

BEVEZETÉS A FIZIKÁBA II. GYAKORLAT

1. HÓTAN

I. A HŐMÉRSÉKLET ÉS A HŐ

1. **H** Fejezzük ki °F-ban a következő °C-ban értendő hőmérsékleteket: -210; -100; -40; -2; 10; 25; 37; 40,5; 210! Mennyi az első és az utolsó érték közötti hőmérsékletkülönbség °F-ban?

-346; -148; -40; 28,4; 50; 77; 98,6; 104,9; 410 °F és 756 °F

2. Egy alumíniumból készült 100 km hosszú távvezeték 20 °C hőmérsékleten szerelnek fel. Mekkora lesz a hossza
a) nyáron 40 °C hőmérsékleten,
b) télen -30 °C hőmérsékleten?

(Az alumínium vonalas hőtágulási együtthatója $\alpha_{Al}=24 \cdot 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C}^{-1}\text{)}$)

100,048 km; 99,88 km

3. **H** Egy arany eljegyzési gyűrű átmérője $1,5 \cdot 10^{-2}$ m 27 °C hőmérsékleten. A gyűrű 49 °C hőmérsékletű forró vízbe esik. Mekkora a gyűrű átmérőjének a változása? ($\alpha_{arany}= 14 \cdot 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C}^{-1}\text{)}$)

4,62 μm

4. Az autókban általában műanyag tágulási tartályokat kapcsolnak a motor hűtőjéhez. Magát a hűtőt rézből készítik. Egy hűtő 14 liter hűtőfolyadékkal van feltöltve és 6 °C-on éppen tele van. Mennyi a tágulási tartályba kerülő folyadék térfogata, ha a motor eléri 92 °C üzemi hőmérsékletét? A hűtőfolyadék térfogati hőtágulási együtthatója $410 \cdot 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C}^{-1}\text{)}$, a réz lineáris hőtágulási együtthatója $17 \cdot 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C}^{-1}\text{)}$.

0,43 l

5. **H** Egy fél óra alatt egy 65 kg tömegű futó $8 \cdot 10^5$ J hőt termel. A hőt a szervezet különböző szabályozó mechanizmusokon keresztül leadja. Számítsuk ki, hogy mennyit emelkedhetne a futó hőmérséklete óránként, ha a szervezete nem tudna leadni hőt! (Az emberi test fajhője $3500 \text{ J/(kg}\cdot\text{C}^\circ\text{)}$).

7 °C

6. Egy elektromos vízmelegítőbe 15 °C hőmérsékletű hidegvíz érkezik és 61 °C hőmérsékletű vízként hagyja el azt. Egy személy 120 liter forró vizet használ el zuhanyozáskor. Számítsuk ki, hogy mennyi energia szükséges a víz felmelegítéséhez (adjuk meg az eredményt J-ban és kcal-ban egyaránt). Mennyit kell az elektromos energiáért fizetni, ha 1 kWh ára 34,7 Ft és 20% az ÁFA?

23184000 J = 5520 kcal; \approx 268 Ft

7. Egy kaloriméter pohara 0,15 kg Al-ból készült és 200 gramm vizet tartalmaz. Eredetileg a rendszer közös hőmérséklete 18 °C. A kaloriméter vizébe 40 g ismeretlen 97 °C hőmérsékletű anyagot tesznek. A termikus egyensúly 22 °C-nál áll be. Mennyi az ismeretlen anyag fajhője? (Az Al, ill. a víz fajhője 900, ill. 4200 J/(kg·°C).)

1300 J/(kg·°C)

8. **H** A strandon a hűtőtáskában 24 doboz 4 °C-os ásványvíz van. A dobozok tömege egyenként 350 g és átlagos fajhőjük $3800 \text{ J/(kg}\cdot\text{C}^\circ\text{)}$. Az egyik vendég betesz a dobozba egy 5 kg tömegű 29 °C hőmérsékletű görögdinnyét, melynek fajhője közel van a vízéhez. Határozzuk meg a hűtőtáskában kialakuló közös hőmérsékletet, ha a hűtőtáska jó hőszigetelő és fajhője elhanyagolható!

