i Informasjon

Institutt for fysikk

Eksamensoppgave i TFY4165 - Termisk Fysikk

Faglig kontakt under eksamen: Martin Fonnum Jakobsen
Tlf.: 480 50 911
Eksamensdato: 16. desember 2019
Eksamenstid (fra-til): 15.00-19.00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: C.
Tillatte formelsamlinger:

- Karl Rottmann - matematisk formelsamling.
- Carl Angell, Bjørn Ebbe Lian - Fysiske størrelser og enheter.
- En digital versjon av formelarket finner du i ressurser
- **Studentene har lov til å ha med et medbrakt formelark**

Godkjente kalkulatorer:

- Citizen SR-270X
- Citizen SR-270X College
- Casio fx-82ES PLUS
- Casio fx-82EX
- Hewlett Packard HP30S

Annen informasjon:
40 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 Ny oppgave

Anta at du er interessert i å bestemme tilstandsligningen til 1 mol gass. For å gjøre dette har du målt volumutvidelseskoeffisienten α_V, trykk-koeffisienten α_p, og den isoterme kompressibiliteten κ_T. Resultatene er $\alpha_p = \alpha_V = R/(pV)$, og $\kappa_T = \frac{RT}{p^2V}$. Her er R en konstant.

Hva er gassens tilstandsligning?

Velg ett alternativ

- $p = \frac{RT}{V}$
- $p = \left(\frac{RT}{V}\right)^2$
- $p = \frac{RT}{2V}$
- $p = \left(\frac{RT}{2V}\right)^2$
- $p = \frac{2RT}{V}$

Maks poeng: 1

2 Ny oppgave

Hvilke av følgende definisjoner er korrekt?

A) Ekstensive variable er mengdeuavhengige
B) Arbeid er energioverføring fra system til omgivelser pga en temperaturforskjell
C) Intensive variable er mengdeuavhengige
D) I adiabatiske prosesser er systemets entalpi konstant
E) Ingen av definisjonene ovenfor er korrekte

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

Maks poeng: 1

3 Ny oppgave

Hva vil det si at et materielt åpent system er i termisk kontakt med sine omgivelser?

Velg ett alternativ

- Systemet kan ikke utveksle partikler, varme, eller arbeid med sine omgivelser
- Systemet kan utveksle både partikler og varme med sine omgivelser.
- Systemet kan ikke utveksle partikler eller varme, men kan utveksle arbeid med sine omgivelser
- Systemet kan ikke utveksle partikler eller arbeid, men kan utveksle varme med sine omgivelser
- Det finnes ingen slike systemer

Maks poeng: 1

4 Ny oppgave

En matematisk pendel består av en punktmasse M festet i en tråd med lengde l som svinger i et tyngdefelt med tyngdeakselerasjon $g = 9.81\,\mathrm{ms}^{-2}$. Perioden t til en slik pendel er gitt av $t = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Anta at når temperaturen er $T_1 = 20\,°\mathrm{C}$ så er perioden $t_1 = 1\,\mathrm{s}$. Hva blir perioden t_2 dersom temperaturen økes til $T_2 = 30\,°\mathrm{C}$?

Anta at lengdeutvidelseskoeffisienten er $\alpha_L = 20 \cdot 10^{-6}\,°\mathrm{C}^{-1}$ og er en konstant.

Velg ett alternativ

- $t_2 = 1.001\,\mathrm{s}$
- $t_2 = 1.0001\,\mathrm{s}$
- $t_2 = 1.00001\,\mathrm{s}$
- $t_2 = 2.001\,\mathrm{s}$
- $t_2 = 2.0001\,\mathrm{s}$

Maks poeng: 1

5 Ny oppgave

Under finner du en rekke påstander om Joule-Thomson prosessen. Identifiser **alle** påstandene som er korrekt.

A) Joule-Thomson prossen er en reversibel prosess
B) Joule-Thomson prossen er en irreversibel prosess
C) I Joule-Thomson prosessen er entalpien konstant
D) I Joule-Thomson prosessen er den indre energien konstant
E) Dersom man kjører en ideell gass gjennom en Joule-Thomson prosess vil temperaturen ikke endre seg

Velg ett alternativ

- A
- A, C
- A, C, D
- B, C, D
- B, C, E

Maks poeng: 1

6 Ny oppgave

Hvilke(n) av følgende betingelser må være oppfylt for at Joule-Thomson koeffisienten skal være forskjellig fra null ved en endelig temperatur?

A) Gassen må ha negativ varmekapasitet
B) Gassen må bestå av partikler med et endelig volum
C) Gassen må ha attraktive vekselvirkninger i mellom gasspartiklene
D) Gassen må bestå av kvantemekaniske bosoner

Velg ett alternativ

- A
- A, B
- B, C
- C, D
- D

Maks poeng: 1

7 Ny oppgave

For ideell gass antar man ofte at $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$. Hva er den fysiske grunnen bak denne antagelsen?

A) For en ideell gass er det ingen vekselvirkning mellom partiklene (bortsett fra elastiske kollisjoner)

B) For ideell gass er det en sterk attraktiv vekselvirkning mellom partiklene

C) For ideell gass er det en sterk frastøtende vekselvirkning mellom partiklene

D) Partiklene i en ideell gass betraktes ofte som punktpartikler

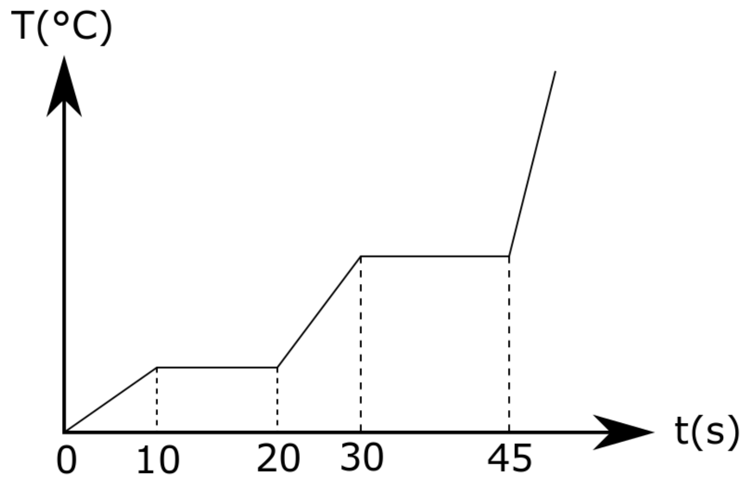
E) Trykket i en ideell gass er så stort at gassen ikke kan ekspandere

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

Maks poeng: 1

8 Ny oppgave



I denne oppgaven skal du beregne den latente fordampningsvarmen for et ukjent stoff. Det ukjente stoffet har en faststofffase, en væskefase, og en gassfase.

