TFY4125 16 Mai 2019

Eksamen 16 mai 2019

TFY4125 FYSIKK
for MTDT, MTKOM, MTIØT og MTDESIG

Faglig kontakt under eksamen: Institutt for fysikk v/Bjørn Torger Stokke
Tlf.: 924 920 27

Eksamensdato: 16 mai 2019
Eksamenstid: 09:00 - 13:00

Tillatte hjelpemidler (kode C):
Bestemt enkel godkjent kalkulator.
Rottmann: Matematisk formelsamling.
Formelark i vedlegg.

Annen informasjon:
1. Denne eksamen teller 90 % på endelig karakter, laboratorierapport 10 %. For studenter med laboratorium godkjent 2018 og før teller denne eksamen 100 %.

2. Eksamenssettet består av kun flervalgsspørsmål. Hvert spørsmål teller like mye.
For hvert spørsmål er kun ett av svarene rett. Kryss av for ditt svar, eller du kan svare blankt. Rett svar gir 1 poeng, alle andre svar gir 0 poeng.

3. Oppgavene er utarbeidet av Bjørn Torger Stokke og vurdert av Arne Mikkelsen.

Formelark

Formelark for TFY4125 16 mai 2019 er lagt ved som pdf dokument

1 Oppgave 1

En konstant kraft virker på ei vogn som beveger seg uten starthastighet på et horisontalt underlag. Det antas at det ikke er noen friksjon.

Hvilken av de følgende påstander er riktig?

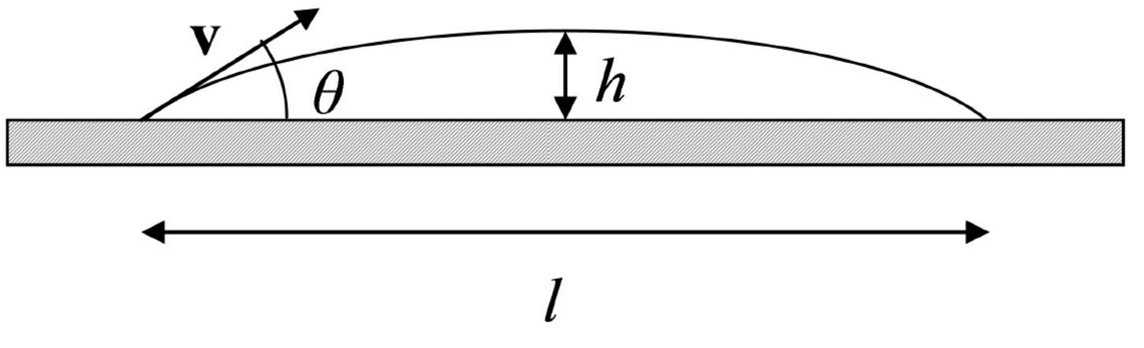
Velg ett alternativ

- Vogna får konstant fart
- Farten øker proporsjonalt med tida
- Den tilførte effekten er konstant
- Den kinetiske energien er proporsjonal med tida
- Bevegelsesmengden er konstant

Maks poeng: 1

2
Oppgave 2

En kule skytes ut fra bakken med en hastighet *v* = 20 m/s i en vinkel $\theta = 25^\circ$ i forhold til underlaget som er horisontalt. Dette er illustrert i figuren:



Hvor stor er avstanden *l* langs bakken fra utskytingspunktet og der kula treffer bakken?
Velg ett alternativ

- 74 m
- 3,7 m
- 15 m
- 31 m
- 62 m

Maks poeng: 1

3
Oppgave 3

Den tilårskomne professor er ikke lenger i sin beste form. Allikevel vil vedkommende forsøke å løpe 400 m. Professorens hastighet under løpet *v(t)* kan tilnærmes med funksjonen:

$$v(t) = \frac{v_0 t}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

I denne likningen er v_0 = 25 m/s og τ =10 s.

Hva var professorens maksimale hastighet underveis?
Velg ett alternativ

- 9,2 m/s
- 3,2 m/s
- 1,3 m/s
- 5,4 m/s
- 7,4 m/s

Maks poeng: 1

4

Oppgave 4

En bil starter i ro ved *t*=0 og har en akselerasjon gitt ved
$a(t) = b_1 t - b_2 t^2$.
Konstantene b_1 og b_2 har verdiene:

$$b_1 = 3,0\ \mathrm{m/s^3}$$
$$b_2 = 0,145\ \mathrm{m/s^4}$$

Hvor langt har bilen kjørt på 10 sekunder?
Velg ett alternativ

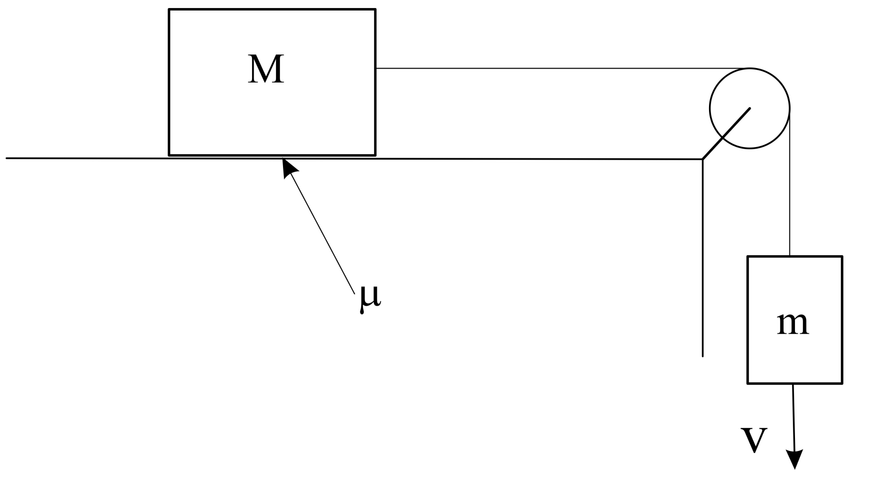
- 189,6 m
- 568,8 m
- 379,2 m
- 203,3 m
- 101,7 m

Maks poeng: 1

5

Oppgave 5

En masse *M* ligger på et bord. Denne massen er bundet sammen med en masse *m* med en snor som glir friksjonsfritt over en trinse. Vi antar at snoren kan regnes uten masse. Friksjonskoeffisenten for den statiske og kinetiske friksjonen mellom *M* og bordet er m. Dette er illustrert i figuren.



Hva er m hvis de to massene beveger seg med konstant hastighet?