\approx 14 °C

9. Jó hőszigetelő bögrében 320 g 27 °C hőmérsékletű limonádé van (hőkapacitása azonos a vízével). Zérus °C hőmérsékletű jeget teszünk a limonádéba. A közös hőmérséklet kialakulása után valamennyi jég még marad. Határozzuk meg, hogy mekkora az elolvadt jég tömege!

0,108 kg

10. Egy 7 kg tömegű üvegtálban ($c=840 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}$) 16 kg 25 °C hőmérsékletű puncs van. 2,5 kg -20 °C jeget ($c=2000 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}$) adunk a puncshoz. Feltételezve, hogy a puncs fajhője lényegében egyezik a vízével és az üvegtál hőleadása elhanyagolható, határozzuk meg a puncs kialakuló hőmérsékletét!

10,6 °C

11. **H** Egy nap a vízgőz nyomása $2\cdot 10^3 \text{ Pa}$ a levegőben. Határozzuk meg a relatív páratartalmat 21, ill. 32 °C hőmérsékleteken, ha a vízgőz egyensúlyi nyomása $2,5\cdot 10^3$, ill. $4,8\cdot 10^3 \text{ Pa}$!

80 %, ill. 41,67 %

II. A HŐÁTADÁS FORMÁI

12. **H** Az emberi test gyakran több hőt termel, mint amennyire a 37 °C-os test hőmérsékletének fenntartásához szüksége van. Ilyenkor a test belsejéből a felesleges hőt a test felületére, a bőrre kell szállítani és ott leadni. Erre az egyik lehetséges folyamat a bőr alatti zsírrétegen keresztül történő hővezetés. Mennyi hőenergia távozna ezzel a folyamattal fél óra alatt a testből, ha a bőr alatti zsírréteg vastagsága 3 cm, felülete $1,7 \text{ m}^2$ és a felületi hőmérséklet 34 °C ? (A testi zsír hővezetési együtthatója $0,2 \text{ J/(m}\cdot\text{s}\cdot\text{°C)}$.)

61200 J

13. Egy hűtőtáska falvastagsága 2 cm, falainak területe $0,66 \text{ m}^2$. A táskában 3 kg 0 °C hőmérsékletű jég van, a külső hőmérséklet pedig 35 °C. Mennyi idő alatt olvad el a táskában lévő jég, ha a táska fala a) poliuretán habból, ill. b) fából készült? (A hővezetési együtthatók: 0,01, ill. $0,1 \text{ J/(m}\cdot\text{s}\cdot\text{°C)}$.)

≈ 1 nap; ≈ 2,4 óra

14. A hűtőszekrényekben a hűtőfolyadék egy csővezetettel bíró fém blokkban kering. A jó hűtőszekrény a hőt olyan gyorsan távolítja el, ahogy csak lehet. Ebből a szempontból vizsgálva alumíniumból, vagy rézből célszerűbb a hűtőblokkot készíteni? (Al-ra, ill. Cu-ra a hővezetési együtthatók 240, ill. $390 \text{ J/(m}\cdot\text{s}\cdot\text{°C)}$.) Jobban, vagy rosszabbul hűt a jég szekrény, ha a hűtőtestet bevonja egy vékony jég réteg?

15. **H** A kávé már kitöltötték, de csak 5 perc múlva fogjuk meginni. A kávé vékony hideg habbal a tetején szándékozunk meginni. Két lehetőségünk van: a) már most rátesszük a habot, ill. b) 5 perc múlva, közvetlenül fogyasztás előtt tesszük a kávéra. Feltéve, hogy a hideg hab mindkét esetben ugyanannyival csökkenti a kávé hőmérsékletét, melyik esetben isszuk a forróbb kávé?

16. **H** A Betelguse az égbolt egyik szuperóriás csillaga olyan, amelyet a csillagászat vörös óriásnak nevez. A felületi hőmérséklete 2900 K és megközelítőleg $4\cdot 10^{30} \text{ W}$ teljesítménnyel sugároz. Ez a hőmérséklet kb. a fele, a teljesítmény pedig mintegy 10000-szer nagyobb a mi Napunkhoz viszonyítva. Mekkora a Betelguse átmérője, ha feltételezzük, hogy tökéletes sugárzó ($e = 1$)?

