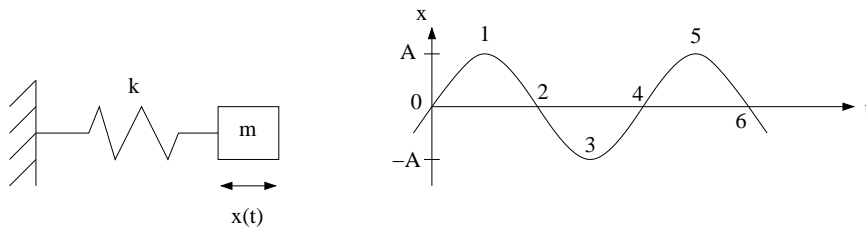


1) Panama gikk offisielt over fra US gallons til liter den 30. april i 2013. Bensinprisen var da ca 4 US dollar pr US gallon. Hvor mange desiliter bensin fikk du omtrent for 1 krone i Panama den 30. april i 2013, når 1 krone er ca 0.164 US dollar og 1 liter er ca 0.264 US gallons?

- A) 1.6      B) 3.4      C) 6.4      D) 9.1



En kloss med masse  $m$  er festet til ei ideell fjær med fjærkonstant  $k$ , som vist i figuren over. Klossen utfører harmoniske svingninger horisontalt, og  $x(t)$  angir klossens utsving fra likevekt ved tidspunktet  $t$ . Maksimalt utsving fra likevekt er  $A$ . Oppgavene 2 – 8 er knyttet til dette systemet.

2) Hva er klossens posisjon  $x(0)$  og hastighet  $v(0)$  ved tidspunktet  $t = 0$  (merket med 0 i figuren over)?

- A)  $x(0) < 0, v(0) = 0$       B)  $x(0) > 0, v(0) = 0$       C)  $x(0) = 0, v(0) < 0$       D)  $x(0) = 0, v(0) > 0$

3) Når er absoluttverdien av klossens akselerasjon maksimal?

- A) Ved 0, 2, 4 og 6.      B) Ved 2 og 4.      C) Ved 1, 3 og 5.      D) Ved 3.

4) Når er absoluttverdien av klossens hastighet maksimal?

- A) Ved 0, 2, 4 og 6.      B) Ved 2 og 4.      C) Ved 1, 3 og 5.      D) Ved 3.

5) Hva er svingesystemets periode  $T$ ?

- A)  $2\pi\sqrt{k/m}$       B)  $2\pi\sqrt{m/k}$       C)  $k/m$       D)  $m/k$

6) Hva er svingesystemets totale mekaniske energi?

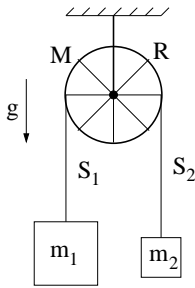
- A)  $kA^2/2$       B)  $kA^2$       C)  $2kA^2$       D)  $4kA^2$

7) Hvordan påvirkes svingesystemets periode  $T$  dersom den svingende klossen utsettes for en svak luftmotstand  $f = -bv$ , proporsjonal med klossens hastighet  $v$ ?

- A)  $T$  forblir uendret.      B)  $T$  blir mindre.      C)  $T$  blir større.      D) Umulig å si.

8) Hvordan påvirkes svingesystemets periode  $T$  dersom den svingende klossen utsettes for en svak konstant friksjonskraft  $f = -\mu mg$ , proporsjonal med klossens tyngde  $mg$ ?

- A)  $T$  forblir uendret.      B)  $T$  blir mindre.      C)  $T$  blir større.      D) Umulig å si.



To lodd med masser  $m_1$  og  $m_2 < m_1$  er forbundet med ei tilnærmet masseløs snor som er lagt over et hjul med masse  $M$  og radius  $R$ . Eikene er tilnærmet masseløse, slik at hjulets treghetsmoment om akslingen er  $I_0 = MR^2$ . Hjulet er festet i taket og kan rotere friksjonsfritt om akslingen som går gjennom hjulets massesenter. I oppgave 9 antar vi at hjulet har neglisjerbar masse. I oppgave 9 og 10 antar vi at det er tilstrekkelig friksjon mellom snor og hjul til at snora ikke glir på hjulet. I oppgave 11 antar vi null friksjon mellom snor og hjul. Tyngdens akselerasjon er  $g$ .