Anta at vi tilfører varme under konstant effekt $P = 500\,\mathrm{W}$ til systemet. I figuren har vi plottet temperaturen i Celsius som funksjon av tid målt i sekund. Bruk figuren til å beregne den latente fordampningsvarmen L_f til det ukjente stoffet.

Velg ett alternativ

- $L_f = 2.5\,\mathrm{kJ}$
- $L_f = 5.5\,\mathrm{kJ}$
- $L_f = 7.5\,\mathrm{kJ}$
- $L_f = 8.0\,\mathrm{kJ}$
- $L_f = 10.0\,\mathrm{kJ}$

Maks poeng: 1

9 Ny oppgave

Hva er arbeidet W utført i en adiabatisk ekspansjon fra en starttilstand (p_1, V_1) til en sluttilstand (p_2, V_2). Anta ideell gass med tilstandsligning $pV = nRT$.

Velg ett alternativ

- $W = \frac{p_1V_2 - p_2V_1}{1-\gamma}$
- $W = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{1-\gamma}$
- $W = \frac{p_2V_2 - p_1V_1}{1-\gamma}$
- $W = \frac{p_2V_2 - p_1V_1}{\gamma-1}$
- $W = 0$

Maks poeng: 1

10 Ny oppgave

Hva er varmekapasiteten per molekyl C_V/N til Hydrogengass $(\mathrm{H_2})$ ved $T = 40\,\mathrm{K}$?

Velg ett alternativ

- $C_V/N = 0$
- $C_V/N = \frac{3}{2}k$
- $C_V/N = \frac{5}{2}k$
- $C_V/N = \frac{7}{2}k$
- $C_V/N = \infty$

Maks poeng: 1

11 Ny oppgave

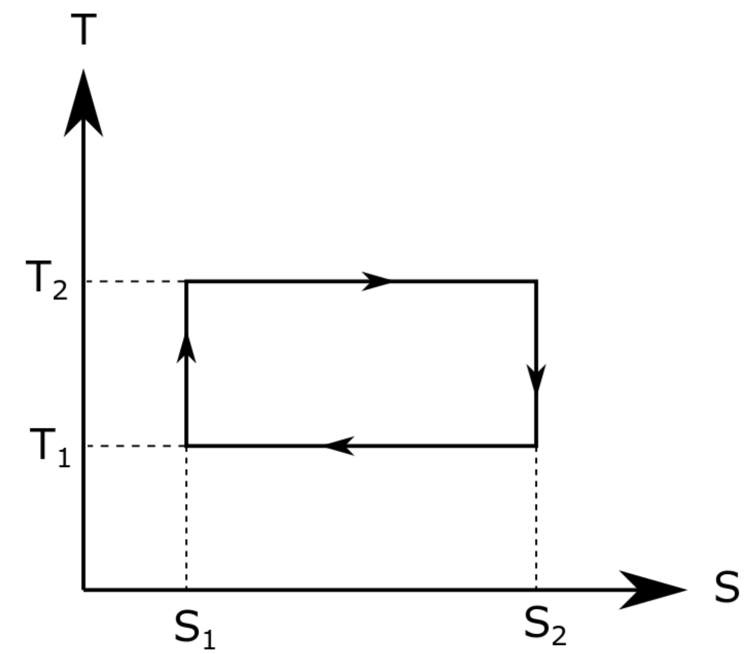
Carnotprosessen kan brukes til å lage en varmekraftmaskin, en varmepumpe, eller et kjøleskap. Gitt at de to isotermene har temperaturer T_1 og $T_2 > T_1$, hva er effektfaktoren ϵ_k til et Carnot-kjøleskap?

Velg ett alternativ

- $\epsilon_k = 1 - \frac{T_1}{T_2}$
- $\epsilon_k = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$
- $\epsilon_k = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$
- $\epsilon_k = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$
- $\epsilon_k = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$

Maks poeng: 1

12 Ny oppgave



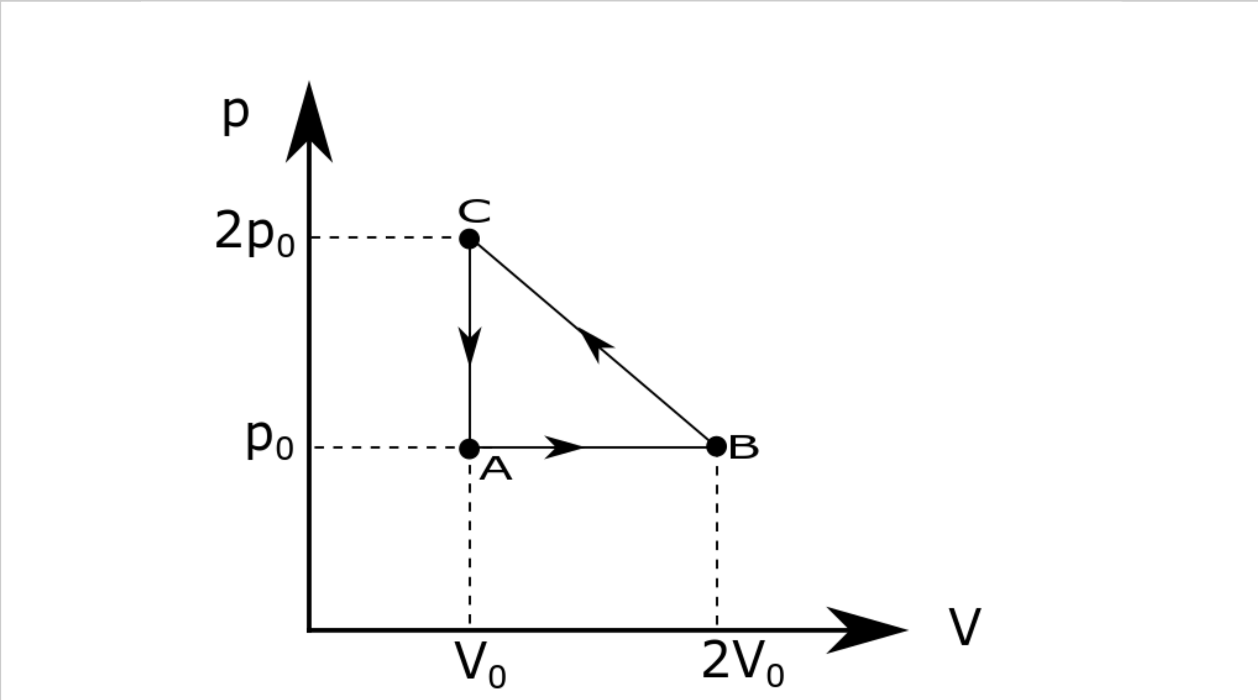
Hva er virkningsgraden η til varmekraftmaskinen i figuren?