$5,6\cdot 10^{11} \text{ m}$

17. Egy fafűtéses kályha használaton kívül áll egy 18 °C hőmérsékletű szobában. A kályha befűtését követő egyensúlyi állapotban a kályha hőmérséklete 198 °C-ra áll be, miközben a szoba hőmérséklete 29 °C-ra emelkedik. A kályha emissziós állandója $e = 0,9$ és

felületének nagysága $3,5 \text{ m}^2$. Határozzuk meg a kályha eredő sugárzási teljesítményét, ha a) a kályha fűtetlen és hőmérséklete megegyezik a szoba hőmérsékletével, b) a kályha $198 \text{ }^\circ\text{C}$ -os!

0; 7304 W

18. Egy lakásban $22 \text{ }^\circ\text{C}$ a hőmérséklet, az udvaron $11 \text{ }^\circ\text{C}$. A ház építésénél szerkezeti okokból beillesztettek egy 80 cm^2 felületű alumínium lemezt a falba, amit aztán nem szigeteltek le, így kiszabadulhat ezen a ponton a hő. A fal vastagsága 25 cm . Számoljuk ki, hogy mennyi hő áramlik ki a szobából az udvarra fél óra alatt, ha az alumínium hővezetési együtthatója $240 \text{ J}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot^\circ\text{C})$!

$1,52064 \cdot 10^5 \text{ J}$

19. A napraforgó levelében a víz a mezofil sejt falán keresztül folyékony halmazállapotból gáz halmazállapotba kerül, majd a gőz a sejtközi légtérből pórusokon keresztül a levélen kívülre diffundál. A víz koncentrációja a pórusban $C_2 = 0,022 \text{ kg}/\text{m}^3$, a levélen kívül pedig $C_1 = 0,011 \text{ kg}/\text{m}^3$. A pórus nyílása $A = 8 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2$ felületű, hossza kb. $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$. A vízgőz diffúziós állandója $D = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Becsüljük meg, hogy mennyi víz távozik egy póruson keresztül fél óra alatt!

$1,52064 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$

III. AZ IDEÁLIS GÁZ, A KINETIKUS GÁZELMÉLET

20. **H** A leghíresebb ékszerek közé tartozó ovális alakú $44,5$ karátos Hope-gyémánt gyakorlatilag tiszta szénből áll. (A gyönyörű gyémántot még 16 kisebb briliáns veszi körül.) A Rosser Reeves rubin is híres. Ez 138 karátos és anyaga főleg Al_2O_3 . Egy karát $0,200 \text{ g}$ tömeget jelent. Számítsuk ki a Hope-gyémántban lévő szénatomok, ill. a Rosser Reeves rubinban lévő alumíniumoxid molekulák számát! (Mindkét ékszert a washingtoni Smithsonian Múzeumban állították ki, ha valaki eljut oda, ne felejtse el megnézni őket!)

$4,45 \cdot 10^{23} \text{ db}$, ill. $1,62 \cdot 10^{23} \text{ db}$

21. **H** Három liter $15 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű 10^5 Pa nyomású gázt $-170 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk úgy, hogy közben a térfogata nem változott. Mekkora lesz a nyomása?

$3,6 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

22. A tüdőben a légúti membrán apró, 10^5 Pa nyomású levegőzacskókat választ el a kapillárisokban lévő vértől. Ezekből a légzsákokból kerül az oxigén a vérbe. A légzsákok átlagos sugara $0,125 \text{ mm}$ és a levegő bennük 14% oxigént (valamivel kevesebbet, mint a friss levegő) tartalmaz. Számítsuk ki az oxigénmolekulák számát a légzsákokban feltételezve, hogy a levegő ideális gázként viselkedik a test hőmérsékletén, $37 \text{ }^\circ\text{C}$ -on?

$1,34 \cdot 10^{13} \text{ db}$

23. Egy pohár sörben figyelünk egy buborékot. A pohár alján 20 cm mélyen a buborék átmérője 2 mm . Feltéve, hogy a felszíne és az alja között a sör hőmérséklete állandó, mekkora lesz a buborék átmérője 2 cm -rel a felszín alatt?