9) Hva kan du si om snordragene  $S_1$  og  $S_2$  dersom hjulets masse kan neglisjeres, dvs  $M = 0$ ?

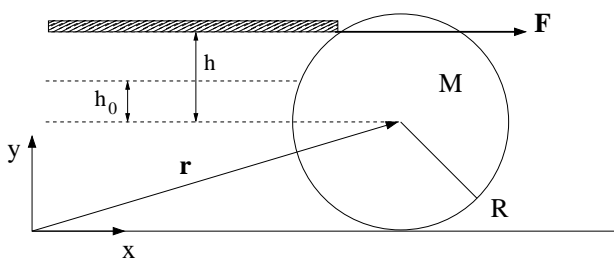
- A)  $S_1 = S_2$       B)  $S_1 > S_2$       C)  $S_1 < S_2$   
 D) Intet kan sies om  $S_1$  i forhold til  $S_2$  så lenge snora ikke glir på hjulet.

10) Ved å måle loddenes hastighet  $(\pm)v$  kan du umiddelbart slå fast at hjulet har kinetisk energi

- A)  $Mv^2$       B)  $Mv^2/2$       C)  $Mv^2/4$       D)  $Mv^2/8$

11) Anta nå null friksjon mellom snor og hjul, og la  $\beta < 1$  betegne forholdet mellom de to loddenes masser, dvs  $\beta = m_2/m_1$ . Ved å måle loddenes akselerasjon  $a$  måler du samtidig tyngdens akselerasjon  $g$ . Hvordan kan  $g$  uttrykkes ved  $a$  og  $\beta$ ?

- A)  $g = a(1 + \beta)/(1 - \beta)$       B)  $g = a(1 + \beta)$       C)  $g = a(1 - \beta)$       D)  $g = a(1 - \beta)/(1 + \beta)$

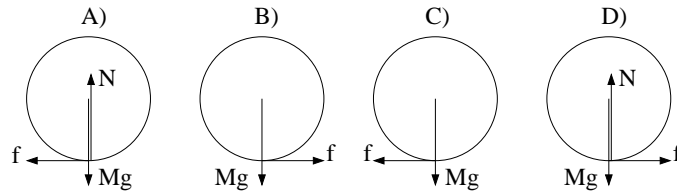


Ei snookerkule med masse  $M$  og radius  $R$  får et kraftig, men kortvarig støt av en horisontal kø (stav). Kulas treghetsmoment relativt en akse gjennom dens massesenter er  $I_0 = 2MR^2/5$ . Vi legger et koordinatsystem  $xyz$  med origo på bordflata og  $xy$ -planet lik vertikalplanet gjennom kulas massesenter. Køen treffer kula (som ligger i ro) i  $xy$ -planet med en kraft  $F$  i  $x$ -retning. Treffpunktet er i høyde  $h$  over massesenteret, se figuren. Dette er høyere enn høyden  $h_0 = 2R/5$  som ville ha resultert i ren rulling fra første stund. Støtet er så kraftig og så kortvarig at vi under selve støtet kan neglisjere innvirkningen av friksjonskraften  $f$  fra snookerbordet. Etter støtet, derimot, kan  $f$  generelt ikke neglisjeres. (Men vi ser bort fra luftmotstand.) Oppgavene 12 – 14 er knyttet til denne figuren.

12) Anta at kula har masse 167 gram, og at det virker en konstant kraft på 1000 N i støtet, som varer i 2 millisekunder. Hva blir da kulas hastighet umiddelbart etter at støtet er fullført?

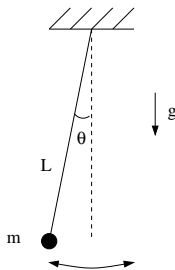
- A) 12 m/s      B) 4.0 m/s      C) 1.6 m/s      D) 0.6 m/s

13) Hvilken figur viser kreftene på kula like etter at støtet er fullført?



14) Etter at støtet er fullført, er kulas dreieimpuls relativt origo,  $L = MRV + I_0\omega$ , bevart. Her er  $V$  og  $\omega$  hhv kulas hastighet og vinkelhastighet. Like etter støtet har kula hastighet  $V_0$  og vinkelhastighet  $\omega_0 = 5hV_0/2R^2$ . Anta at køen treffer kula i høyden  $h = 4R/5$ . Hva blir da kulas hastighet når ren rulling er oppnådd?