Velg ett alternativ

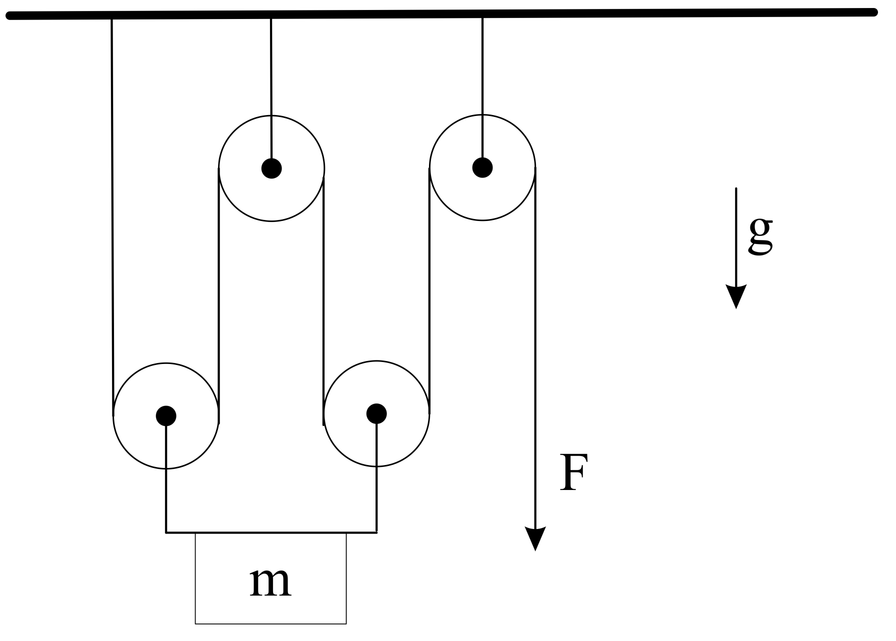
- $\mu = \frac{M}{m}$
- $\mu = \frac{M-m}{m}$
- $\mu = \frac{M+m}{M}$
- $\mu = \frac{M+m}{m}$
- $\mu = \frac{m}{M}$

Maks poeng: 1

6

Oppgave 6

En masse *m* henger festet til en talje med 4 trinser slik det er illustrert i figuren:



Massen *m* er festet til to av trinsene, og de to andre trinsene er festet til taket. Et tau festet til taket går via trinsene og en kan dra i den enden av tauet som ikke er festet til taket med en kraft *F*. Tyngdens akselerasjon virker som illustrert. Det antas at rotasjon av trinsene er uten friksjon, og at massen til tauet kan ses bort fra i problemstillingen.

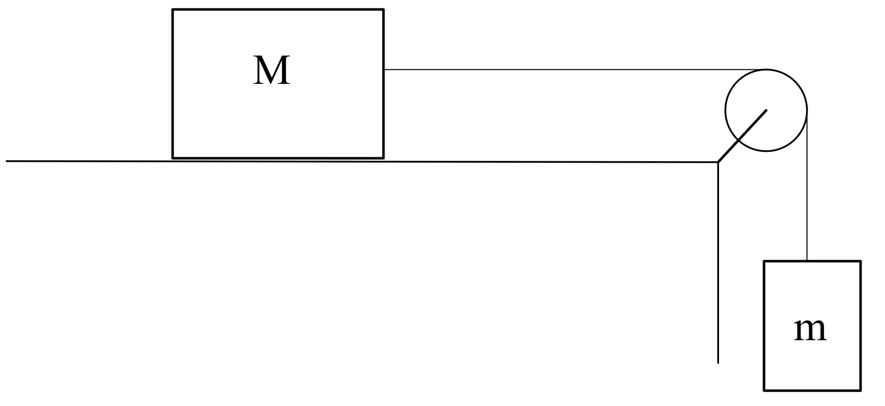
Hvor stor kraft *F* må vi dra i tauet for å holde massen *m* i ro?
Velg ett alternativ

- *m g*
- (1/4) *m g*
- (1/5) *m g*
- (1/2) *m g*
- (1/3) *m g*

Maks poeng: 1

7
Oppgave 7

En masse *m* = 3 kg henger i ei snor. Snora er trekt over ei trinse med masse m_{trinse} = 5 kg og radius *R*= 20 cm. Snora fortsetter fra trinsa horisontalt til den er festa til en annen masse *M* = 10 kg som ligger på et horisontalt bord.



Massen til trinsen er homogent fordelt, og treghetsmomentet til trinsen er derved gitt ved $I = \frac{1}{2}m_{trinse}R^2$.
Massen M beveger seg uten friksjon på bordet og trinsa roterer uten friksjon.
Massen *m* holdes i ro og slippes.
Hvor stor andel av den totale mekaniske energien blir omdannet til kinetisk energi til trinsa etter at massen *m* har falt en avstand 0,5 m?

Velg ett alternativ

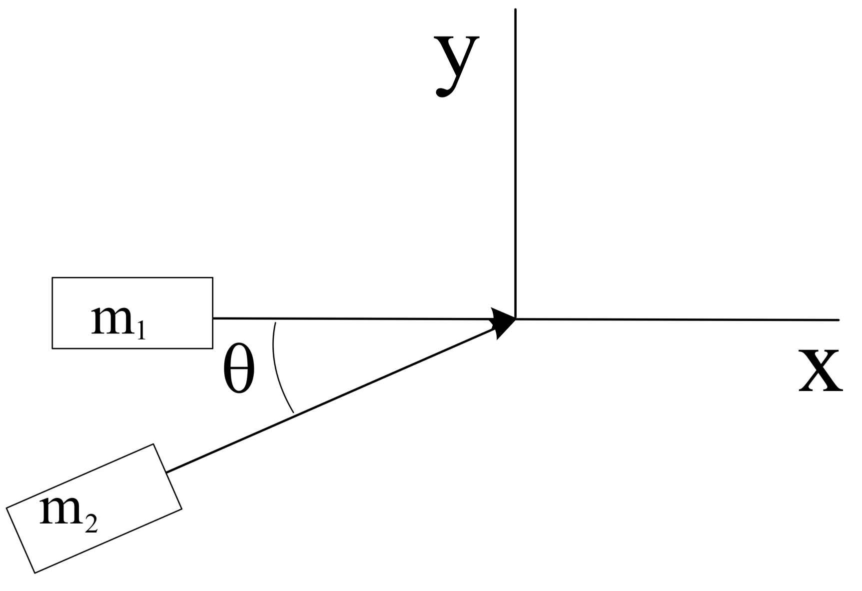
- 16,1 %
- 38,5 %
- 13,9 %
- 19,2 %
- 27,8 %

Maks poeng: 1

8

Oppgave 8

To biler er på kollisjonskurs og dessverre kolliderer de. Vi angir retningene deres ved å definere et koordinatsystem x,y hvor den ene bilen før kollisjonen beveger seg langs x-aksen, og hvor origo i koordinatsystemet defineres som stedet bilene kolliderer (se figur).



