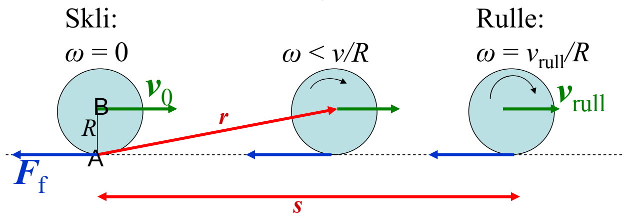
Bowlingkule



Om A: $\boldsymbol{L}_A = \boldsymbol{r} \times m\,\boldsymbol{v} + I_0\boldsymbol{\omega}$

Ingen krefter har moment

=> L_A = konst. = mrv_0

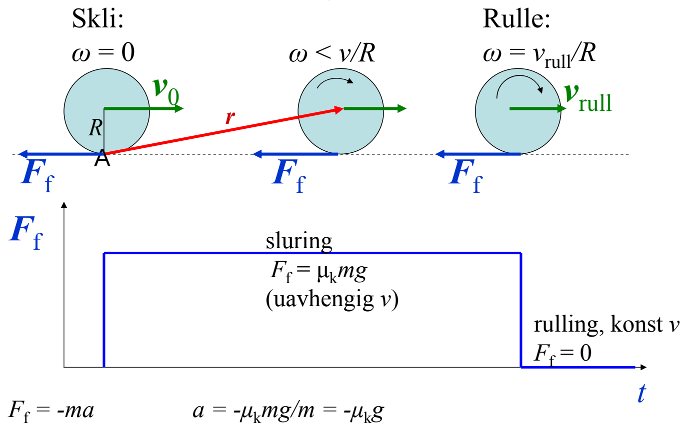
$L_{start} = L_{slutt}$ => $v_{rull} = v_0 \cdot 5/7$ (*) -- uten å kjenne F_f !

Om B: $\boldsymbol{L}_B = I_0\boldsymbol{\omega}$

$\tau_f = F_f \cdot R$

=> L_B ikke konst. men $I_0\, d\omega/dt = F_f \cdot R$, må kjenne F_f

Bowlingkule

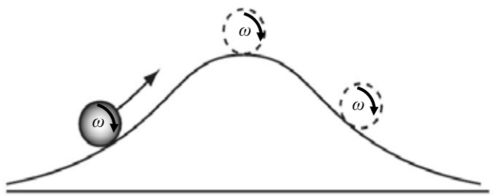


$F_f = -ma$ $\qquad a = -\mu_k mg/m = -\mu_k g$

$F_f R = I\alpha$ $\qquad \alpha = \mu_k mgR/(2/5)mR^2 = -(5/2) \cdot a/R$

Oppgave 1

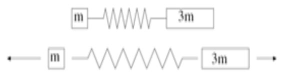
Ei kule triller oppover en bakke, passerer toppen og triller så nedover en bakke på motsatt side. Skissér hvilken retning friksjonen virker fra underlaget på kula, på vei opp, på toppen og på vei ned. Begrunn svaret. Vi antar at vi har rein rulling under hele bevegelsen.



Oppgave 2

e. To masser, m og $3m$, ligger på et friksjonsfritt bord på hver sin side av en 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 m, 75 % på $3m$
B 75 % på m, 25 % på $3m$
C 10 % på m, 90 % på $3m$
D 90 % på m, 10 % på $3m$
E 50 % på m, 50 % på $3m$



Oppgave 3

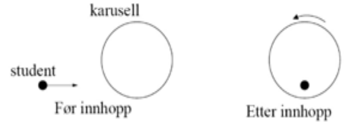
i. Tre jenter står på ytterkanten av en karusell som roterer med en vinkelhastighet ω og rotasjonen er friksjonsfri. Under rotasjonen går jentene rolig inn mot sentrum av karusellen (se figuren). Under bevegelsen vil det totale spinn L om karusellens aksling og den totale kinetiske energi E til karusellen + jentene endre seg slik:

A) L øker og E øker
B) L øker og E uendra
C) L uendra og E øker
D) L uendra og E uendra
E) L uendra og E avtar

Oppgave 4

b. En student tar fart og hopper på en karusell som dermed begynner å rotere (tilnærmet friksjonsfritt) omkring en aksling som står fast i bakken, og som passerer gjennom karusellens sentrum. For systemet karusell + student, hvilke(n) størrelse(r) endrer seg *ikke* fra før til etter studentens innhopp på karusellen? (Her er E systemets energi, p systemets bevegelsesmengde og L systemets spinn mhp. en akse gjennom karusellens sentrum.)

A) Bare L
B) L og E
C) L og p
D) L, E og p
E) Bare p



A18.8

If the pressure of the atmosphere is below the triple-point pressure of a certain substance, that substance can exist (depending on the temperature)

A. as a liquid or as a vapor, but not as a solid.
B. as a liquid or as a solid, but not as a vapor.
C. as a solid or as a vapor, but not as a liquid.
D. as a solid, a liquid, or a vapor.

