger gassens entropi i de tre tilstandene a, b og c i forrige oppgave.

A $S_b > S_a > S_c$

B $S_c > S_b > S_a$

C $S_b > S_a = S_c$

D $S_c > S_a > S_b$

E $S_a = S_b > S_c$

Velg ett alternativ

☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

☐ E

33 Hvilket uttrykk tilsvare kretsprosessens virkningsgrad?

A $\frac{W_{ab}}{Q_{ab}+Q_{bc}}$ B $\frac{W_{ab}+W_{bc}}{Q_{ab}+Q_{bc}+Q_{ca}}$ C $\frac{W_{bc}}{Q_{bc}}$ D $\frac{W_{ab}+W_{bc}}{Q_{ab}+Q_{ca}}$ E $\frac{W_{ab}}{Q_{ab}}$

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

34 Arbeidssubstansen er 1.00 mol toatomig ideell gass. Anta at temperaturen i den isoterme utvidelsen er 500 K. Hva er da netto arbeid utført av gassen pr syklus av kretsprosessen?

A 645 J B 724 J C 803 J D 882 J E 961 J

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

35 En ideell gass er i utgangspunktet innestengt i den ene tredjedelen (2.5 liter) av en termisk isolert beholder med totalt volum 7.5 liter. I gassen er trykket 9.0 atm og temperaturen er 300 K. I det resterende volumet (5.0 liter) er det i utgangspunktet vakuum. En vegg fjernes hurtig, slik at gassen utvider seg isotermt (og irreversibelt) og fyller hele volumet på 7.5 liter. Hva blir endringen i gassens entropi?

A 4.1 J/K B 5.5 J/K C 6.9 J/K D 8.3 J/K E 9.7 J/K

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

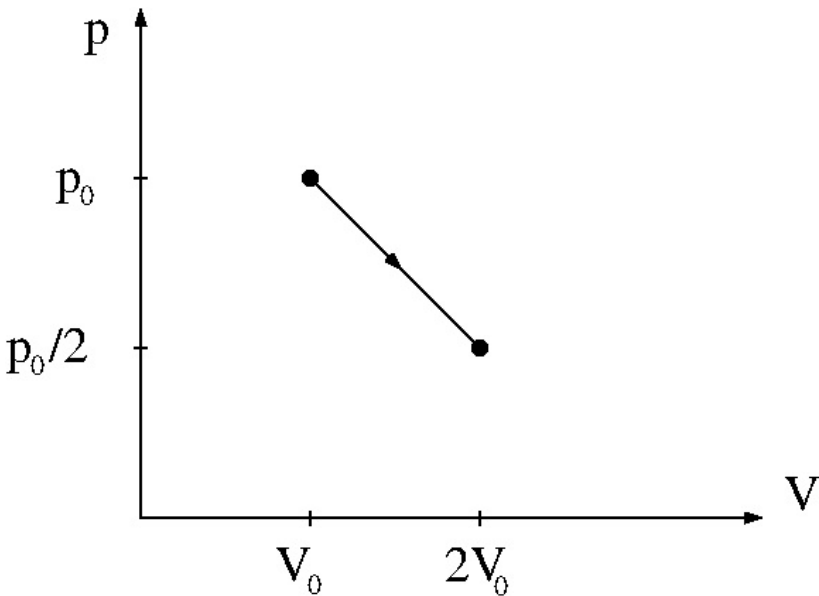
36 I en blanding av vann og is smelter 150 gram is (smeltevarme 334 J/g). Varmen tas fra omgivelsene, som holder konstant temperatur 23 grader celsius. Hva er entropiendringen i omgivelsene?

- A -339 J/K B -169 J/K C -44 J/K D 57 J/K E 296 J/K

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

37



En ideell gass utvider seg reversibelt fra en tilstand med trykk og volum hhv p_0 og V_0 til en tilstand med dobbelt så stort volum og halvparten så stort trykk. Prosessen foregår som skissert i figuren. Hvor stor er gassens entropiendring pr mol?