Bil 1 har masse m_1 = 1750 kg, og kjører med en hastighet v_1 = 45 km/time rettlinjet langs x-aksen før kollisjonen. Bil 2 har masse m_2 = 2450 kg, og kjører med en hastighet v_2 = 60 km/time rettlinjet langs en bane med vinkel θ = 30 grader i forhold til x-aksen før kollisjonen. Bilene kollidere og de henger sammen etter kollisjonen, dvs. det er et fullstendig uelastisk støt. Vi tar ikke hensyn til friksjon i beregningen.
Hvilken retning hadde bilene etter kollisjonen? (alternativene er angitt med enhet grader i forhold til x-aksen):
Velg ett alternativ

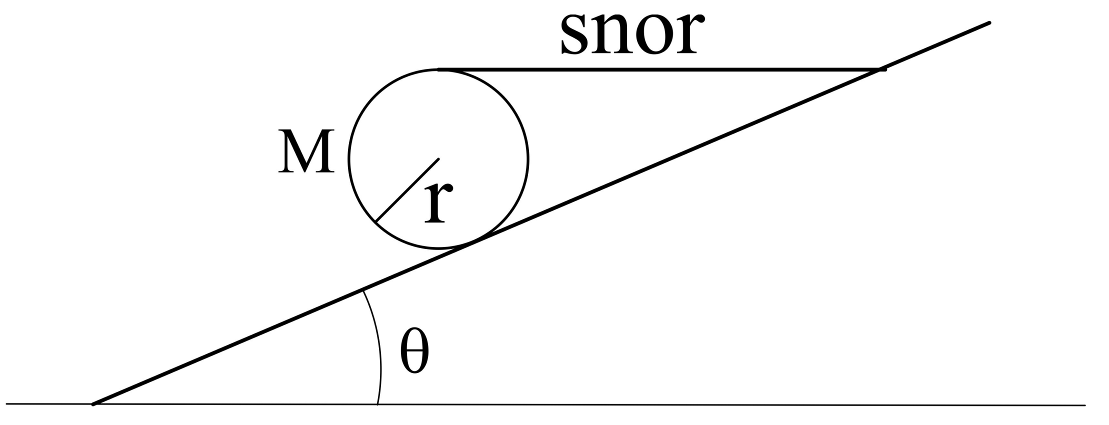
- 25,6 grader
- 43 grader
- 21,5 grader
- 36,3 grader
- 19,6 grader

Maks poeng: 1

9

Oppgave 9

En kule med homogen massefordeling, total masse *M* og radius *r* holdes i ro på et skråplan med vinkel θ ved hjelp av ei horisontal snor slik det er illustrert i figuren under:



Massen til kula er 5 kg, radius til kula er 20 cm og vinkelen θ er 30^0. Hvor stor er friksjonskraften mellom kula og skråplanet?

Velg ett alternativ

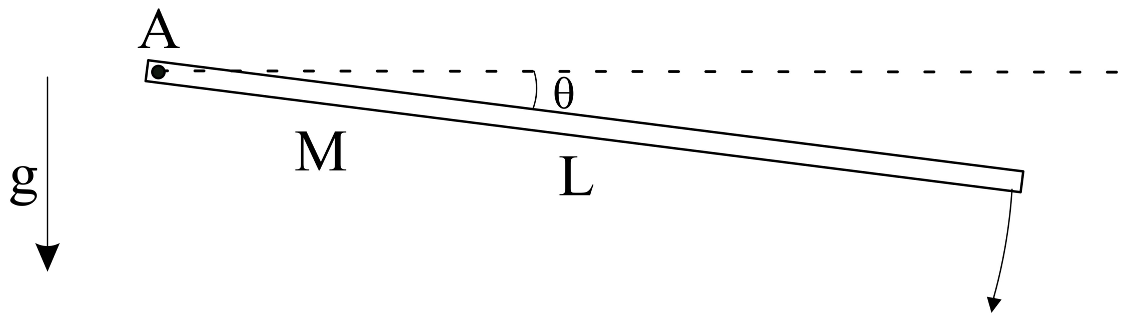
- 10,9 N
- 6,6 N
- 13,1 N
- 24,5 N
- 12,3 N

Maks poeng: 1

10

Oppgave 10

Ei jevntjukk stang har lengde L = 100 cm og masse M = 750 g. Stanga slippes fra sin horisontale orientering (q = 0) og roterer deretter friksjonsfritt omkring aksen A i enden av stanga. Dette er illustrert i figuren.



I begynnelsen ($q \ll 1$) roterer stanga med tilnærmet konstant vinkelakselerasjon a
Hvor stor er denne konstante vinkelakselerasjonen helt i starten?
Velg ett alternativ

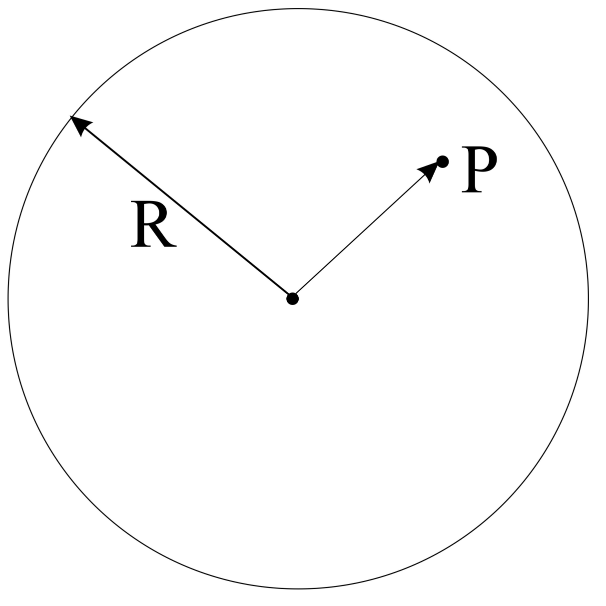
- $\alpha = 5,7\ \mathrm{s}^{-2}$
- $\alpha = 3,1\ \mathrm{s}^{-2}$
- $\alpha = 14,7\ \mathrm{s}^{-2}$
- $\alpha = 9,8\ \mathrm{s}^{-2}$
- $\alpha = 4,9\ \mathrm{s}^{-2}$

Maks poeng: 1

11

Oppgave 11

En sylinder med homogen massetetthet, totalmasse *m*, lengde *L* og radius *R* roterer om en akse gjennom punktet P parallelt med sylinderaksen. Figuren under illustrerer et tverrsnitt av sylinderen.



Treghetsmomentet om sylinderaksen er $\frac{1}{2}mR^2$. Avstanden til P fra sylinderaksen er $3R/4$

Hva er treghetsmomentet til sylinderen om aksen P?