- A)  $7V_0/9$       B)  $9V_0/7$       C)  $3V_0/5$       D)  $5V_0/3$



Figuren viser en (tilnærmet matematisk) pendel bestående av ei lita kula med masse  $m$  festet til enden av ei tilnærmet masseløs stang med lengde  $L$ . Pendelen svinger fram og tilbake med små utsving ( $|\theta| \ll 1$ ) fra likevekt ( $\theta = 0$ ). Tyngdens akselerasjon er  $g$ . Se bort fra luftmotstand. Oppgavene 15 og 16 er knyttet til denne figuren.

15) Hvor mye endres pendelens svingeperiode  $T$  dersom lengden  $L$  øker med 1%?

- A)  $T$  forblir uendret.      B)  $T$  øker med ca 0.5%.      C)  $T$  øker med ca 1%.      D)  $T$  øker med ca 2%.

16) Hvor mye endres pendelens svingeperiode  $T$  dersom massen  $m$  øker med 1%?

- A)  $T$  forblir uendret.      B)  $T$  øker med ca 0.5%.      C)  $T$  øker med ca 1%.      D)  $T$  øker med ca 2%.

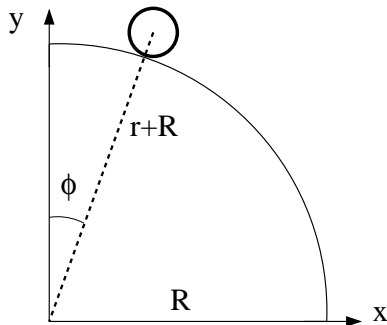
17) På vei mot sydligere breddegrader, med marsjfart ca 900 km pr time og i marsjhøyde ca 10 km over bakken, lar du tankene vandre. Ikke alle dine hypoteser er like fornuftige. Hvilket utsagn er riktig? Det oppgis at jordradien er i overkant av 6000 km.

A) I denne høyden er lufta så ”tynn” (dvs lav tetthet) at det ikke blir særlig mye løft på vingene. Derfor må flyets hastighet være så stor at sentripetalakselerasjonen blir praktisk talt lik tyngdens akselerasjon.

B) I denne høyden er tyngdens akselerasjon mye mindre enn på bakken, og til og med mindre enn sentripetalakselerasjonen. Et ”negativt løft” på flyvingene (dvs en kraft rettet nedover) er derfor nødvendig for å holde flyet i konstant høyde over bakken.

C) I denne høyden er tyngdens akselerasjon omtrent som på bakken, og mye større enn sentripetalakselerasjonen. Et løft på flyvingene omtrent lik flyets tyngde er derfor nødvendig for å holde flyet i konstant høyde over bakken.

D) Verken A, B eller C er riktig.



$i$	$t_i$ (ms)	$x_i$ (mm)	$y_i$ (mm)
1	0	130	792
2	33	140	791
3	67	151	789
4	100	163	786
5	133	176	783
6	167	190	780
7	200	206	776
8	233	222	771
9	267	241	766
10	300	261	759

Tabellen viser posisjon  $(x, y)$ , målt i enheten millimeter (mm), og tid  $t$ , målt i enheten millisekunder (ms), for massesenteret til en hul messingsylinder (dvs et ”sylinderskall”) som ruller på utsiden av en kvartsrinkel med radius  $R$ . Sylindere har indre radius 17 mm og ytre radius  $r = 19$  mm, samt masse  $m = 88$  g. Oppgavene 18 – 21 er knyttet til denne figuren og tabellen.

18) Messingsylindereens treghetsmoment, målt i SI-enheten  $\text{kg m}^2$ , med hensyn på sylindereens symmetriakse gjennom dens massesenter er ca

- A)  $2.9 \cdot 10^5$       B)  $2.9 \cdot 10^2$       C)  $2.9 \cdot 10^{-2}$       D)  $2.9 \cdot 10^{-5}$

19) Messingsylindereens treghetsmoment, målt i SI-enheten  $\text{kg m}^2$ , med hensyn på en akse vinkelrett på papirplanet og gjennom origo (dvs  $(x, y) = (0, 0)$ ), er ca

- A)  $5.7 \cdot 10^5$       B)  $5.7 \cdot 10^2$       C)  $5.7 \cdot 10^{-2}$       D)  $5.7 \cdot 10^{-5}$