$4,31 \text{ mm}$

24. **H** Az önmagát ellátó merülő bűvár felszereléssel (angol akronimja: scuba – self-contained underwater breathing apparatus) merülve a bűvárra mélyebb vízben nagyobb nyomás hat. A testen belüli üregekben a levegő nyomását olyannak kell fenntartani, amilyen a bűvárt körülvevő víz nyomása, mert különben ezek összeroppanának. Egy különleges szelep gondoskodik arról, hogy a berendezés segítségével belélegzett levegő nyomása mindenkor megegyezik a körülvevő víz nyomásával. – Egy bűvár $0,015 \text{ m}^3$ nagynyomású levegőtartályában lévő nyomás $2,02 \cdot 10^7 \text{ Pa}$. Mennyi ideig tud a bűvár a) 10 m , ill. b) 30 m mélyen tartózkodni, ha $0,030 \text{ m}^3$ levegőt fogyaszt percenként minden mélységben és a víz hőmérséklete nem változik a mélységgel?

101 perc, 34 perc

25. **H** Számítsuk ki mekkora a térfogata 1 mol ideális gáznak normál állapotban!
 $0,0227 \text{ m}^3$
26. Egy gázpalackban $2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ nyomású, $27 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű gáz van. Kiengedjük a gáz harmadrészét. Mekkora nyomást jelez a nyomásmérő, ha közben a hőmérséklet $10 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal csökkent?
 $1,29 \cdot 10^6 \text{ Pa}$
27. **H** Mekkora a lámpa 10 cm^3 térfogatú égőjében lévő argongáz tömege, ha $120 \text{ }^\circ\text{C}$ átlagos hőmérsékleten $9,7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ a nyomás? Mekkora az égőben lévő nyomás szobahőmérsékleten?
 $11,9 \text{ mg}; 7,23 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
28. Egy 20 literes palackban 10^7 Pa nyomású és $0 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű oxigén van. Az oxigénből kiengedünk $0,86 \text{ kg}$ -ot. Az oxigén sűrűsége 10^5 Pa nyomáson és $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $1,43 \text{ kg/m}^3$.
 a) Mekkora lesz a nyomás, ha a hőmérséklet ismét $0 \text{ }^\circ\text{C}$?
 b) Mekkora hőmérsékletre kell az oxigént melegítenünk, hogy nyomása újból $100 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ legyen?
 $\approx 7 \cdot 10^6 \text{ Pa}; 120 \text{ }^\circ\text{C}$
29. **H** Amíg egy légbuborék a tó aljáról a felszínre jut, térfogata megháromszorozódik. A hőmérséklet a tó alján $10 \text{ }^\circ\text{C}$, a felszínen $20 \text{ }^\circ\text{C}$. A külső légnyomás 10^5 Pa .
 a) Hány százalékkal nő a buborékban a levegő belső energiája?
 b) Mennyi a nyomás a tó alján?
 $3,53 \text{ } \%; 2,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
30. A kísérletek azt mutatják, hogy a főleg N_2 és O_2 -ből álló levegő közel ideális gázként viselkedik. Határozzuk meg mindkét molekula átlagos mozgási energiáját $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on!
 $6,065 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
31. **H** Határozzuk meg, hogy az előző feladatban kiszámolt átlagos energia mellett mekkora az N_2 (molekula tömeg: $28,0 \text{ amu}$) és O_2 ($32,0$) molekulák rms sebessége!
 $510,76 \text{ m/s}; 477,77 \text{ m/s}$
32. **H** A léghajóban a hélium térfogata 5400 m^3 , nyomása $1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Mekkora a hélium belső energiája?
 $8,91 \cdot 10^8 \text{ J}$
33. Hogyan aránylik adott hőmérsékletű levegőben a nitrogén és az oxigén molekulák sebessége egymáshoz?
 $1,07$
34. Egy tartályban $0,06 \text{ kg}$ tömegű hélium és $0,22 \text{ kg}$ tömegű neon gáz van. Az elegy nyomása $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, a hőmérséklet $63 \text{ }^\circ\text{C}$. A hélium egy móljának tömege 4 g , a neoné 20 g .
 a) Mekkora a tartály térfogata?
 b) Mekkora a gázatomok átlagos mozgási energiája?
 $363 \text{ dm}^3; 6,95 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
35. 40 g hélium belső energiája $37,25 \text{ kJ}$.
 a) Mennyi a hőmérséklete?
 b) Mekkora átlagsebességgel mozognak ebben a gázban az atomok?
 c) Hányszorosára nő az atomok átlagsebessége, ha a gáz hőmérsékletét kétszeresére emeljük?
 $300 \text{ K}; 1367,2 \text{ m/s}; 1933,5 \text{ m/s}(\sqrt{2})$
36. Egy tartályban $4,8 \cdot 10^{24}$ db hélium atom van. A bezárt hélium kezdeti hőmérséklete 350 K . A tartályban lévő gázt úgy melegítjük, hogy a nyomása mindvégig állandó maradjon. Ezt úgy valósítjuk meg, hogy a melegítés folyamán héliumot engedünk ki a tartályból.
 a) Mekkora a tartályban lévő gáz energiája a melegítés előtt?
 b) Mekkora a tartályban maradó gáz energiája a melegítés után?
 $34776 \text{ J}; \text{ugyanannyi}$