Velg ett alternativ

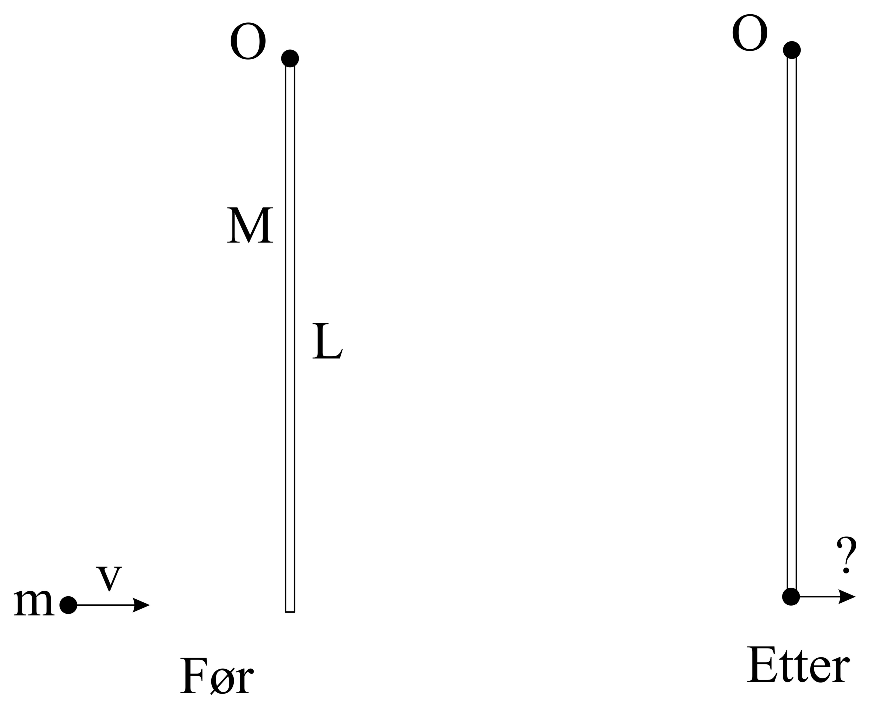
- $\frac{3}{4}mR^2$
- $\frac{3}{5}mR^2$
- $\frac{5}{4}mR^2$
- mR^2
- $\frac{17}{16}mR^2$

Maks poeng: 1

12

Oppgave 12

Ei tynn stang har lengde L = 2.0 m og masse M = 250 g. Den har konstant lineær massetetthet. Stanga henger loddrett (vertikalt) i tyngdefeltet, se illustrasjon i figuren under.



Stanga kan svinge friksjonsfritt om en aksling i den øverste enden (O). Det skytes et prosjektil med masse m= 15 g horisontalt med en hastighet v = 200 m/s. Prosjektilet skytes i en høyde som gjør at det treffer stanga helt nederst. Prosjektilets sammenstøt med stanga antas å være en fullstendig uelastisk kollisjon (dvs, prosjektilet sitter fast i stanga etter kollisjonen).

Hva blir hastigheten til prosjektilet rett etter kollisjonen?

Velg ett alternativ

- 100 m/s
- 36 m/s
- 30,5 m/s
- 20,3 m/s
- 12 m/s

Maks poeng: 1

13 Oppgave 13

En pendel med masse m = 2,0 kg og snorlengde r = 1,0 m dras ut til siden til en vinkel $\theta = 25^0$ i forhold til vertikal retning og slippes ved t = 0 (pendelen er i ro når den slippes). Krafta som virker på pendelen er gravitasjonskraften og en friksjonskraft på grunn av luftmotstand. Friksjonskraften er gitt ved formelen

$$f = -bv(t)$$

hvor $v(t)$ er banefarten til massen og konstanten b = 0,40 Ns/m.

Hvilken av de fem kodealternativene skal byttes ut med *** i koden nedenfor for at variabelen *vi* beskriver vinkelposisjonen til utslaget av pendelen som funksjon av tid? (Hint: finn riktig differensiallikning fra Newtons 2. lov, skriv som koblet sett med 1. ordens likninger og diskretiser disse).

```
Import numpy as np
g = 9.81 #gravitasjonskonstanten
b = 0.4 #friksjonskoefisient
N = 10000 #Antall datapunkter for diskretisering
T = 10.0 #Totalt varighet for beregningen
h = T/(N-1) #Tidsinterval mellom hvert datapunkt
m = 2.0 #Massen
r = 1.0 #Pendelens lengde
vi = np.zeros(N) # vinkelposisjon
w = np.zeros(N) # vinkelhastighet
vi[0] = 25*3.14/180 #Initialbetingelser
w[0] = 0
for n in range(0,N-1):
***
```

Velg ett alternativ

- ```
  w[n+1] = (g/r*np.sin(vi[n])+b/m*w[n])*h + w[n]
  vi[n+1] = w[n]*h
  ```
- ```
  w[n+1] = (g/r*np.sin(vi[n])*h-b/m*w[n]*h**2 + w[n]
  vi[n+1] = w[n]*h + vi[n]
  ```
- ```
  w[n+1] = g/r*np.sin(vi[n])*h-b/m*w[n] + w[n]
  vi[n+1] = w[n]*h + vi[n]
  ```
- ```
  w[n+1] = g/r*np.sin(vi[n]*h-b/m*w[n] + w[n]*h
  vi[n+1] = w[n]*h
  ```
- ```
  w[n+1] = (-(g/r)*np.sin(vi[n])-b/m*w[n])*h + w[n]
  vi[n+1] = w[n]*h + vi[n]
  ```