20) Sylindereens hastighet ved  $t = t_4 = 0.100$  s er omtrent

- A) 4 mm/s      B) 4 cm/s      C) 0.4 m/s      D) 4 m/s

21) Med konstant tidsintervall  $\Delta t = t_{i+1} - t_i$  kan sylindereens akselerasjon  $a_i$  ved tidspunktet  $t_i$  tilnærmes med algoritmen (”oppskriften”)

$$\text{A) } a_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} + x_{i-1} - 2x_i)^2 + (y_{i+1} + y_{i-1} - 2y_i)^2}}{(\Delta t)^2}$$

$$\text{B) } a_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} + x_{i-1} + 2x_i)^2 + (y_{i+1} + y_{i-1} + 2y_i)^2}}{(\Delta t)^2}$$

$$\text{C) } a_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} + x_{i-1} - 2x_i)^2 + (y_{i+1} + y_{i-1} - 2y_i)^2}}{\Delta t}$$

$$\text{D) } a_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} + x_{i-1} + 2x_i)^2 + (y_{i+1} + y_{i-1} + 2y_i)^2}}{\Delta t}$$

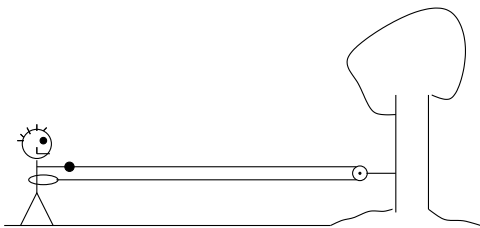
22) En personbil med masse 1500 kg kolliderer fullstendig uelastisk med en lastebil som står i ro. (Dvs, bil og lastebil henger sammen etter kollisjonen.) Lastebilen har masse 6000 kg. Hvor stor andel av den kinetiske energien går tapt i denne kollisjonen? (Dvs  $(K_{\text{før}} - K_{\text{etter}})/K_{\text{før}}$ .) Se bort fra friksjonskrefter fra bakken i løpet av kollisjonen.

- A) 80%      B) 50%      C) 20%      D) 1%



23) Et sykkelhjul med masse  $M$ , radius  $R$  og treghetsmoment  $I_0 = MR^2$  (mhp akslingen gjennom hjulets massesenter) settes i rask rotasjon med vinkelhastighet  $\omega$ . Det roterende hjulet henges opp i ei snor festet til akslingen i avstand  $r$  fra hjulets massesenter, som vist i figuren over til venstre. Som en følge av tyngdekraftens dreiemoment  $\tau = Mgr$  relativt snoras festepunkt (A) preseserer hjulet (langsomt) om vertikalaksen med vinkelhastighet  $\Omega$ , dvs med periode  $T = 2\pi/\Omega$ . Hva blir perioden  $T$ ? Tips: Benytt N2 for rotasjon ( $\tau = \Delta L/\Delta t$ , "spinnsetsen"),  $L = I_0\omega$ , samt figuren over til høyre.

- A)  $gr/2\pi\omega R^2$       B)  $\pi gR/\omega r^2$       C)  $2\pi/\omega$       D)  $2\pi R^2\omega/gr$



24) Du har masse  $M$  og står på den glatte, friksjonsfrie isen og trekker med en kraft  $F$  i det tilnærmet masseløse tauet, som går via den friksjonsfrie trinsen og tilbake til deg, der du har knyttet det fast rundt midjen. Hvor stor akselerasjon får du?

- A)  $F/M$       B)  $2F/M$   
C)  $3F/M$       D)  $4F/M$

25) Dersom et eple bruker tiden  $T$  på å falle (med null starthastighet) fra en høyde  $h$  her på jorda, hvor lang tid bruker det samme eplet på å falle fra samme høyde på en planet med masse lik  $1/8$  av jordmassen og radius lik halve jordradien? (Du kan anta at  $h$  er mye mindre enn planetradien. Se bort fra luftmotstand og andre former for friksjon.)

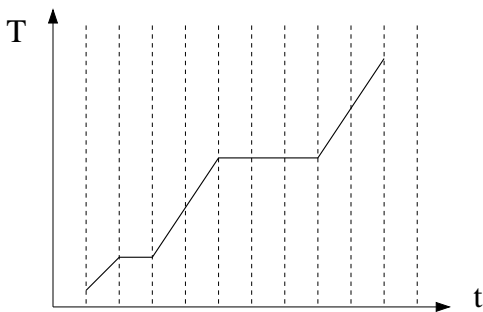
- A)  $T/2$       B)  $2T$       C)  $\sqrt{2}T$       D)  $T/\sqrt{2}$

26) Hvor mange mol ideell gass er det i en kubikkmeter ved atmosfæretrykk (101 kPa) og god og lun romtemperatur (300 K)?