Velg ett alternativ

- $\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$
- $\eta = \frac{T_1}{T_2}$
- $\eta = \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2}\right)^2$
- $\eta = 1 - \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$
- $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Maks poeng: 1

13 Ny oppgave



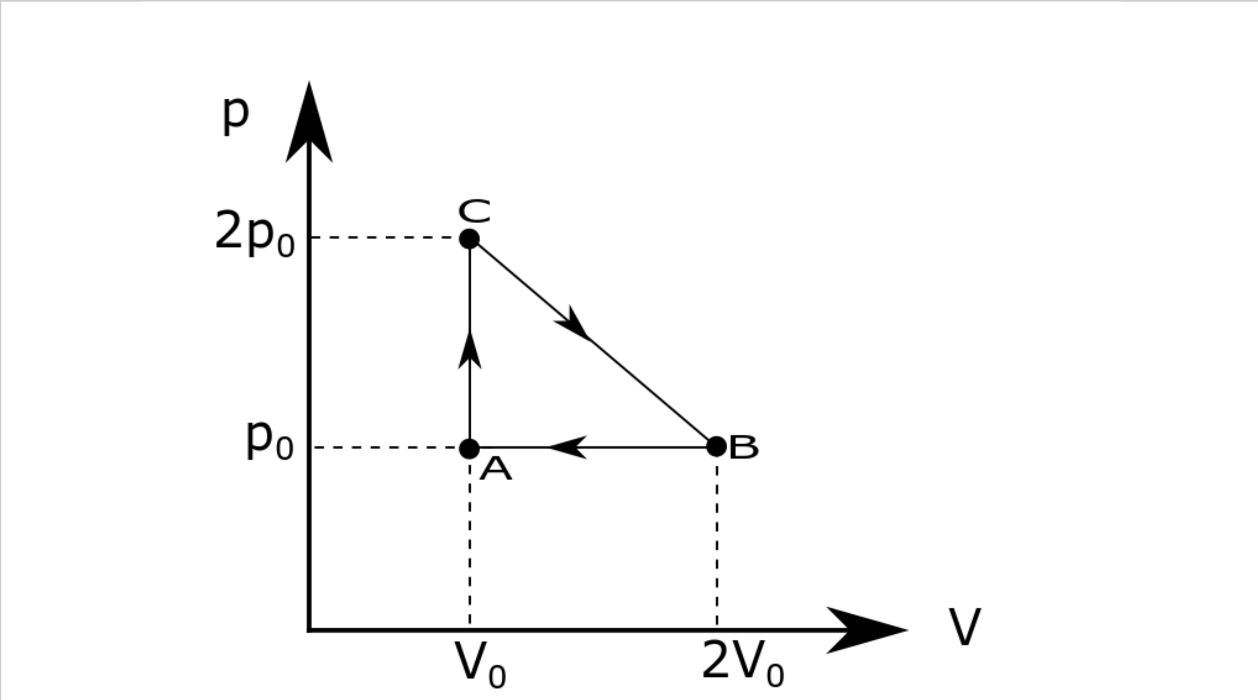
Hva er varmeutvekslingen Q per syklus for varmepumpa illustrert i figuren. Anta at alle prosessene er reversible.

Velg ett alternativ

- $Q = -\frac{1}{2}p_0V_0$
- $Q = \frac{1}{2}p_0V_0$
- $Q = -p_0V_0$
- $Q = p_0V_0$
- $Q = 2p_0V_0$

Maks poeng: 1

14 Ny oppgave



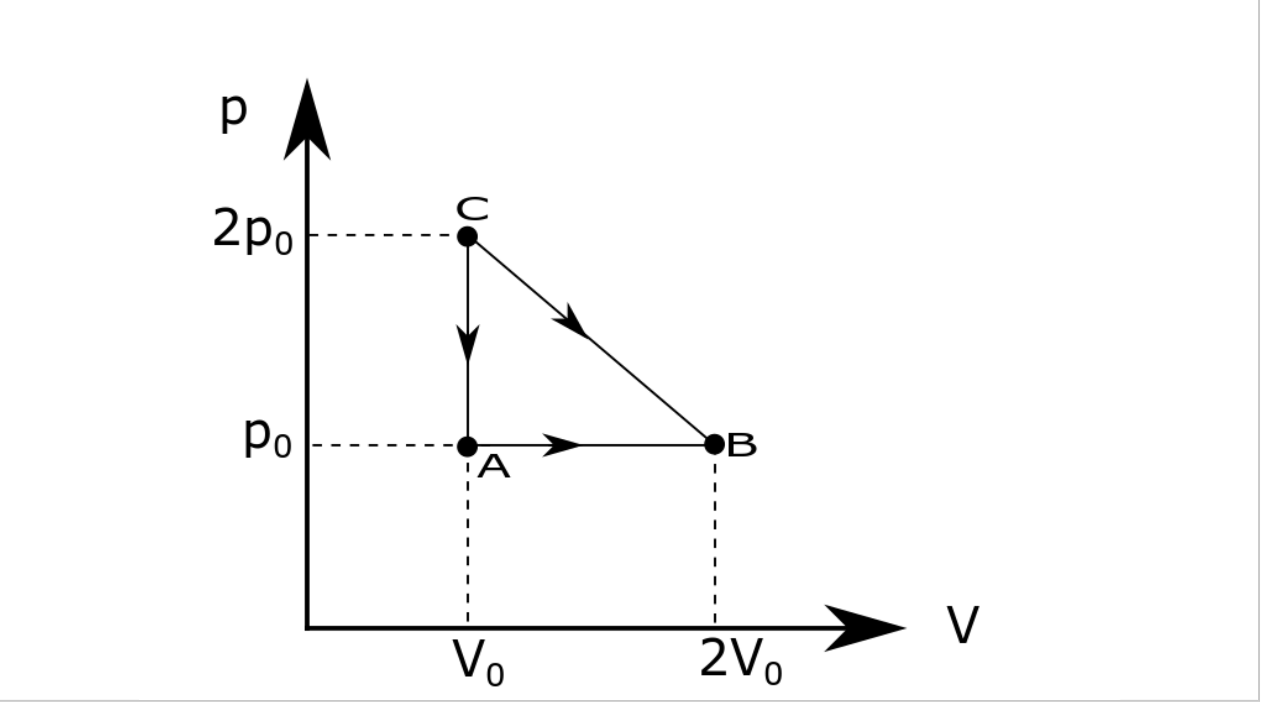
Bruk Carnots teorem til å bestemme en øvre grense η_c for varmekraftmaskinen i figuren.
Anta ideell gass.
(Legg merke til at pilene går i motsatt retning ift forrige oppgave)