Maks poeng: 1
  ```

14

Oppgave 14

En masse i enden av en idell fjær ($F = -kx$) svinger med en frekvens på 8,0 Hz. Hva blir svingefrekvensen om vi dobler massen i enden av fjæren?

Velg ett alternativ

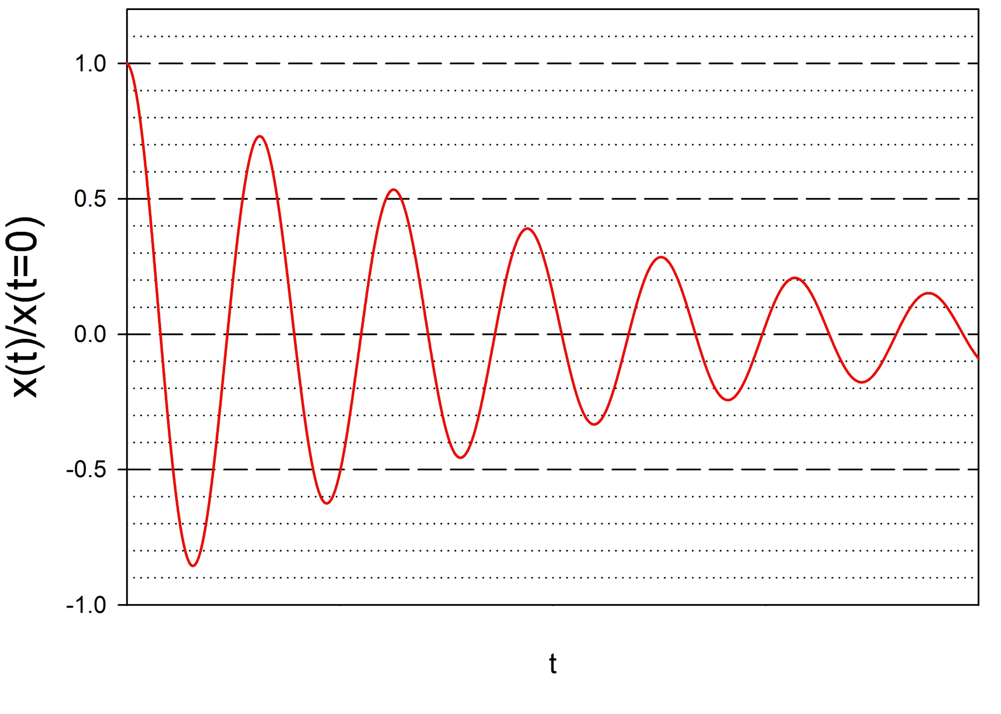
- 5,7 Hz
- 1,5 Hz
- 8,0 Hz
- 11,3 Hz
- 4,0 Hz

Maks poeng: 1

15

Oppgave 15

Figuren under viser det relative utsvinget $\dfrac{x(t)}{x(0)} = e^{-\gamma t} cos(\omega t)$ for en dempet harmonisk svingning:



Hvor stort er forholdet mellom dempingskonstanten γ og vinkelfrekvensen ω? (Tall på tidsaksen t er ikke nødvendig for å besvare problemstillingen)

Velg ett alternativ

- 0,01
- 0,08
- 0,05
- 0,1
- 0,2

Maks poeng: 1

16

Oppgave 16

Et legeme svinger harmonisk slik det er beskrevet ved likingen:

$$x(t) = 0,5\ \mathrm{m} \cdot \sin\left(12\ \mathrm{s}^{-1} t + \pi/4\right)$$

Hva er den maksimale akselerasjon til legemet?

Velg ett alternativ

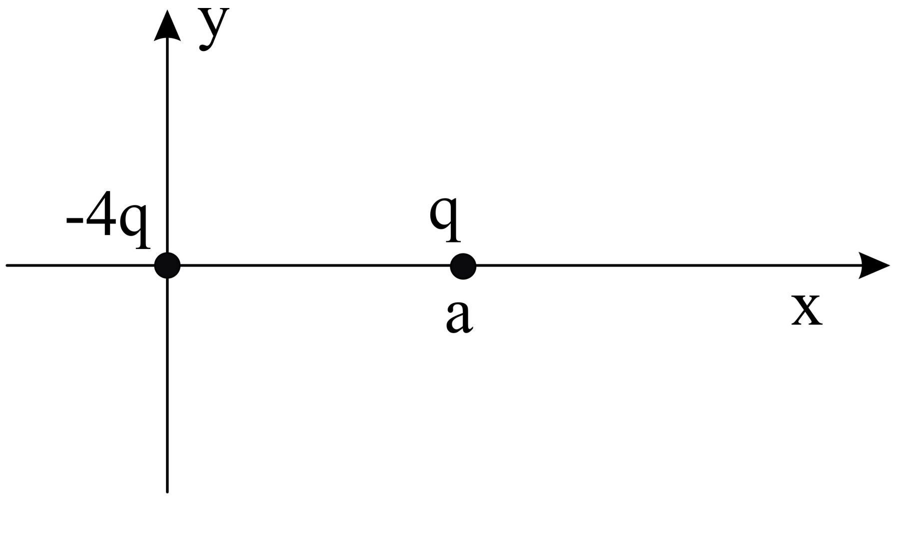
- 36 m/s^2
- 6 m/s^2
- 7,2 m/s^2
- 144 m/s^2
- 72 m/s^2

Maks poeng: 1

17

Oppgave 17

To punktladninger -4*q* og *q* befinner seg på x-aksen. Ladning -4*q* befinner seg i origo i koordinatsystemet, og ladningen *q* er på x-aksen i en avstand a fra origo. Dette er illustrert i figuren under.



Ved hvilken posisjon x_0 på x-aksen er kraften på en tredje, negativ ladning, -Q, lik 0?

Velg ett alternativ

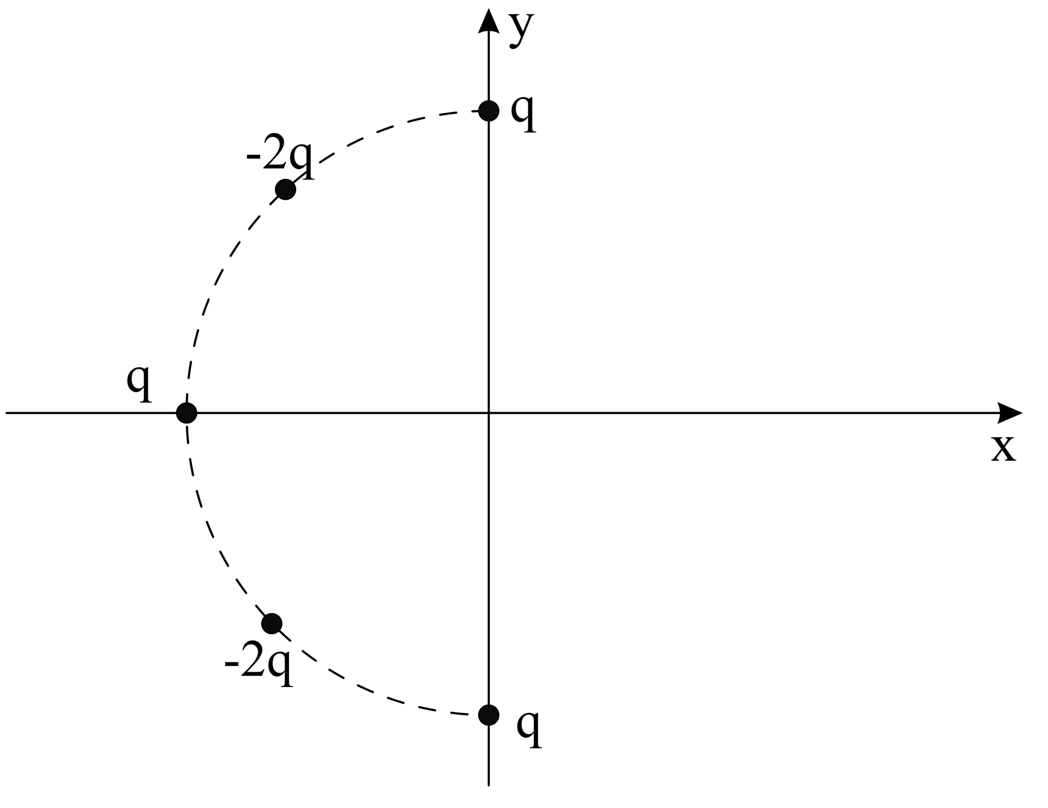
- $x_0 = 3a$
- $x_0 = -2a$
- $x_0 = \frac{2a}{3}$
- $x_0 = \frac{4a}{3}$
- $x_0 = 2a$

Maks poeng: 1

18

Oppgave 18

Fem punktladninger er plassert i xy-planet som vist i figuren under.



Alle punktladningen ligger på en halvsirkel med radius *R*, og de har en like lang nærmeste nabo avstand mellom seg. Hva er kraften på en prøveladning *Q* plassert i origo i koordinatsystemet?

Velg ett alternativ

- $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R^2}\vec{j}$
- $-\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R^2}\left(2\sqrt{2}-1\right)\vec{i}$
- $\frac{\sqrt{2}qQ}{4\pi\epsilon_0 R^2}\vec{i}$
- $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R^2}\vec{i}$
- $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R^2}\left(1-\sqrt{2}\right)\vec{i}$

Maks poeng: 1

19

Oppgave 19

Det elektriske potensialet i x-y planet er gitt ved:

$$V(x,y) = -V_0 \left(\frac{x^2 + y^2}{a^2} \right)$$

Hva er det elektriske feltet i punktet (x,y) =(3a,-a)?

Velg ett alternativ

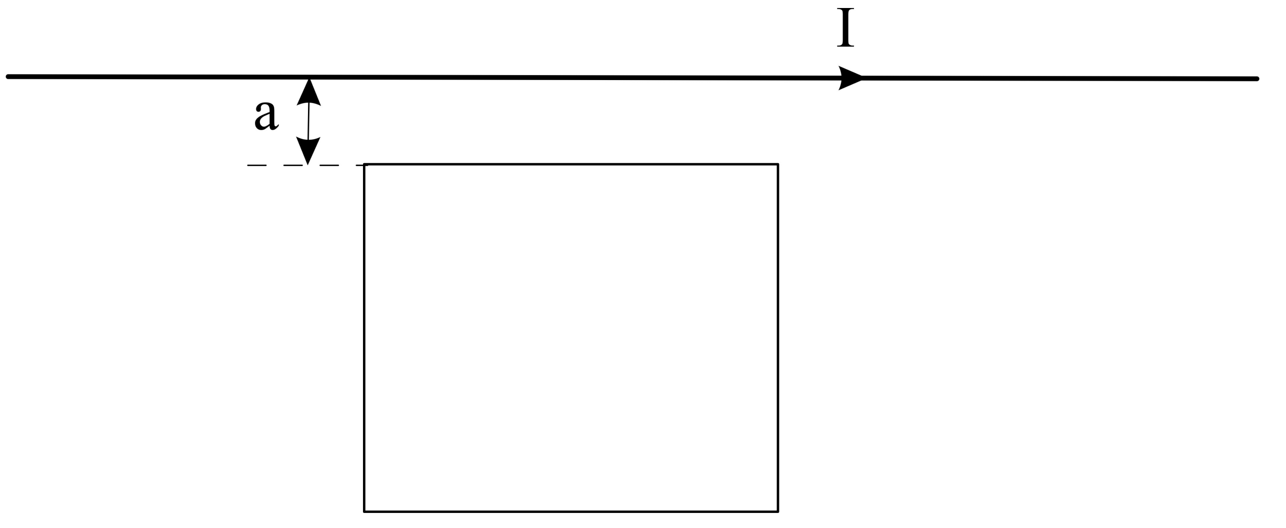