37. **H** Egy 4 dm^2 alapterületű hengerben 32 g tömegű, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű oxigéngázt 150 kg tömegű dugattyú zár el. A külső nyomás 10^5 Pa . A henger tengelye függőleges. A 32 g tömegű $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os gáz térfogata 10^5 Pa nyomáson $22,4 \text{ dm}^3$.

- Milyen magasan áll a dugattyú?
- A gázt melegítjük egészen addig, amíg a dugattyú kétszeres magasságra emelkedik. Mekkora most a gáz hőmérséklete?

41 cm; 546 K

38. Az előadáson megbeszéltük, hogy egy gázmolekula sebessége szobahőmérsékleten néhány száz m/s. Ilyen sebesség mellett a molekula néhány század másodperc alatt a szoba egyik sarkából a másikba ér. Mi az oka annak, hogy a szoba sarkában kinyitott parfümös üveg illatát csak jó néhány másodperc múlva érezzük?

39. **H** Egy 20 mm átmérőjű csőben 2 m/s sebességgel víz áramlik. A vizet fűtőolaj folyamatos égetésével melegítjük. Az olaj fűtőértéke 40000 kJ/kg , a melegítés hatásfoka 80% . Hány fokkal melegíthető fel a víz, ha óránként 5 kg olajat égetünk el?

16,84 °C/h

IV. A HŐTAN FŐTÉTELEI

40. **H** Egy rendszer 1500 J hőt felvesz környezetéből. Ugyanekkor a környezet 2200 J munkát végez a rendszeren. Mekkora változik a rendszer belső energiája?

3700 J

41. Három mol mennyiségű egyatomos gáz hőmérsékletét $400 \text{ }^\circ\text{C}$ -ról $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra csökkentjük két különböző módon. Az első eljárásban 6000 J hőt közlünk a rendszerrel, a másodikban 2000 J -t. Mekkora munkát végzett a gáz az egyes eljárásokban és mennyit változott ugyanekkor a belső energiája?

17218,5 J; 13218,5 J; -11218,5 J

42. Egy gramm tömegű víz hőmérsékletét állandó 10^5 Pa nyomáson $31 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal emeljük úgy, hogy a víz a) folyadék-halmazállapotban van, b) gáz halmazállapotban van. Az első esetben a víz 10^{-8} m^3 térfogattal, a másodikban $7,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ -rel tágul. Mekkora munkát végzett a rendszer a két esetben és mekkora a belső energiaváltozás? (A vízgőz fajhőjét vegyük $2100 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ -nak!)

0,001 J és 130,199 J; 7,1 J és 58 J

43. Dugattyúval elzárt hengerben $2,9 \cdot 10^{24}$ db egyatomos molekulából álló gáz van. A gázt $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ állandó nyomáson melegítve a térfogat 6 dm^3 -rel növekedett.

- Mennyi munkát végzett a gáz tágulása közben?
- Mennyivel változott eközben a belső energiája?
- Mennyi hőt vett fel a gáz?
- Mennyivel változott meg a gáz hőmérséklete?

1800 J; 2700 J; 4500 J; 45 K

44. **H** Dugattyúval elzárt hengerben $0,06 \text{ m}^3$ $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -os telített vízgőz van 10^5 N/m^2 nyomáson. A dugattyút lassan beljebb nyomva a térfogatot izotermikusan $0,01 \text{ m}^3$ -re csökkentjük. $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a telített vízgőz sűrűsége $0,6 \text{ kg/m}^3$, a víz forráshője $2,25 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$. A keletkezett víz térfogata elhanyagolható.