A18.5

You have a quantity of ideal gas in a cylinder with rigid walls that prevent the gas from expanding or contracting. If you double the rms speed of molecules in the gas, the gas pressure

A. increases by a factor of 16.
B. increases by a factor of 4.
C. increases by a factor of 2.
D. increases by a factor of $2^{1/2}$.

A18.3

Consider two specimens of ideal gas at the same temperature. The molecules in specimen #1 have greater molar mass than the molecules in specimen #2. How do the rms speed of molecules (v_{rms}) and the average translational kinetic energy per molecule (KE) compare in the two specimens?

$v_{rms} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$

A. v_{rms} and KE are both greater in specimen #2.

B. v_{rms} is greater in specimen #2; KE is the same in both specimens.

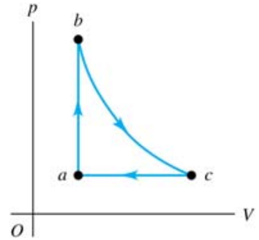
C. v_{rms} is greater in specimen #2; KE is greater in specimen #1.

D. v_{rms} and KE are the same in both specimens.

E. None of the above is correct.

A19.5

An ideal gas is taken around the cycle shown in this p-V diagram, from a to b to c and back to a. Process b c is isothermal.



For this complete cycle,

A. $Q > 0$, $W > 0$, and $U = 0$.

B. $Q > 0$, $W > 0$, and $U > 0$.

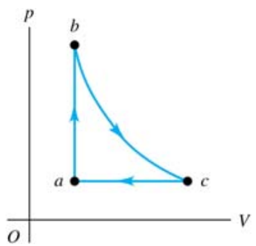
C. $Q = 0$, $W > 0$, and $U < 0$.

D. $Q = 0$, $W < 0$, and $U > 0$.

E. $Q > 0$, $W = 0$, and $U > 0$.

A19.6

An ideal gas is taken around the cycle shown in this p-V diagram, from a to b to c and back to a. Process b c is isothermal.



For process a b,

A. $Q > 0$ and $\Delta U > 0$.

B. $Q > 0$ and $\Delta U = 0$.

C. $Q = 0$ and $\Delta U > 0$.

D. $Q = 0$ and $\Delta U < 0$.

E. $Q < 0$ and $\Delta U < 0$.

A19.9

An ideal gas begins in a thermodynamic state a. When the temperature of the gas is raised from T_1 to a higher temperature T_2 at a constant *volume*, a positive amount of heat Q_{12} flows into the gas. If the same gas begins in state a and has its temperature raised from T_1 to T_2 at a constant *pressure*, the amount of heat that flows into the gas is

A. greater than Q_{12}.

B. equal to Q_{12}.

C. less than Q_{12}, but greater than zero.

D. zero.

E. negative (heat flows *out of* the system).

A19.11

When an ideal gas is allowed to expand *isothermally* from volume V_1 to a larger volume V_2, the gas does an amount of work equal to W_{12}.

If the same ideal gas is allowed to expand *adiabatically* from volume V_1 to a larger volume V_2, the gas does an amount of work that is

A. equal to W_{12}.

B. less than W_{12}.

C. greater than W_{12}.

D. either A., B., or C., depending on the ratio of V_2 to V_1.

A20.4

During one cycle, an automobile engine takes in 12,000 J of heat and discards 9000 J of heat. What is the efficiency of this engine?

A. 400%

B. 133%

C. 75%

D. 33%

E. 25%

A20.7

A Carnot engine takes heat in from a reservoir at 400 K and discards heat to a reservoir at 300 K.

If the engine does 12,000 J of work per cycle, how much heat does it take in per cycle?

A. 48,000 J

B. 24,000 J

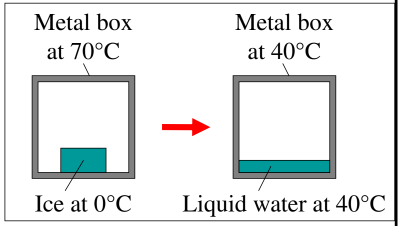
C. 16,000 J

D. 9000 J

E. none of the above

A20.8

You put an ice cube at 0°C inside a large metal box at 70°C. The ice melts and the entropy of the ice increases. Which statement is correct?



A. Entropy of the metal box is unchanged; total entropy increases.

B. Entropy of the metal box decreases; total entropy decreases.

C. Entropy of the metal box decreases; total entropy is unchanged.

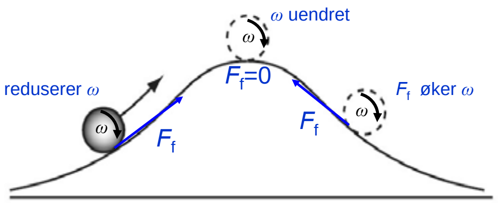
D. Entropy of the metal box decreases; total entropy increases.