Velg ett alternativ

- $\eta_c = 0.16$
- $\eta_c = 0.26$
- $\eta_c = 0.36$
- $\eta_c = 0.46$
- $\eta_c = 0.56$

Maks poeng: 1

15 Ny oppgave



Følgende størrelser er definert for de reversible prosessene i figuren over. (Merk pilretning)

- $\Delta S(A \rightarrow B)$ entropiendringen fra tilstand A til tilstand B
- $\Delta S(C \rightarrow A)$ entropiendringen fra tilstand C til tilstand A
- $\Delta S(C \rightarrow B)$ entropiendringen fra tilstand C til tilstand B.

Anta ideell gass.

Ranger entropiendringene etter størrelse:

Velg ett alternativ

- $\Delta S(A \rightarrow B) > \Delta S(C \rightarrow B) > \Delta S(C \rightarrow A)$
- $\Delta S(A \rightarrow B) > \Delta S(C \rightarrow A) > \Delta S(C \rightarrow B)$
- $\Delta S(C \rightarrow B) > \Delta S(A \rightarrow B) > \Delta S(C \rightarrow A)$
- $\Delta S(C \rightarrow A) > \Delta S(C \rightarrow B) > \Delta S(A \rightarrow B)$
- $\Delta S(A \rightarrow B) = \Delta S(C \rightarrow B) = \Delta S(C \rightarrow A)$

Maks poeng: 1

16 Ny oppgave

Hva er den **mikroskopiske** tolkningen av temperatur for ideell gass?

A) Varme overføres fra områder med lav temperatur til områder med høy temperatur
B) Varme overføres fra områder med høy temperatur til områder med lav temperatur
C) Et mål på gjennomsnittlig kinetisk energi
D) Et mål på impulsoverføring fra gassmolekyler til gassbeholder
E) Et kvantemekanisk system er typisk i grunntilstanden når temperaturen er stor

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

Maks poeng: 1

17 Ny oppgave

Bruk Maxwells fartsfordeling til å bestemme den mest sannsynlige farten v_p for en gass med temperatur T og molekylmasse m.

Velg ett alternativ

- $v_p = \sqrt{\frac{kT}{m}}$
- $v_p = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$
- $v_p = \sqrt{\frac{kT}{2m}}$
- $v_p = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$
- $v_p = \sqrt{\frac{kT}{3m}}$

Maks poeng: 1

18 Ny oppgave

I Denne oppgaven skal vi se på et kvantemekanisk to-partikkel system. Anta at hver partikkel kan enten være i en tilstand med energi $E_1 = -\frac{\beta\Delta}{2}$ eller i en tilstand med energi $E_2 = \frac{\beta\Delta}{2}$.

Hva er entropiendringen $\Delta S = S(E = \beta\Delta) - S(E = 0)$ når systemet går fra en tilstand med energi $E = 0$ til en tilstand med energi $E = \beta\Delta$?

Anta at partiklene kan skilles fra hverandre.
Merk: $\beta = \frac{1}{kT}$ og $\Delta > 0$

Velg ett alternativ

- $\Delta S = -k \ln 3$
- $\Delta S = -k \ln 2$
- $\Delta S = 0$
- $\Delta S = k \ln 2$
- $\Delta S = k \ln 3$

Maks poeng: 1

19 Ny oppgave

I denne oppgaven skal vi se på en enkel kvantemekanisk modell for en magnet. Anta at vi har tre magnetiske dipoler plassert i et koordinatsystem i posisjonene $(-1,0),(0,0)$ og $(1,0)$. Anta at hver enkelt dipol kan enten peke opp (parallelt med y-aksen) eller ned (antiparallelt med y-aksen). Assosiert med hver enkelt dipol finnes det et tall som vi kaller s_i hvor $i=\{1,2,3\}$ nummerer dipolen. Anta at hvis dipol nummer i peker opp så er $s_i=+1/2$ og at hvis dipol nummer i peker ned så er $s_i=-1/2$.

Energifunksjonen til dette systemet er
$E(s_1,s_2,s_3)=J(s_1s_2+s_2s_3),$
med $J=\text{konstant}>0.$
Dvs energien til en mikrotilstand hvor alle dipolene peker opp er lik
$E=J(1/2\cdot 1/2+1/2\cdot 1/2)=J/2.$

Beregn partisjonsfunksjonen Z for dette systemet

Tips: $\cosh(x)=\frac{e^x+e^{-x}}{2}$
Velg ett alternativ

- $Z=1+\cosh\left(\frac{\beta J}{2}\right)$
- $Z=2\left(1+\cosh\left(\frac{\beta J}{2}\right)\right)$
- $Z=4\left(1+\cosh\left(\frac{\beta J}{2}\right)\right)$
- $Z=5\left(1+\cosh\left(\frac{\beta J}{2}\right)\right)$
- $Z=7\left(1+\cosh\left(\frac{\beta J}{2}\right)\right)$

Maks poeng: 1

20 Ny oppgave

En gass med svake vekselvirkninger har en Helmholtz fri energi på formen
$F = F_i + kTB_2(T)\frac{N^2}{V}$
hvor F_i er den frie energien til en ideell gass, og $B_2(T)$ er en funksjon som bare avhenger av temperatur.

Hva er tilstandsligningen til denne gassen?

Tips: $dF = -SdT - pdV$
Velg ett alternativ

- $p = \frac{NkT}{V}\left(1 + \frac{N}{V}B_2(T)\right)$
- $p = \frac{NkT}{V}\left(1 + 2\frac{N}{V}B_2(T)\right)$
- $p = \frac{NkT}{V}\left(1 + 3\frac{N}{V}B_2(T)\right)$
- $p = \frac{NkT}{V}\left(1 + 4\frac{N}{V}B_2(T)\right)$
- $p = \frac{NkT}{V}\left(1 + 5\frac{N}{V}B_2(T)\right)$

Maks poeng: 1

21 Ny oppgave

Hva er entropien til gassen i forrige oppgave?