- $\vec{E}(3a,-a) = \frac{6V_0}{a}\vec{i} - \frac{2V_0}{a}\vec{j}$
- $\vec{E}(3a,-a) = \frac{3V_0}{a}\vec{i} + \frac{V_0}{a}\vec{j}$
- $\vec{E}(3a,-a) = \frac{6V_0}{a}\vec{i} + \frac{V_0}{a}\vec{j}$
- $\vec{E}(3a,-a) = \frac{V_0}{6a}\vec{i} + \frac{V_0}{a}\vec{j}$
- $\vec{E}(3a,-a) = \frac{3V_0}{a}\vec{i} + \frac{3V_0}{a}\vec{j}$

Maks poeng: 1

20

Oppgave 20

En rektangulær sløyfe er plassert parallelt med en lang rett strømførende leder som vist i figuren.



Den rette lederen fører en strøm *I* mot høyre. Avstanden mellom lederen og den nærmeste sidekanten av sløyfa er a og er fast. Strømmen i den rette lederen øker jamt med tida:

$$I(t) = I_0 + kt$$

I_0 er strømmen ved t=0 og k er en konstant med enhet A/s.

Strømmen indusert i den rektangulære sløyfa karakteriseres ved:

Velg ett alternativ

- Går med klokka og er proporsjonal med k
- Går mot klokka og er proporsjonal med k
- Er lik 0
- Går mot klokka og er proporsjonal med k^2
- Går med klokka og er proporsjonal med k^2

Maks poeng: 1

21

Oppgave 21

To ioner har samme positive ladning q. Ionene har masse m_1 og $m_{2.}$. Ionene strarter i ro ved elektrode A1 og akselereres mot elektrode A2. Potensialforskjellen mellom elektrodene er V. Ved elektrode A2 går ionene gjennom en spalte og kommer inn i et område hvor det er et homogent magnetfelt med feltstyrke B og retning som er normalt på bevegelsesretningen til ionene. Ionene følger en sirkulær bane i området med magnetfeltet, hvor radiene er henholdsvis r_1 og r_2 for m_1 og m_2. Detektoren gjør det mulig å bestemme disse radiene.

Hva er forholdet m_1/ m_2 mellom massene basert på de observerte radier?

Velg ett alternativ

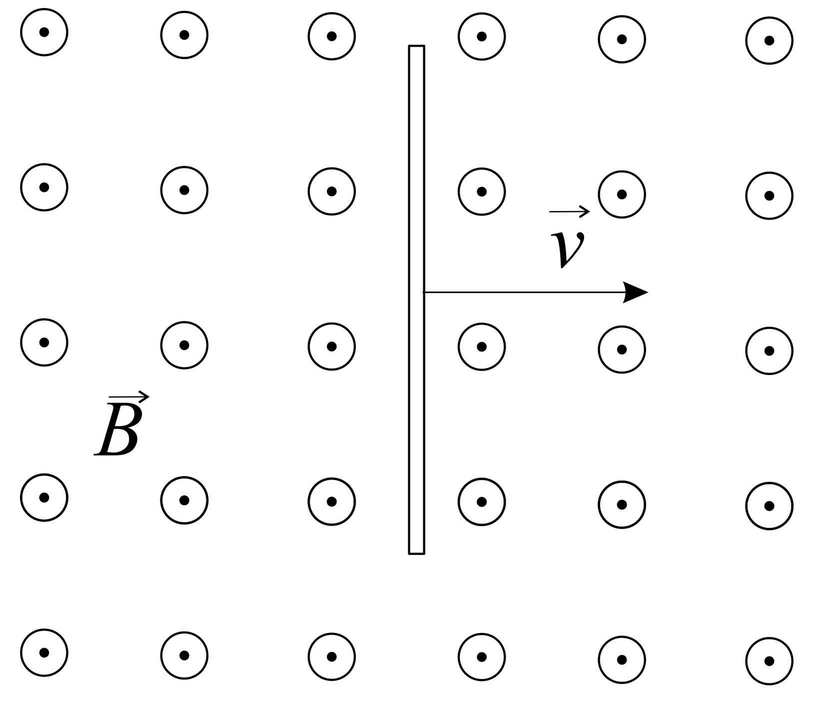
- $\dfrac{m_1}{m_2} = \left(\dfrac{r_1}{r_2}\right)^2$
- $\dfrac{m_1}{m_2} = \dfrac{r_1 - r_2}{r_1 + r_2}$
- $\dfrac{m_1}{m_2} = \sqrt{\dfrac{r_1}{r_2}}$
- $\dfrac{m_1}{m_2} = \left(\dfrac{r_2}{r_1}\right)^2$
- $\dfrac{m_1}{m_2} = \ln\left(\dfrac{r_1}{r_2}\right)$

Maks poeng: 1

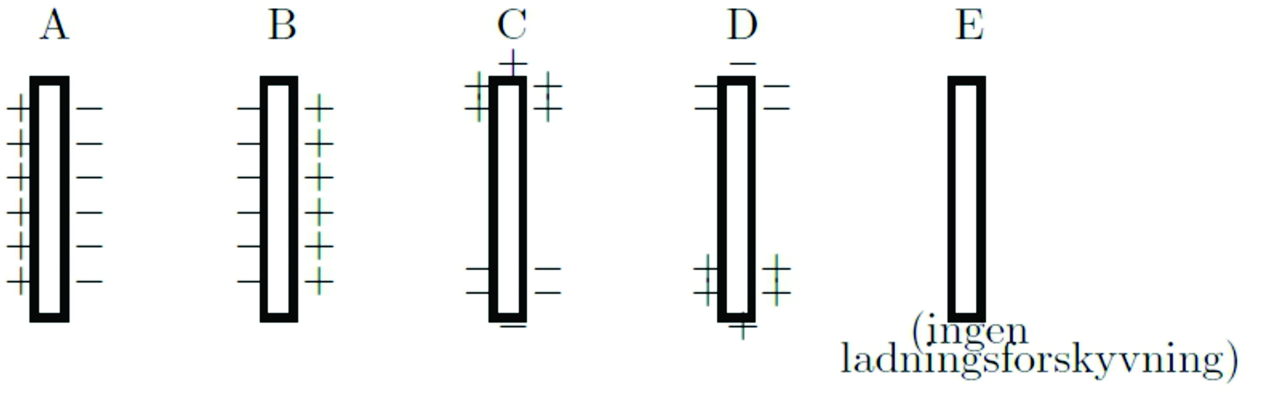
22

Oppgave 22

En metallstav med null nettoladning beveges med konstant hastighet *v* til høyre i et område som har et magnetisk felt $\vec{B}$ i retning ut av planet.



Figurene merket A - E under viser ulike type ladningsfordeling.



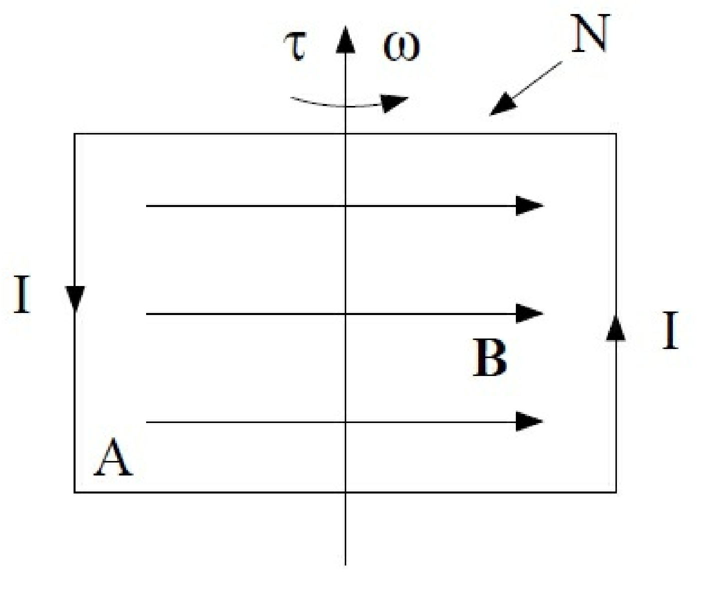
Hvilken av figurene A-E beskriver best ladningsfordelingen i metallstaven under bevegelsen?
Velg ett alternativ

- Figur B
- Figur E
- Figur C
- Figur D
- Figur A