- A 5.8 J/K B 8.7 J/K C 13.1 J/K D 19.6 J/K E 29.4 J/K

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 38** Oppgave 38 - 46:
Isobutan, C_4H_{10} (R600a), brukes som kjølemedium i moderne kjøleskap og frysebokser. Ved normalt trykk (1 atm) koker isobutan ved -11.7°C . Temperaturen i trippelpunktet er mye lavere, 113.55 K. Molar fordampingsvarme er 21.3 kJ/mol, og molar masse (masse pr mol) er 58.12 g. Faselikevekten mellom isobutan i væske- og gassform beskrives brukbart med van der Waals tilstandsligning, med parameterverdier $a = 1.3041 \text{ m}^6 \text{ Pa/mol}^2$ og $b = 0.0001142 \text{ m}^3/\text{mol}$ (dvs $b = 0.1142 \text{ L/mol}$).

Vi betrakter 1.00 mol isobutan i gassform ved romtemperatur, 293 K, og med volum lik 7.88 L. Hva er trykket dersom vi benytter tilstandsligningen for ideell gass?

A 2.19 atm B 2.62 atm C 3.05 atm D 3.48 atm E 3.91 atm

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 39** Dersom vi i forrige oppgave benytter van der Waals tilstandsligning, hva er trykket i 7.88 L isobutangass ved 293 K, med samme stoffmengde, 1.00 mol?

A 1.17 atm B 1.60 atm C 2.03 atm D 2.46 atm E 2.89 atm

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 40

Ved samme temperatur og ved samme trykk som du beregnet i forrige oppgave kan 1.00 mol isobutan komprimeres og kondensere i sin helhet til væske. Hvor stort væskevolum gir van der Waals tilstandsligning ved disse betingelsene?

(Tips: Det er ikke nødvendig å kjenne svaret på forrige oppgave for å finne riktig svar her.)

A 0.03 L B 0.17 L C 3.1 L D 6.2 L E 7.4 L

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 41

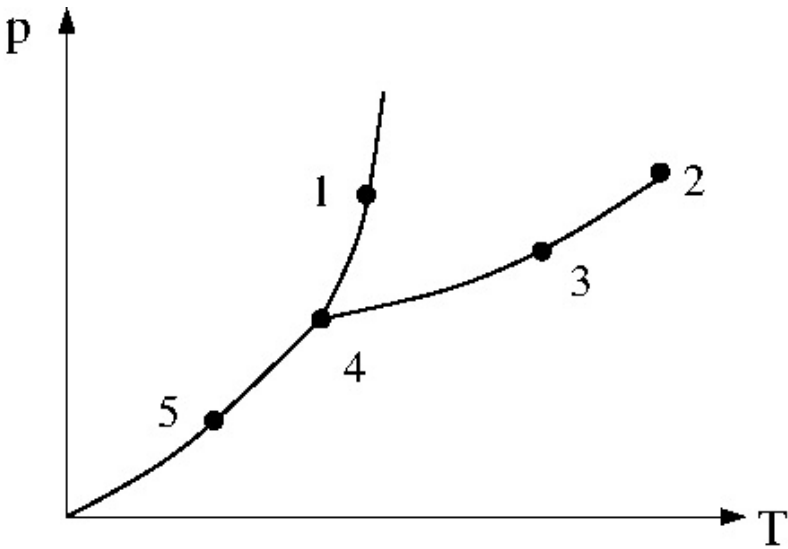
Med van der Waals tilstandsligning er trykk og volum i fluidets kritiske punkt hhv $p_c = a/27b^2$ og $V_c = 3b$. Hva blir da temperaturen i det kritiske punktet til isobutan?

A 345 K B 376 K C 407 K D 438 K E 469 K

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

42



I hvilken tilstand i fasediagrammet i figuren ovenfor finner du kritisk punkt?