Velg ett alternativ

- $S = S_i - \frac{kN^2}{V}\left(B_2(T) + T\frac{dB_2}{dT}\right)$
- $S = S_i + \frac{kN^2}{V}\left(B_2(T) + T\frac{dB_2}{dT}\right)$
- $S = S_i - \frac{kN^2}{2V}\left(B_2(T) + T\frac{dB_2}{dT}\right)$
- $S = S_i + \frac{kN^2}{2V}\left(B_2(T) + T\frac{dB_2}{dT}\right)$
- $S = S_i$

Her er $S_i = -\left(\frac{\partial F_i}{\partial T}\right)_V$ entropien til en ideell gass.

Maks poeng: 1

22 Ny oppgave

Gassen i forrige oppgave har en varmekapasitet på formen
$C_V = C_{V,i} - k\frac{N^2}{V}T\left(2\frac{dB_2}{dT} + T\frac{d^2B_2}{dT^2}\right)$,
hvor $C_{V,i} = \frac{3}{2}Nk$ er varmekapasiteten til ideell gass.
Anta at $B_2(T) = -\frac{a}{kT}$, hvor $a > 0$ er et mål på hvor sterke vekselvirkningene i gassen er.

Hvilken av følgende påstander er korrekt?

A) Varmekapasiteten er temperaturavhengig
B) $C_V = 0$
C) $C_P = 0$
D) Gassen må være monoatomisk
E) Gassen må være diatomisk

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

Maks poeng: 1

23 Ny oppgave

Hvilke(n) av følgende påstander er sanne?

A) Det er umulig å lage maskin der eneste resultat er at all inkommende varme gjøres om til arbeid
B) Det finnes ingen varmekraftmaskin med virkningsgrad større enn den tilsvarende Carnot maskinen
C) I et termisk isolert system ute av likevekt vil systemets entropi øke
D) For å oppnå likevekt vil et system alltid minimere den relevante frie energien
E) Det er umulig å lage en maskin der eneste resultat er at varme overføres fra et kaldt til et varmt reservoar

Velg ett alternativ

- A
- A, B
- A, B, C
- A, B, C, D
- A, B, C, D, E

Maks poeng: 1

24 Ny oppgave

Anta at temperaturen til en monoatomisk ideell gass senkes fra T_0 til $T_0/2$ ved hjelp av en isokor prosess. Hva er entropiendringen ΔS i denne prosessen?

Velg ett alternativ

- $\Delta S = \frac{1}{2} Nk \ln 2$
- $\Delta S = -\frac{1}{2} Nk \ln 2$
- $\Delta S = \frac{3}{2} Nk \ln 2$
- $\Delta S = -\frac{3}{2} Nk \ln 2$
- $\Delta S = 0$

Maks poeng: 1

25 Ny oppgave

Tre identiske blokker med konstante varmekapasiteter C_V har temperaturene T_1, T_1 og T_2, der $T_1 > T_2$. Anta at blokkene settes i termisk kontakt med hverandre. Hva er den totale entropiendringen ΔS til dette systemet når hverken varme eller arbeid utveksles med omgivelsene?

Tips: Anta at volumet til blokkene er konstant.

Velg ett alternativ

- $\Delta S = C_V \ln\left(\frac{(2T_1+T_2)^3}{3T_1^2T_2}\right)$
- $\Delta S = C_V \ln\left(\frac{(2T_1+T_2)^3}{6T_1^2T_2}\right)$
- $\Delta S = C_V \ln\left(\frac{(2T_1+T_2)^3}{9T_1^2T_2}\right)$
- $\Delta S = C_V \ln\left(\frac{(2T_1+T_2)^3}{3T_1^2T_2}\right)^2$
- $\Delta S = C_V \ln\left(\frac{(2T_1+T_2)^3}{6T_1^2T_2}\right)^2$

Maks poeng: 1

26 Ny oppgave

En fotongass har en indre energi på formen $U = aVT^4$, hvor a er en positiv konstant. Anta at entropien til fotongassen er volumproporsjonal slik at $S = V \cdot s(T)$, og at $S = 0$ ved det absolutte nullpunkt.

Bestem fotongassens entropi $S(V, T)$.

Velg ett alternativ

- $S = \frac{2}{3}aVT^3$
- $S = aVT^3$
- $S = \frac{4}{3}aVT^3$
- $S = \frac{5}{3}aVT^3$
- $S = \frac{7}{3}aVT^3$

Maks poeng: 1

27 Ny oppgave

Fotongassen i forrige oppgave oppfyller tilstandsligningen $p = \frac{a}{3}T^4$. Hva er varmekapasiteten C_p?

Velg ett alternativ

- $C_p = 0$
- $C_p = 2aTV^3$
- $C_p = 3aTV^3$
- $C_p = 4aTV^3$
- $C_p = \infty$

Maks poeng: 1

28 Ny oppgave

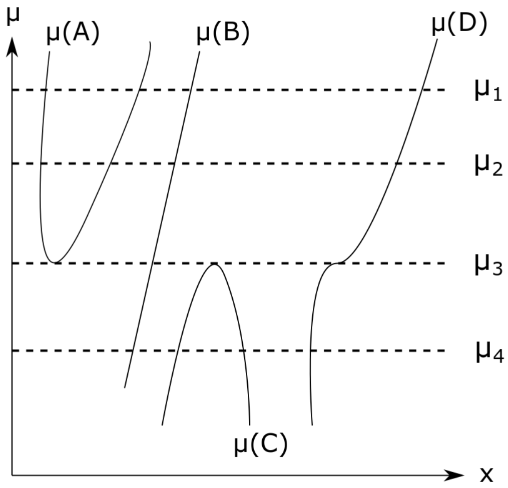
Den termodynamiske identitet for et materielt åpent en-komponent-system er
$dG = Vdp - SdT + \mu dN$.
Bruk dette til å bestemme det kjemiske potensial for en ideell gass.
Velg ett alternativ

- $\mu(p,T) = \mu_0 + kT\left(\frac{p}{p_0}\right)$
- $\mu(p,T) = \mu_0 + kT\left(\frac{p}{p_0}\right)^2$
- $\mu(p,T) = \mu_0 + kT\ln\left(\frac{p}{p_0}\right)$
- $\mu(p,T) = \mu_0 + kT\ln\left(\frac{p}{p_0}\right)^2$
- $\mu(p,T) = \mu_0 + kT\sqrt{\left(\frac{p}{p_0}\right)}$

Here er μ_0 og p_0 henholdsvis kjemisk potensial og trykk i en vilkårlig starttilstand.