E. none of the above

Oppgaver

Løsninger

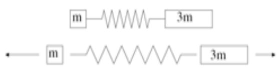
Oppgave 1



Oppgave 2

e. To masser, m og $3m$, ligger på et friksjonsfritt bord på hver sin side av en 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 m, 75 % på $3m$
B 75 % på m, 25 % på $3m$
C 10 % på m, 90 % på $3m$
D 90 % på m, 10 % på $3m$
E 50 % på m, 50 % på $3m$



e. **B**. Bevaring av bevegelsesmengde gir forholdet mellom hastighetene til de to massene, og dermed forholdet mellom deres kinetiske energi:

$$0 = p_1 + p_3 = mv_1 + 3mv_3$$
$$\Rightarrow \frac{v_1}{v_3} = -3$$
$$\Rightarrow \frac{mv_1^2/2}{3mv_3^2/2} = 3$$

Følgelig 75% kinetisk energi på m og 25% på $3m$.

Oppgave 3

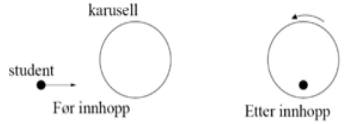
i. Tre jenter står på ytterkanten av en karusell som roterer med en vinkelhastighet ω og rotasjonen er friksjonsfri. Under rotasjonen går jentene rolig inn mot sentrum av karusellen (se figuren). Under bevegelsen vil det totale spinn L om karusellens aksling og den totale kinetiske energi E til karusellen + jentene endre seg slik:

A) L øker og E øker
B) L øker og E uendra
C) L uendra og E øker
D) L uendra og E uendra
E) L uendra og E avtar

Oppgave 4

b. En student tar fart og hopper på en karusell som dermed begynner å rotere (tilnærmet friksjonsfritt) omkring en aksling som står fast i bakken, og som passerer gjennom karusellens sentrum. For systemet karusell + student, hvilke(n) størrelse(r) endrer seg *ikke* fra før til etter studentens innhopp på karusellen? (Her er E systemets energi, p systemets bevegelsesmengde og L systemets spinn mhp. en akse gjennom karusellens sentrum.)

A) Bare L
B) L og E
C) L og p
D) L, E og p
E) Bare p



b. A. Landingen på karusellen er et uelastisk støt, så (mekanisk) energi E for systemet kan ikke være bevart. Akslingen som står fast i bakken, virker på systemet med en kraft når studenten lander. Dermed kan heller ikke systemets bevegelsesmengde p være bevart. Men denne kraften fra akslingen representerer ikke noe kraftmoment mhp. en akse gjennom karusellens sentrum, slik at spinnet L er bevart.

A18.8

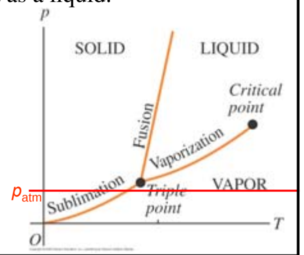
If the pressure of the atmosphere is below the triple-point pressure of a certain substance, that substance can exist (depending on the temperature)

A. as a liquid or as a vapor, but not as a solid.

B. as a liquid or as a solid, but not as a vapor.

✓ C. as a solid or as a vapor, but not as a liquid.

D. as a solid, a liquid, or a vapor.



A18.5

You have a quantity of ideal gas in a cylinder with rigid walls that prevent the gas from expanding or contracting. If you double the rms speed of molecules in the gas, the gas pressure

A. increases by a factor of 16.

✓ B. increases by a factor of 4.

C. increases by a factor of 2.

D. increases by a factor of $2^{1/2}$.

Kinetisk gassteori

$E_k = ½\, m \langle v^2\rangle = 3/2\, k_B T$

$pV = N/V\, k_B T = N/V\; 2/3\, E_k$ (formelark)

A18.3

Consider two specimens of ideal gas at the same temperature. The molecules in specimen #1 have greater molar mass than the molecules in specimen #2. How do the rms speed of molecules (v_{rms}) and the average translational kinetic energy per molecule (KE) compare in the two specimens?

$v_{rms} = \sqrt{\langle v^2\rangle}$

A. v_{rms} and KE are both greater in specimen #2.

✓ B. v_{rms} is greater in specimen #2; KE is the same in both specimens.