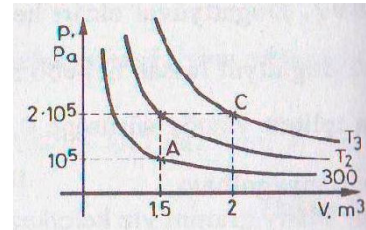
- Hány gramm víz keletkezik?
- Mennyivel változik meg a rendszer belső energiája?

30g; -62500 J

45. Az ábra p-V diagramban tünteti fel az oxigéngáz 3 különböző állapotát.

- Rajzoljuk le, majd egészítsük ki a hiányzó adatokkal!
- Hány mól gázra vonatkozik a feladat?
- Hogyan módosul az ábra, ha héliumról van szó?

$600\text{ K}; 800\text{ K}; 60,17\text{ mol}$



46. Oxigéngáz állapotváltozását vizsgáljuk. Az „A” pontban kezdetben a hőmérséklete 300 K, a térfogata 1 liter, a nyomása 100 kPa. A „B” pontban a térfogata 1 liter, a nyomása 400 kPa, az ezután következő „C” pontban pedig a nyomása újra 100 kPa, a térfogata pedig 4 liter. Majd innen újra az „A” pontba jutunk. A „B” és a „C” állapotokban ugyanakkora a hőmérséklet. Az oxigén fajlagos hőkapacitása állandó térfogaton $650\text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$.

- Ábrázoljuk a folyamatot a p-V síkon!
- Mekkora a gáz hőmérséklete a „B” és a „C” állapotban?
- Mekkora az „A” → „B” állapotváltozás során felvett hőmennyiség?
- Mekkora a belső energiaváltozás a „B” → „C” állapotváltozáskor?
- Mekkora a külső munkavégzés a „C” → „A” állapotváltozáskor?

$1200\text{ K}; 750\text{ J}; 0; 300\text{ J}$

47. **H** Állandó tömegű ideális gázzal az alábbi körfolyamatot hajtjuk végre.

Az 1 állapotban a hőmérséklet 200 K, a nyomás 10^5 Pa , a térfogat 10^{-3} m^3 . A 2 állapotban a térfogat ugyanennyi, a nyomás és a hőmérséklet megváltozik. A 3 állapotban a nyomás változatlan maradt, de a térfogat megváltozott és hőmérséklet 800 K lett. A 4 állapotban a térfogat ugyanaz marad, viszont a nyomás annyi, mint az 1 állapotban, a hőmérséklet pedig a 2 állapottal egyezik meg. Végül a 4 állapotból visszatérünk az 1 állapotba.

- Ábrázoljuk a folyamatot a p-V síkon!
- Mennyi a hőmérséklet értéke a 2 és 4 pontban?
- Mennyi a körfolyamat során kapott munka?
- Mennyi a körfolyamat során felvett és leadott hő különbsége?

$400\text{ K}; 100\text{ J}; 100\text{ J}$

48. Egy autó motorjának hatásfoka 22%. Mekkora a munkára nem fordított hő 2510 J hasznos munka elvégzése esetén?

$8899,1\text{ J}$

49. **H** A trópusi óceán felületi hőmérséklete 25°C , míg 700 m mélyen 7°C mértek. Tudósok gondolkoztak egy olyan hőerőgép megvalósításának lehetőségén, melynél az óceán említett vízrétegei lennének a hőtartályok. Legfeljebb mekkora lehetne ennek a hőerőgépnek a hatásfoka? Legalább mekkora hőenergiát kellene felhasználnunk ahhoz, hogy Magyarország mintegy $1,3\cdot 10^{18}\text{ J}$ éves energiaszükségletét egy ilyen géppel fedezni tudjuk?

$6\%; 2,15\cdot 10^{19}\text{ J}$

50. 1200 J hő spontán módon átfolyt a 650 K-es hőtartályból egy 350 K-es hőtartályba. Feltételezve, hogy semmilyen más folyamat nem játszódott le, határozzuk meg, hogy mennyivel nőtt a rendszer entrópiája ennél az irreverzibilis folyamatnál!

$1,58\text{ J/K}$

51. **H** Egy meleg nyári napon 10 kg jég lassan elolvad 0°C -on. Mennyi az entrópia változása?

$1,23\cdot 10^4\text{ J/K}$