- A)  $7 \cdot 10^5$       B) 40      C) 0.2      D)  $3 \cdot 10^{-8}$

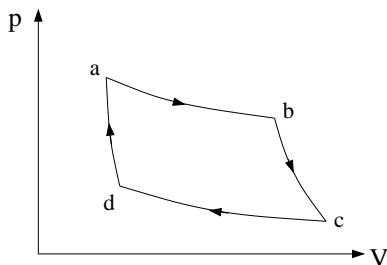
27) Hvis du lager et sirkulært hull med diameter 10.000 cm i en stålplate utendørs i 30 kuldegrader, hva er hullets diameter når platen har akklimatisert seg inne i badstua, der temperaturen er 70 varmegrader? Stål har lineær utvidelseskoeffisient  $\alpha = 1.3 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

- A) 8.700 cm      B) 9.789 cm      C) 10.013 cm      D) 11.300 cm



28) Varme tilføres et rent stoff i en lukket beholder. Tilført varme pr tidsenhet er konstant. Figuren viser hvordan stoffets temperatur  $T$  endrer seg med tiden. Hva er forholdet mellom stoffets fordampningsvarme  $L_f$  og stoffets smeltevarme  $L_s$ ?

- A)  $L_f/L_s = 0.3$       B)  $L_f/L_s = 0.7$   
 C)  $L_f/L_s = 1.7$       D)  $L_f/L_s = 3.0$

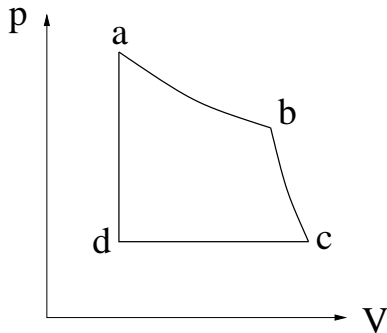


29) Figuren viser en reversibel kretsprosess der arbeidssubstansen er en gass. Hva er netto arbeid som utføres i kretsprosessen?

- A) Null.  
 B) Arealet omsluttet av kurven abcda.  
 C) Arealet under kurven abc.  
 D) Arealet under kurven ab minus arealet under kurven dc.

30) Vedrørende ligningen  $Q = \Delta U + W$ , hvilken påstand er feil?

- A) Ligningen uttrykker energibevarelse.  
 B)  $W$  er arbeidet gjort av systemet.  
 C) Størrelsen  $Q$  kan være både positiv og negativ.  
 D) Mens  $W$  er en prosessvariabel, er både  $U$  og  $Q$  tilstandsvariable.



31) Figuren viser en reversibel kretsprosess for en ideell gass, bestående av en isoterm (a til b), en adiabat (b til c), en isobar (c til d) og en isokor prosess. Ranger temperaturene  $T_a$ ,  $T_b$ ,  $T_c$  og  $T_d$  i de fire tilstandene (hjørnene) merket hhv  $a$ ,  $b$ ,  $c$  og  $d$ .

- A)  $T_d < T_c < T_b = T_a$                       B)  $T_d < T_a = T_b < T_c$   
 C)  $T_a = T_b = T_c = T_d$                       D)  $T_c < T_a = T_b < T_d$

32) Hvis  $S(T, V) = C_V \ln(T/T_0) + Nk_B \ln(V/V_0) + S_0$  for en ideell gass med  $N$  molekyler, hva blir  $S(T, p)$  for den samme gassen? (Her er  $S_0 = S(T_0, V_0)$ , og  $p_0 V_0 = Nk_B T_0$ .)

- A)  $S(T, p) = C_p \ln(p/p_0) + Nk_B \ln(T/T_0) + S_0$   
 B)  $S(T, p) = C_p \ln(p/p_0) - Nk_B \ln(T/T_0) + S_0$   
 C)  $S(T, p) = C_p \ln(T/T_0) + Nk_B \ln(p/p_0) + S_0$   
 D)  $S(T, p) = C_p \ln(T/T_0) - Nk_B \ln(p/p_0) + S_0$

33) Hvis 1 liter vann med temperatur  $T_0$  og varmekapasitet  $C$  (som er uavhengig av  $T$ , og slik at  $C_p = C_V = C$ ) bringes i termisk kontakt med et varmereservoar med temperatur  $T_1$ , hva er endringen i vannets entropi når vannet har nådd samme temperatur som varmereservoaret? (Se bort fra volumendringer.)