- A 2 B 5 C 1 D 4 E 3

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

43 Hva er rms-hastigheten til molekylene i isobutangass ved 293 K, i henhold til ideell gass tilstandsligning?
($v_{\text{rms}} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$)

- A 795 m/s B 685 m/s C 575 m/s D 465 m/s E 355 m/s

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

44 Molar varmekapasitet til isobutangass ved normale betingelser (1 atm og romtemperatur), målt ved konstant volum, er $C_V = 88.3$ J/K. Hvor mange kvadratiske vibrasjonsfrihetsgrader bidrar da - sånn omtrent - til indre energi i 1.00 mol isobutangass ved disse betingelsene, i følge det klassiske ekvipartisjonsprinsippet?

- A 1 B 15 C 45 D 75 E 105

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

45 Isobutanmolekylet er ikke kulesymmetrisk, men uavhengig av aksens orientering så er treghetsmomentet av størrelsesorden 10^{-45} kg m². Hvilket rotasjonsenerginivå, gitt ved kvantetallet l , er da nærmest verdien av termisk energi $k_B T$ ved temperatur 300 K?

$$(E_{\text{rot}}^{(l)} = \frac{l(l+1)\hbar^2}{I} \quad l = 0, 1, 2, \dots)$$

- A 144 B 1 C 58 D 3 E 19

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

46 Isobutan koker ved 11.7 kuldegrader ved normalt trykk (1 atm). Molar fordampingsvarme er 21.3 kJ/mol. Hva er damptrykket til isobutan ved trippelpunktet (113.55 K)?
(Vi antar her ideell gass, samt at fordampingsvarmen er uavhengig av temperaturen.)

- A 0.64 atm B 87 kPa C 37 Pa D 0.29 Pa E 5.1 mPa

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

47 En innvendig vegg mellom ei stue og et soverom har 12.5 mm tykke gipsplater på begge sider av et 75 mm tykt lag med glava (mineralull). Gipsplater isolerer godt mot lyd og hemmer spredning av brann, men isolerer dårlig mot varmeledning: $\kappa_{\text{gips}} = 0.25 \text{ W/Km}$ mens $\kappa_{\text{glava}} = 0.035 \text{ W/Km}$. Hvor stor varmeeffekt overføres gjennom veggen pr kvadratmeter dersom temperaturen på soverommet er 15 grader celsius og temperaturen i stua er 23 grader celsius?

- A 1.8 W B 2.4 W C 3.0 W D 3.6 W E 4.2 W

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 48

En yttervegg i reisverk vil pr m^2 veggflate bestå av ca 0.86 m^2 mineralull (glava) og ca 0.14 m^2 trebjelker, begge med tykkelse 20 cm. Varmeledningsevnen til mineralull og tre er hhv 0.035 og 0.12 W/Km . La oss her for enkelhets skyld se bort fra innvendig og utvendig panel.

Med 23 varmegrader på den ene siden og 7 kuldegrader på den andre, hva blir effekttapet pr m^2 vegg pga varmeledning?

A 1.9 W B 7.0 W C 17 W D 3.7 W E 13 W

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 49

Ei massiv kule som holder temperatur T_1 emitterer varmestråling med effekt P_1 .

Ei massiv kule med halvparten så stort volum men med dobbelt så høy temperatur, $T_2 = 2T_1$, emitterer varmestråling med effekt P_2 . Hvor stort er da forholdet P_2/P_1 ?

A 1 B 5 C 10 D 15 E 20

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

- 50** Jernbanesporet fra Trondheim til Østersund er ca 260 km. Lengdeutvidelseskoeffisienten til stål er ca 10^{-5} pr kelvin. Hvor mye lenger er jernbaneskinnene på denne strekningen om sommeren i 25 varmegrader enn om vinteren i 25 kuldegrader?

A 0.50 mm B 5.20 m C 130 m D 192 m E 2.60 km

Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E