Maks poeng: 1

29 Ny oppgave



Anta en kjemisk likning på formen
$A + B \to C + D$.
På figuren har vi plottet de tilhørende kjemiske potensialene for stoffene i den kjemiske likningen ovenfor. De kjemiske potensialene er plottet som funksjon av konsentrasjonen x.

Hvilken av verdiene μ_1, μ_2, μ_3, og μ_4 har de kjemiske potensialene i kjemisk likevekt?

Velg ett alternativ

- μ_1
- μ_2
- μ_3
- μ_4
- Ingen av verdiene ovenfor gir kjemisk likevekt

Maks poeng: 1

30 Ny oppgave

Identifiser **alle** følgende påstander som er sanne.

A) Ved likevekt er p, T og alle μ_i konstante over hele systemet
B) Ved likevekt er $dF = dG = dH = dU = dS = 0$
C) Alle (både med og uten friksjon) kvasistatiske prosesser er reversible
Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- A, B
- A, B, C

Maks poeng: 1

31 Ny oppgave

I denne oppgaven skal vi se på en paramagnet som oppfyller tilstandsligningen $M = C\frac{\mathcal{H}}{T}$ og har veldig svake dipolvekselvirkninger slik at $U \approx 0$. Her er M magnetiseringen og $\mathcal{H}$ magnetisk felt.

Hva er entropiendringen ΔS i en prosess hvor magnetiseringen endres fra $M = 0$ til $M = M_1 > 0$?

Tips: $dW = -\mu_0 \mathcal{H}\, dM$

Velg ett alternativ

- $\Delta S = \frac{\mu_0 M_1^2}{C}$
- $\Delta S = -\frac{\mu_0 M_1^2}{C}$
- $\Delta S = \frac{\mu_0 M_1^2}{2C}$
- $\Delta S = -\frac{\mu_0 M_1^2}{2C}$
- $\Delta S = 0$

Maks poeng: 1

32 Ny oppgave

I forelesning så vi på en effekt som kalles adiabatisk magnetisk avkjøling. Det er en effekt hvor temperaturen til en magnetisk substans kan endres ved å endre det eksterne magnetfeltet adiabatisk.

Hvilken av påstandene under er korrekt?

A) Ved å skru opp det ytre feltet vil temperaturen minke
B) Systemets entropi er konstant
C) Systemets entropi øker
D) Systemets entropi minker
E) Ingen av alternativene ovenfor er korrekte

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

Maks poeng: 1

33 Ny oppgave

Anta at et mol gass oppfyller tilstandsligningen
$V = \frac{RT}{p} + \left(b - \frac{a}{RT}\right).$
Denne gassen kan via en Joule-Thomson prosess enten varmes opp eller kjøles ned. Om gassen varmes opp (kjøles ned) avhenger av om gassens temperatur er mindre (større) enn inversjonstemperaturen T_*.

Finn gassens inversjonstemperatur T_*.
Velg ett alternativ

- $T_* = \frac{a}{bR}$
- $T_* = \frac{2a}{bR}$
- $T_* = \frac{a}{2bR}$
- $T_* = \frac{3a}{bR}$
- $T_* = \frac{a}{3bR}$

Maks poeng: 1

34 Ny oppgave

Et mol gass følger van der Waals' tilstandsligning
$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$
hvor $a > 0$ og $b > 0$ er konstanter og V er (molart) volum til gassen.

Bestem utrykket for gassens indre energi $U(T,V)$

Tips: $dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV$

Velg ett alternativ

- $U(T,V) = C_V T - \frac{a}{V} + U_0$
- $U(T,V) = C_V T - \frac{a}{2V} + U_0$
- $U(T,V) = C_V T + \frac{a}{2V} + U_0$
- $U(T,V) = C_V T + \frac{1}{V}\left(\frac{ab}{V} - a\right) + U_0$
- $U(T,V) = C_V T + \frac{1}{2V}\left(\frac{ab}{V} - a\right) + U_0$

Maks poeng: 1

35 Ny oppgave

Anta at en væske fordamper til en gass som oppfyller tilstandsligningen $p\sqrt{V} = AT$, hvor $A > 0$ er en konstant. Anta videre at den latente fordampningsvarmen L_f er konstant. I et (p, T) diagram skilles disse fasene av faselikevektskurven.

Hvilken av utrykkene under er en god **approksimasjon** for faselikevektskurven?

Tips: Clausius-Clapeyrons ligning.