- A)  $CT_0/T_1$                                       B)  $CT_1/T_0$   
 C)  $C \ln(T_0/T_1)$                               D)  $C \ln(T_1/T_0)$

34) Hva blir entropiendringen til varmereservoaret i forrige oppgave?

- A)  $C(T_0 - T_1)/T_1$                               B)  $C(T_1 - T_0)/T_0$   
 C)  $C(T_1 - T_0)/T_1$                               D)  $C(T_0 - T_1)/T_0$

35) Hva kan du, uten videre, si om den *totale* entropiendringen i prosessen beskrevet i oppgave 33? (Dvs, for vann og reservoar til sammen.)

- A) Positiv.                                      B) Negativ.  
 C) Null.    D) Intet kan sies.

36) I et system med  $N$  uavhengige partikler er det for hver partikkel to mulige (kvantemekaniske) tilstander, enten energi  $-E_0$  eller energi  $E_0$ . Hvor stor er da sannsynligheten for at en gitt partikkel har energi  $-E_0$ , når systemets temperatur er  $T$ ?

- A)  $\exp(-E_0/k_B T)/[2 \cosh(E_0/k_B T)]$   
 B)  $\exp(E_0/k_B T)/[2 \cosh(E_0/k_B T)]$   
 C)  $\exp(-E_0/k_B T)/[2 \sinh(E_0/k_B T)]$   
 D)  $\exp(E_0/k_B T)/[2 \sinh(E_0/k_B T)]$

37) Hva blir indre energi for systemet i oppgave 36? ( $U = N\langle E \rangle$ .)

- A)  $NE_0 \cosh(E_0/k_B T)$
- B)  $-NE_0 \cosh(E_0/k_B T)$
- C)  $NE_0 \tanh(E_0/k_B T)$
- D)  $-NE_0 \tanh(E_0/k_B T)$

38) Hvis temperaturen i en ideell gass halveres, hvordan endres molekylenees rms-hastighet? ( $v_{\text{rms}} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$ )

- A)  $v_{\text{rms}}$  halveres.
- B)  $v_{\text{rms}}$  reduseres med ca 30 prosent.
- C)  $v_{\text{rms}}$  blir uendret.
- D)  $v_{\text{rms}}$  blir ca dobbelt så stor.

39) Hvis trykket i en ideell gass fordobles samtidig som gassen presses sammen til halvparten så stort volum, hvordan endres  $v_{\text{rms}}$ ?

- A)  $v_{\text{rms}}$  halveres.
- B)  $v_{\text{rms}}$  reduseres med ca 30 prosent.
- C)  $v_{\text{rms}}$  blir uendret.
- D)  $v_{\text{rms}}$  blir ca dobbelt så stor.

40) En ideell gass utvider seg reversibelt og isotermt fra en tilstand  $(T_1, p_1)$  slik at volumet blir dobbelt så stort,  $V_1 \rightarrow 2V_1$ . Arbeidet på omgivelsene er da  $W_0$ . Dersom den samme gassen i stedet hadde utvidet seg reversibelt ved konstant trykk, fremdeles fra  $V_1$  til  $2V_1$ , hva kan du da si om arbeidet gjort på omgivelsene,  $W_1$ , i forhold til det isoterme arbeidet  $W_0$ ?

- A) Umulig å si noe sikkert om  $W_1$  relativt  $W_0$ .
- B)  $W_1 < W_0$
- C)  $W_1 > W_0$
- D)  $W_1 = W_0$

41) Varmemengden  $Q_p > 0$  tilføres en ideell gass ved konstant trykk. Gassens indre energi øker da med

- A) en energimengde mindre enn  $Q_p$ .
- B) en energimengde større enn  $Q_p$ .
- C) energimengden  $Q_p$ .
- D) en energimengde som avhenger av om gassen er en- eller toatomig.