Maks poeng: 1

23 Oppgave 23

I en rektangulær spole med N=1 viklinger går det en likestrøm I = 7.5 A. Spolen omslutter et areal A = 0.95 m^2 og er plassert i et uniformt magnetfelt med feltstyrke B = 550 mT. Spolen kan dreies om den vertikale aksen sentrert som vist i figuren.



Hva er maksimalt dreiemoment på spolen?

Velg ett alternativ

- 6,3 Nm
- 1,96 Nm
- 7,84 Nm.
- 3,92 Nm.
- 15,7 Nm

Maks poeng: 1

24 Oppgave 24

Anta at vi har en ideell lang spole med tverrsnittsareal *A* og *n* vindinger av en strømførende leder per lengdeenhet. For en ideell lang spole er magnetfeltet inne i spolen homogent over tverrsnittet og felstyrken er gitt av

$$B = \mu_0 I n$$

Her er *I* er strømmen i spolen, og *n* er tettheten av vindinger (vindinger per lengdeenhet). Utenfor spolen er magnetfeltet neglisjerbart. En leder er tvunnet *N* ganger rundt spolen (det er ikke noe elektrisk kortslutning mellom denne lederen og de som danner den lange spolen).
Den gjensidige induktansen *M* er definert av

$$\epsilon_2 = -M\frac{dI_1}{dt}$$

Hva er den gjensidige induktansen *M* mellom spolen og lederen?

Velg ett alternativ

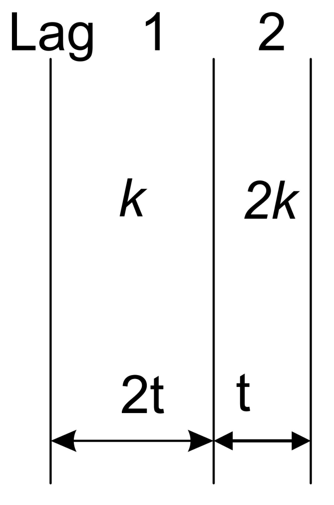
- $M = \mu_0 A(n^2 - N^2)$
- $M = \mu_0 ANn$
- $M = \mu_0 An^3/N$
- $M = \mu_0 A(N-n)N$
- $M = \mu_0 AN^2 n$

Maks poeng: 1

25

Oppgave 25

Veggen som skiller et kjølerom fra resten av bygget er bygd som et dobbelt lag. Lag 1 er dobbelt så tykk som lag 2. Lag 2 har en varmeledningsevne $2k$, dobbelt som stor som for lag 1, k. Arealet til begge lagene i veggen regnes som lik. Temperaturen i kjølerommet og utenfor kjølerommet holdes konstant.



Hva kan vi som om varmestrømstettheten gjennom lag 2 i forhold til varmestrømstettheten gjennom lag 1?

Velg ett alternativ

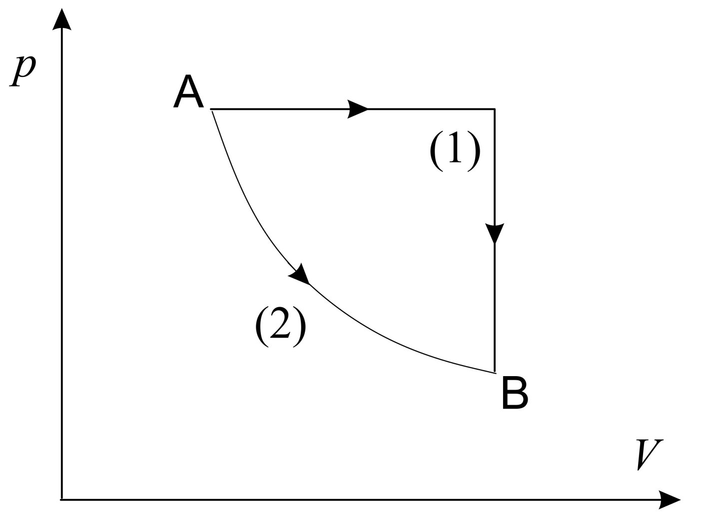
- 4 ganger større
- Halvparten så stor
- Den samme
- En fjerdedel så stor
- 2 ganger større

Maks poeng: 1

26

Oppgave 26

Et termodynamisk system kan bringes reversibelt fra tilstand A til tilstand B på to ulike måter: Ved en kombinasjon av en isobar og en isokor prosess (1) eller via en isoterm prosess (2). Dette er illustrert i figuren. Entropiendringene ved disse to prosessene angis ved ΔS_1 for kombinasjonen av isobar og isokor; og ΔS_2 for den isoterme prosessene



Hva kan en si om disse entropiendring ΔS_1 og ΔS_2 ?

Velg ett alternativ

- Det er ikke mulig å uttale seg om ΔS_1 i forhold til ΔS_2
- $\Delta S_1 > \Delta S_2 \neq 0$
- $\Delta S_1 > \Delta S_2 = 0$