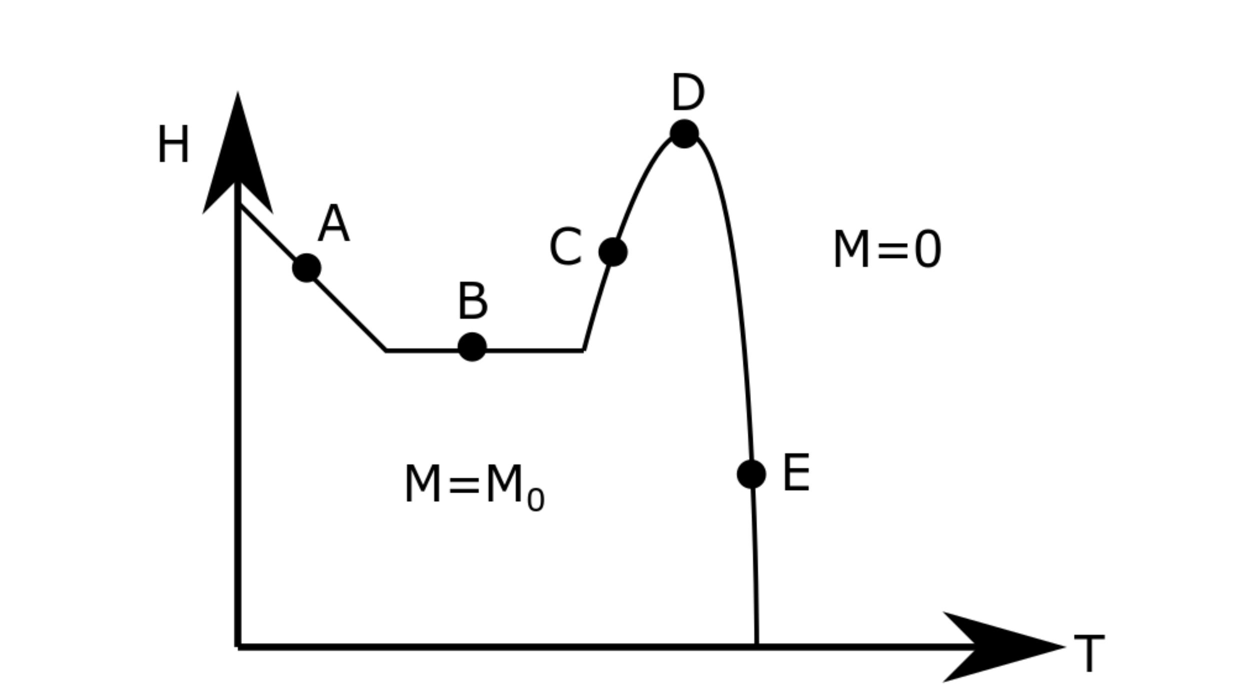
Velg ett alternativ

- $p = p_1$
- $\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p_1}\right)^2 = \frac{L_f}{A^2}\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{T_1^2}\right)^2$
- $\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p_1}\right)^2 = \frac{L_f}{2A^2}\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{T_1^2}\right)^2$
- $\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p_1}\right) = \frac{L_f}{A^2}\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{T_1^2}\right)$
- $\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p_1}\right) = \frac{L_f}{2A^2}\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{T_1^2}\right)$

(p_1, T_1) er et kjent punkt som ligger på faselikevektskurven.

Maks poeng: 1

36 Ny oppgave



Figuren viser fasediagrammet til en ukjent magnetisk substans i et (T, H) diagram. Her er T substansens temperatur og H er et eksternt magnetfelt. Den magnetiske substansen har en magnetisk fase hvor magnetiseringen $M = M_0 > 0$, og en ikke-magnetisk fase hvor magnetiseringen $M = 0$. Disse fasene er adskilt via faselikevektslinjen, som illustrert i figuren.

Ranger entropiendringene i punktene A, B, C, D, og E når systemet går fra den ikke-magnetiske fasen til den magnetiske fasen.

Tips:

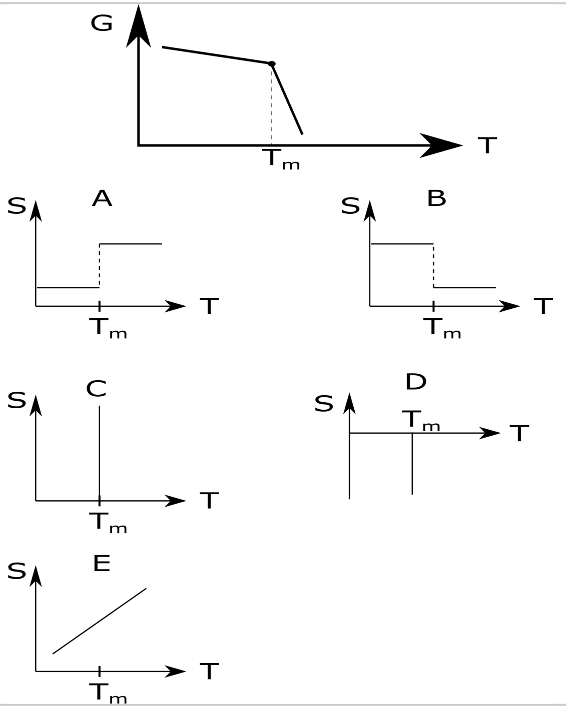
- Clausius Clapeyrons ligning, med $p \to -\mu_0 H$, $v \to M$, og $l \to T\Delta S$

Velg ett alternativ

- $\Delta S_E = \Delta S_A = \Delta S_B = \Delta S_D = \Delta S_C$
- $\Delta S_B > \Delta S_A > \Delta S_E = \Delta S_D > \Delta S_C$
- $\Delta S_A > \Delta S_E > \Delta S_B = \Delta S_D > \Delta S_C$
- $\Delta S_E > \Delta S_A > \Delta S_B > \Delta S_D > \Delta S_C$
- $\Delta S_E > \Delta S_A > \Delta S_B = \Delta S_D > \Delta S_C$

Maks poeng: 1

37 Ny oppgave



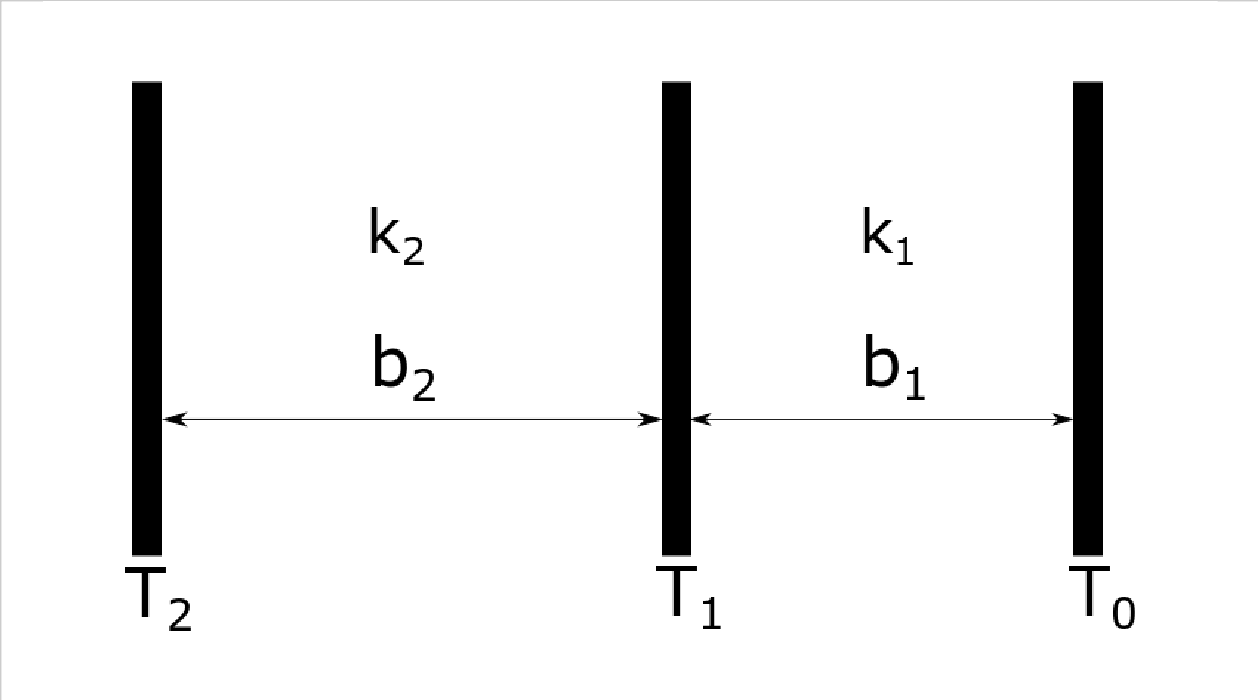
Den øverste figuren viser temperaturavhengigheten til Gibbs fri energi G i en faseovergang. Hvilken av figurene viser den korrekte temperaturavhengigheten til systemets entropi S?