42) Luft er med god tilnærming en ideell blanding av  $\text{O}_2$ - og  $\text{N}_2$ -molekyler. Hva kan du si om  $v_{\text{rms}}$  og midlere kinetiske energi  $\langle K \rangle$  for de ulike molekylene? Det oppgis at oksygen er tyngre enn nitrogen.

- A)  $v_{\text{rms}}(\text{O}_2) = v_{\text{rms}}(\text{N}_2)$ ,  $\langle K \rangle_{\text{O}_2} = \langle K \rangle_{\text{N}_2}$
- B)  $v_{\text{rms}}(\text{O}_2) < v_{\text{rms}}(\text{N}_2)$ ,  $\langle K \rangle_{\text{O}_2} = \langle K \rangle_{\text{N}_2}$
- C)  $v_{\text{rms}}(\text{O}_2) < v_{\text{rms}}(\text{N}_2)$ ,  $\langle K \rangle_{\text{O}_2} < \langle K \rangle_{\text{N}_2}$
- D)  $v_{\text{rms}}(\text{O}_2) = v_{\text{rms}}(\text{N}_2)$ ,  $\langle K \rangle_{\text{O}_2} > \langle K \rangle_{\text{N}_2}$



43) En ideell (reversibel) Carnot-varmepumpe leverer en varmeeffekt på 2.0 kW ved å overføre varme fra utvendig luft ved  $-10^{\circ}\text{C}$  til husets varmluftforsyning ved  $+30^{\circ}\text{C}$ . Hvor mye elektrisk effekt (arbeid pr tidsenhet) bruker varmepumpa?

- A) 0.26 kW
- B) 0.56 kW
- C) 0.86 kW
- D) 1.16 kW

44) Hvordan ser en Carnot-prosess ut i et  $(S, T)$ -diagram?

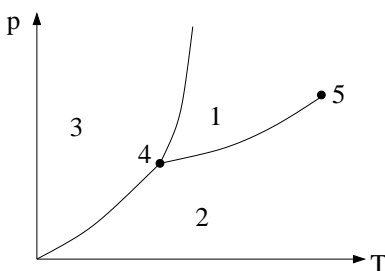
- A) Et parallelogram (med horisontale og skråstilte linjer).
- B) Et rektangel (med horisontale og vertikale linjer).
- C) En ellipse.
- D) En "firkant" der alle linjer buer inn mot midten (konkave).

45) For toatomige molekyler endres  $C_V$  fra  $3k_B/2$  til  $5k_B/2$  pr partikkel ved en "karakteristisk" (lav!) temperatur  $T_{\text{rot}}$ . Ranger molekylene  $\text{H}_2$ ,  $\text{HCl}$  og  $\text{Cl}_2$  med hensyn på verdien av denne karakteristiske temperaturen. (Cl har større masse enn H.)

- A)  $\text{H}_2 < \text{HCl} < \text{Cl}_2$
- B)  $\text{H}_2 > \text{HCl} > \text{Cl}_2$
- C)  $\text{HCl} < \text{H}_2 < \text{Cl}_2$
- D)  $\text{HCl} > \text{H}_2 > \text{Cl}_2$

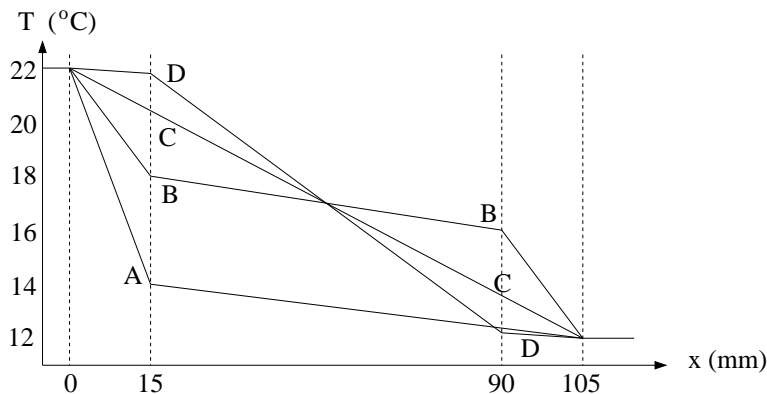
46) Et ideelt "Carnot-kjøleskap" holder konstant temperatur  $4^{\circ}\text{C}$  ("lavtemperaturreservoaret") i et rom der temperaturen er  $19^{\circ}\text{C}$  ("høytemperaturreservoaret"). Hva er kjøleskapets effektfaktor, dvs forholdet mellom varmen som trekkes ut av kjøleskapet og arbeidet som kjøleskapets motor må utføre? (Tips: For syklisk reversibel prosess er  $\Delta S = 0$  og  $\Delta U = 0$ .)