- $\Delta S_1 < \Delta S_2$
- $\Delta S_1 = \Delta S_2$

Maks poeng: 1

27

Oppgave 27

En ideell gass befinner seg i en tilstand A med temperatur T_1. En varme Q_V tilføres til gassen når temperaturen i gassen økes fra T_1 til T_2 i en isokor prosess. Dersom en i stedet (for den samme gassen) har en isobar prosess fra tilstand A og øker temperaturen fra T_1 til T_2 , tilføres en varme Qp til gassen.

Hvilken av påstandene under er rett?

Velg ett alternativ

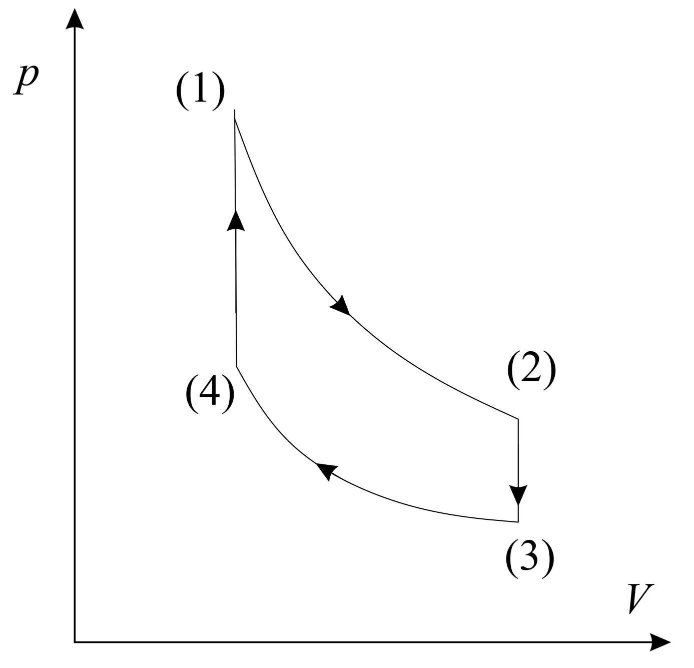
- $Q_p = Q_v$
- $Q_p > Q_v$
- $Q_p < 0$
- $0 < Q_p < Q_v$
- $Q_p = 0$

Maks poeng: 1

28

Oppgave 28

En syklisk termodynamisk prosess består av to isokore og to isoterme delprosesser (se figur).



Arbeidsmediet som brukes er 3 mol av en enatomig gass. Denne beskrives av den ideelle gassloven. De ulike tilstandene i den sykliske prosessen er:

V_1=V_4 = 2,0 liter, V_2=V_3 =6,0 liter

T_1=T_2=T_H =400 ^{o}C og T_3=T_4=T_L =40 ^{o}C

Hva er varmemengden for arbeidsmediet ved prosessen fra tilstand (3) til (4) i figuren?

Velg ett alternativ

- 0 kJ
- -8,58 kJ
- -12,2 kJ
- 8,58 kJ
- 12,2 kJ

Maks poeng: 1

29
Oppgave 29

Vi betrakter en reversibel Carnot-varmekraftmaskin. Den har 5.00 mol ideell gass som arbeidssubstans. I den isoterme delprossesen utvider gassen seg ved en temperatur 1100 K fra et volum $V = 0.500 \text{ m}^3$ til et dobbelt så stort volum. Den isoterme kompresjonen finner sted ved 420 K.

Hva er entropiendringen i gassen i den isoterme kompresjonen ved 420 K?

Velg ett alternativ

- 0 J/K
- -40,2 J/K
- -28,8 J/K
- 12,2 J/K
- 40,2 J/K

Maks poeng: 1

30
Oppgave 30

For *n* mol av en ideell gass er det gitt at:

$$S(p,V) = nC_p\ ln\left(\frac{V}{V_0}\right) + nC_v\ ln\left(\frac{p}{p_0}\right) + S_0$$

(I notasjonen brukes $S_0 = S(T_0, V_0) = S(p_0, V_0)$)

Hva blir *S(T,V)* for den samme gassen?

Velg ett alternativ

- $S(T,V) = nC_p\ ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + nC_p\ ln\left(\frac{V}{V_0}\right) + S_0$
- $S(T,V) = nC_V\ ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + nR\ ln\left(\frac{V}{V_0}\right) + S_0$
- $S(T,V) = nC_V\ ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + nC_V\ ln\left(\frac{V}{V_0}\right) + S_0$
- $S(T,V) = nC_V\ ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - nR\ ln\left(\frac{V}{V_0}\right) + S_0$
- $S(T,V) = nC_V\ ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - nC_V\ ln\left(\frac{V}{V_0}\right) + S_0$

Maks poeng: 1