C. v_{rms} is greater in specimen #2; KE is greater in specimen #1.

D. v_{rms} and KE are the same in both specimens.

E. None of the above is correct.

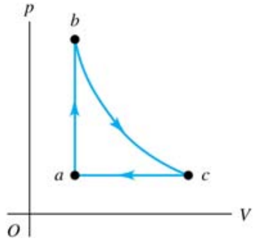
Kinetisk gassteori

$E_k = ½\, m \langle v^2\rangle = 3/2\, k_B T$ **lik for begge**

=> minst m (#2) har høyest $\langle v^2\rangle$

A19.5

An ideal gas is taken around the cycle shown in this p-V diagram, from a to b to c and back to a. Process b c is isothermal.



For this complete cycle,

A. $Q > 0$, $W > 0$, and $U = 0$. ✔

B. $Q > 0$, $W > 0$, and $U > 0$.

C. $Q = 0$, $W > 0$, and $U < 0$.

D. $Q = 0$, $W < 0$, and $U > 0$.

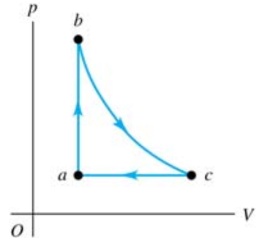
E. $Q > 0$, $W = 0$, and $U > 0$.

1. hovedsetning kretsprosess

$\Delta U = Q - W = 0$
W = areal inni kurve > 0

A19.6

An ideal gas is taken around the cycle shown in this p-V diagram, from a to b to c and back to a. Process b c is isothermal.



For process a b,

A. $Q > 0$ and $\Delta U > 0$. ✔

B. $Q > 0$ and $\Delta U = 0$.

C. $Q = 0$ and $\Delta U > 0$.

D. $Q = 0$ and $\Delta U < 0$.

E. $Q < 0$ and $\Delta U < 0$.

a->b isokor => $W=0$

1.H => $\Delta U = Q$

Temp øker => ΔU og Q er positive

A19.9

An ideal gas begins in a thermodynamic state a. When the temperature of the gas is raised from T_1 to a higher temperature T_2 at a constant *volume*, a positive amount of heat Q_{12} flows into the gas. If the same gas begins in state a and has its temperature raised from T_1 to T_2 at a constant *pressure*, the amount of heat that flows into the gas is

A. greater than Q_{12}. ✔

B. equal to Q_{12}.

C. less than Q_{12}, but greater than zero.

D. zero.

E. negative (heat flows *out of* the system).

1. Hovedsetning: $Q = \Delta U + W$
Temp øker likt => ΔU>0 og lik begge
Konstant volum: $W = 0$
Konstant trykk: $W>0$

A19.11

When an ideal gas is allowed to expand *isothermally* from volume V_1 to a larger volume V_2, the gas does an amount of work equal to W_{12}.

If the same ideal gas is allowed to expand *adiabatically* from volume V_1 to a larger volume V_2, the gas does an amount of work that is

A. equal to W_{12}.

B. less than W_{12}. ✔

C. greater than W_{12}.

D. either A., B., or C., depending on the ratio of V_2 to V_1.

Ved adiabatisk ekspansjon
faller temperaturen fordi $\Delta U = W < 0$

Areal under pV-kurve og dermed arbeidet er mindre enn for isoterm.

A20.4

During one cycle, an automobile engine takes in 12,000 J of heat and discards 9000 J of heat. What is the efficiency of this engine?

A. 400%

B. 133%

C. 75%

D. 33%

✓ E. 25%

$\eta = W/Q_{inn}$
$= (Q_{inn} - Q_{ut})/Q_{inn}$
$= (12000-9000)/12000$
$= 1/4$

A20.7

A Carnot engine takes heat in from a reservoir at 400 K and discards heat to a reservoir at 300 K.

If the engine does 12,000 J of work per cycle, how much heat does it take in per cycle?

✓ A. 48,000 J

B. 24,000 J

C. 16,000 J

D. 9000 J

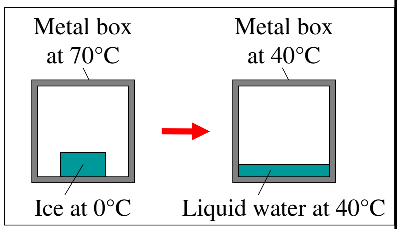
E. none of the above

$\eta = 1 - T_L/T_H = 1 - 300/400 = 1/4$

$\eta = W/Q_{inn}$
$\Rightarrow Q_{inn} = W / \eta$
$= 12000 \text{ J} \cdot 4 = 48000 \text{ J}$

A20.8

You put an ice cube at 0°C inside a large metal box at 70°C. The ice melts and the entropy of the ice increases. Which statement is correct?



A. Entropy of the metal box is unchanged; total entropy increases.

B. Entropy of the metal box decreases; total entropy decreases.

C. Entropy of the metal box decreases; total entropy is unchanged.

✓ D. Entropy of the metal box decreases; total entropy increases.

E. none of the above

Boksen avgir varme og entropi.

Siden noe av prosessen er irreversibel, øker total S

Lykke til med eksamen og videre studier!