- A) Ca 0.55
- B) Ca 3.4
- C) Ca 18
- D) Ca 31



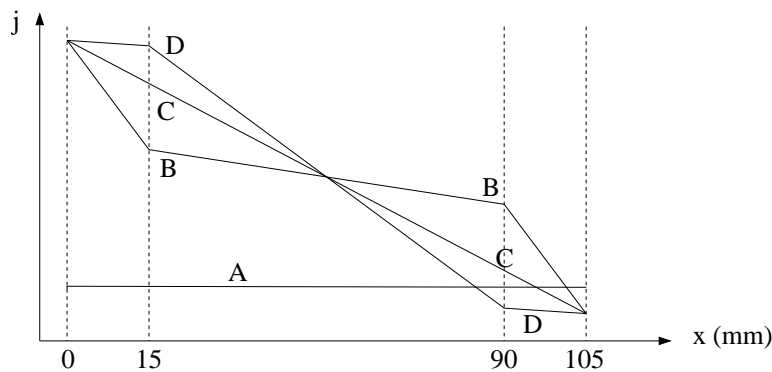
47) Figuren viser et fasediagram i  $(p, T)$ -planet for et rent stoff. De ulike fasene er angitt (1, 2, 3), sammen med spesielle punkter (4, 5) på koeksistenslinjene. Hvilket svaralternativ angir riktige faser, og punkter ved koeksistens?

- A) 1 = fast stoff, 2 = væske, 3 = gass, 4 = trippelpunkt, 5 = kritisk punkt
- B) 3 = fast stoff, 1 = væske, 2 = gass, 4 = trippelpunkt, 5 = kritisk punkt
- C) 2 = fast stoff, 3 = væske, 1 = gass, 5 = trippelpunkt, 4 = kritisk punkt
- D) 1 = fast stoff, 3 = væske, 2 = gass, 5 = trippelpunkt, 4 = kritisk punkt

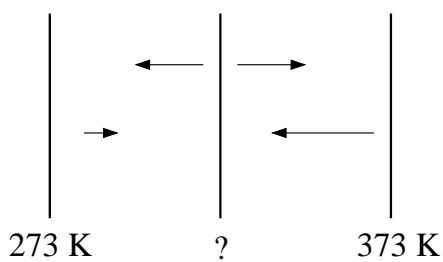


48) En vegg mellom ei stue og et soverom har 15 mm tykke gipsplater på begge sider av et 75 mm tykt lag med glassvatt ("glava"). Gipsplater isolerer godt mot *lyd* og hemmer spredning av brann, men isolerer *dårlig* mot varmeledning:  $\kappa_{\text{gips}} = 0.25 \text{ W/m K}$ , mens  $\kappa_{\text{glava}} = 0.035 \text{ W/m K}$ .

Hvilken kurve viser da korrekt temperaturprofil gjennom veggens ved stasjonære (dvs tidsuavhengige) forhold og stuetemperatur (for  $x < 0$ ) og soveromstemperatur (for  $x > 105 \text{ mm}$ ) hhv  $22^\circ\text{C}$  og  $12^\circ\text{C}$ ?



49) Og for samme system som i oppgave 48, hvilken kurve viser korrekt varmestrøm pr tids- og pr flateenhet,  $j$ , som funksjon av posisjon  $x$  gjennom veggens? (Vilkårlige enheter langs vertikal akse.)



50) To (tilnærmet uendelig) store parallelle metallplater holdes på fast temperatur hhv  $273 \text{ K}$  og  $373 \text{ K}$ . (Disse platene kan med andre ord betraktes som to varmereservoarer.) En tredje metallplate settes inn mellom disse, som vist i figuren. Alle platene kan betraktes som perfekt svarte legemer som emitterer elektromagnetisk stråling ("varmestråling") i begge retninger. Det er vakuum i rommet mellom platene. Når stasjonære (dvs tidsuavhengige) forhold er etablert, hva er temperaturen på den midterste platen?

- A)  $283 \text{ K}$       B)  $334 \text{ K}$       C)  $363 \text{ K}$       D)  $519 \text{ K}$