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

Maks poeng: 1

38 Ny oppgave



I figuren er det tre uendelig tynne parallelle plan med konstante temperaturer $T_0 = 10\,\mathrm{K}, T_1$, og $T_2 = 30\,\mathrm{K}$. Avstanden i mellom planene er $b_1 = 1\,\mathrm{m}$ og $b_2 = 2\,\mathrm{m}$ som angitt i figuren. Varmeledningsevnene i mellom planene er $k_1 = 0.14\,\mathrm{W/m\,K}$ og $k_2 = 0.047\,\mathrm{W/m\,K}$.

Hva er varmestrømtettheten J mellom planene?

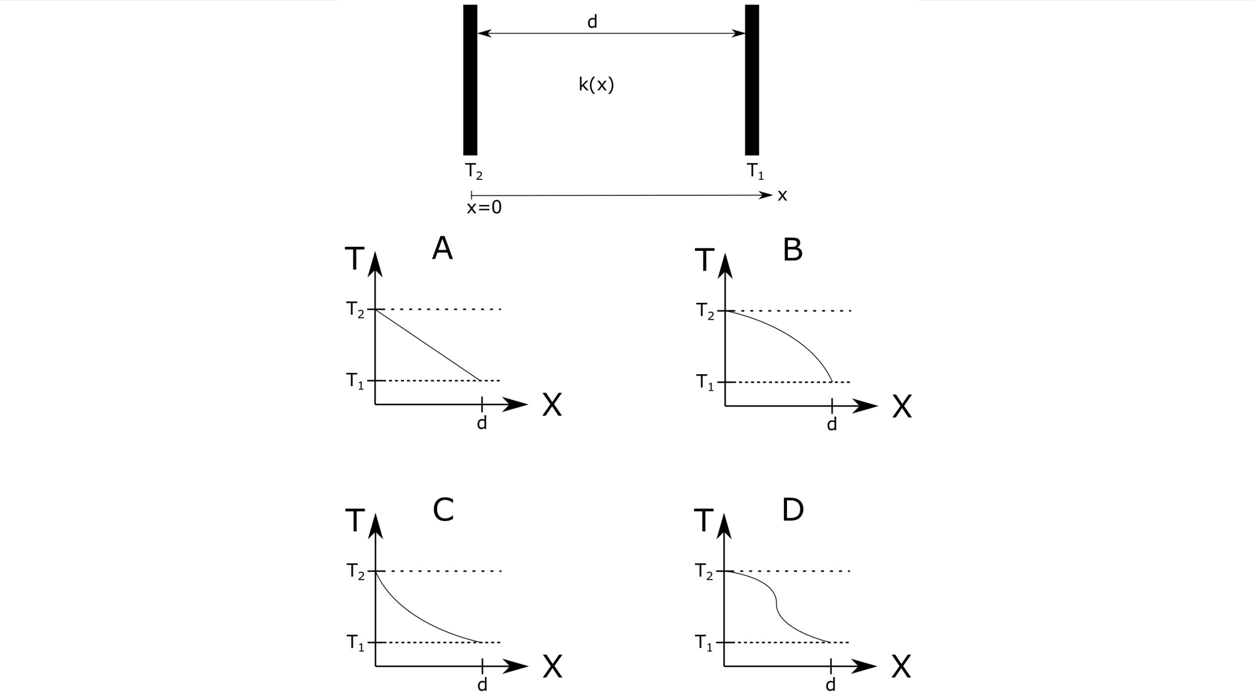
Tips: Varmestrømtettheten er kontinuerlig, så det eksisterer en sammenheng som er analog med Ohms lov.

Velg ett alternativ

- $J = 0\,\mathrm{W/m^2}$
- $J = 0.1\,\mathrm{W/m^2}$
- $J = 0.2\,\mathrm{W/m^2}$
- $J = 0.3\,\mathrm{W/m^2}$
- $J = 0.4\,\mathrm{W/m^2}$

Maks poeng: 1

39 Ny oppgave



Figuren viser to tynne parallelle plan med innbyrdes avstand d. Temperaturen på hvert av planene er konstante. Planet med temperatur $T_2 > T_1$ er plassert i origo, mens planet med temperatur T_1 er plassert i $x = d$.

Anta at varmeledningsevnen i mellom planene er på formen $k(x) = Ae^{-x/d}$ hvor $A > 0$ er en konstant.

Hvilken av figurene A, B, C, eller D viser den korrekte temperaturprofilen under stasjonære betingelser?

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- Ingen av temperaturprofilene er korrekt

Maks poeng: 1

40 Ny oppgave

I forelesning har vi sett på en d-dimensjonal mikroskopisk modell for diffusjon. I to dimensjoner baserte modellen seg på at en partikkel kan enten hoppe opp, ned, til høyre eller til venstre på et uendelig stort todimensjonalt gitter.

For et todimensjonalt gitter regnet vi ut at den kontinuerlige sannsynlighetstettheten var gitt av utrykket
$\tilde{P}(x, y, t) = \frac{1}{4\pi Dt} e^{-\frac{x^2+y^2}{4Dt}}$.
Størrelsen $\tilde{P}(x, y, t)dxdy$ er sannsynligheten for at en partikkel befinner seg i omegnet av punktet (x, y) ved tida t, gitt at i starten av eksperimentet befant partikkelen seg i posisjonen $(x, y) = (0, 0)$.

Beregn variansen $\mathrm{Var}(\mathbf{r}) = \langle \mathbf{r}^2 \rangle - \langle \mathbf{r} \rangle^2$, hvor $\mathbf{r} = (x, y)$ er posisjonsvektoren.

Tips:

- Bruk polarkoordinater (r, ϕ)
- $\int_0^\infty x^3 e^{-ax^2} = \frac{1}{2a^2}$

Merk: $\langle \mathbf{r} \rangle$ betyr i denne sammenheng gjennomsnittet av posisjonsvektoren $\mathbf{r}$.
Velg ett alternativ

- $\mathrm{Var}(\mathbf{r}) = 0$
- $\mathrm{Var}(\mathbf{r}) = 2Dt$
- $\mathrm{Var}(\mathbf{r}) = 4Dt$
- $\mathrm{Var}(\mathbf{r}) = 5Dt$
- $\mathrm{Var}(\mathbf{r}) = 6Dt$

Maks poeng: 1