

1. Talpas lombikban kevés vizet forralunk gázlángon. Miután a víz néhány percig forrt, levesszük a lombikot a gáztól. Ekkor a forrás leáll. Ezután a lombikot gumidugóval lezárjuk, majd a benne lévő víz feletti teret egy szivacs segítségével hideg vízzel hűteni kezdjük. A víz ismét forrásba jön! A gumidugót ekkor már igen nehéz eltávolítani. Miért jön ismét forrásba a víz? Miért nehéz eltávolítani a dugót?

(2008. október)

Megoldás:

A jelenség leírása során az alábbi felismerésekért jár pont:

- *A forralás során a vízgőz levegőt hajtott ki.*

5 pont

- *A bedugaszolt lombikban víz, felette vízgőz volt.*

2 pont

Amennyiben a vizsgázó nem írja le, hogy a vízgőz kiszorította a lombikból a levegőt, s azt feltételezi, hogy a bedugaszolás után víz, vízgőz, valamint levegő volt a lombikban, az első két részpontszám helyett összesen 3 pont jár.

- *A lehűtött vízgőz egy része lecsapódott,*

4 pont

Ha a vizsgázó csak azt írja, hogy a vízgőz hirtelen lehülése miatt annak nyomása csökken, itt nem adható pont, csak a következő részpontszám (3 pont) jár.

- *emiatt lecsökkent a víz feletti a nyomás.*

3 pont

- *A víz alacsony nyomáson alacsonyabb forrásponton is felforrt.*

3 pont

- *A külső légnyomás nagyobb, mint a belső vízgőz nyomása, így a levegő nagyobb erővel nyomja befelé a gumidugót a lombik szájába, mint amilyen erővel a vízgőz nyomja kifelé.*

3 pont

Ha a jelölt csak a nyomáskülönbségre utal az erők említése nélkül, 2 pont adható.

Összesen: 20 pont

2. Télen hosszabb távollét után hazatérve, 12 °C-os hőmérséklet fogad a lakásban. A fűtést bekapcsolva azt figyelhetjük meg, hogy sokkal hosszabb ideig tart a lakást a megszokott 20 °C-ra felmelegíteni, mint amikor egy rövid ideig tartó alapos szellőztetés után kell a lakást 12 °C-ról 20 °C-ra felfűtenünk. (Egy lakás a legjobb hőszigetelés mellett sem tekinthető légmentesen zártnak.)

a) A szobában lévő levegő milyen állapotjelzői változnak meg, illetve melyek maradnak változatlanul a fűtés során?

b) Becsülje meg, hogy a levegő tömegének hányadrésze távozhat a szobából a fűtés során!

c) Mire fordítódik a fűtőtestek által leadott energia az egyik, illetve a másik esetben? Milyen módon „szökik meg” az energia a szobából a fűtés során?
(2011. május)

Megoldás:

a) A hőmérséklet, nyomás, térfogat, tömeg (anyagmennyiség) – állapotjelzők vizsgálata:

6 pont
(bontható)

A hőmérséklet változik, nő (1 pont).

A nyomás állandó. (A szoba nem légmentesen zárt.) (2 pont)

A térfogat állandó (1 pont).

A tömeg (anyagmennyiség) csökken, mert a levegő kitágul, de a szobában lévő levegő térfogata és nyomása változatlan marad (2 pont).

b) Az állapotegyenlet vagy az egyesített gáztörvény alkalmazhatóságának felismerése:

4 pont
(bontható)

Az állapotegyenlet alkalmazása esetén:

A nyomás és a térfogat állandósága miatt – az állapotegyenlet szerint – $n \cdot T$ állandó (2 pont), vagyis n és T fordítottan arányos mennyiségek (2 pont).

Vagy az egyesített gáztörvény alkalmazása esetén:

Ha a szoba a levegővel együtt „tágulna”, akkor állandó mennyiségű gáz izobár állapotváltozása zajlana (2 pont). A térfogat és a hőmérséklet egyenesen arányos (2 pont).

(Ha a vizsgázó a későbbiekben egyértelműen és helyesen követi valamelyik gondolatmenetet, akkor az értelmezésre adható 4 pont részletes szöveges indoklás nélkül is jár.)

A távozó levegő mennyiségének becslése:

5 pont
(bontható)

A hőmérsékletváltozás aránya $\frac{T_2}{T_1} = \frac{293}{285}$. (2 pont).

A kezdeti és végső tömeg vagy anyagmennyiség aránya

$\frac{285}{293} = 0,97$. (2 pont).

A levegő tömegének 0,03-része (3%-a) távozott el közelítőleg. (1 pont).

c) Az energia hasznosulásának vizsgálata az első és második esetben:

1+1+1 pont

A gyors szellőzés után a fűtőtestek energiája elsődlegesen a levegőt melegítette (1 pont), hiszen a falak és a bútorok nem hűltek le olyan gyorsan (1 pont). A hosszabb távollét után a falakat és bútorokat is fel kellett melegíteni. (1 pont)

A veszteségek vizsgálata:

1+1 pont

A falakon keresztül távozott hő. (1 pont)

A kiáramló levegővel távozott hő. (1 pont)

(Ha a vizsgázó energetikai megfontolásokat alkalmaz, pl. Hőtan I. főtétele a fenti 1 pont jár.)

Összesen 20 pont

3. Egy üres borosüveget nyitva a mélyhűtőbe helyezünk. Körülbelül fél óra elteltével kivesszük az üveget, az asztalra állítjuk, száját kicsit bevizezzük, és egy pénzérmét helyezünk rá. Ezután az asztalon álló üveget oldalról két kézzel megfogjuk. Azt tapasztaljuk, hogy az üveg szájára helyezett pénzérme rövid időközönként jól hallható pukkanás kíséretében ugrik egyet, majd visszaesik az üvegre.
- a) Magyarázza meg, miért ugrál az érme az üvegen, amikor az üveget oldalról megfogjuk! Milyen erő emeli a magasba? Miért esik vissza az érme, és miért ugrik fel megint?
- b) Meddig ugrál a pénz az üvegen?
- c) Mi történik másképp, ha nagyobb, súlyosabb érmével zárjuk le az üveget?
- d) Mi történik, ha nem fogjuk meg az üveget oldalról, csak az asztalon áll magában?
- e) Mi lehet a szerepe annak, hogy a borosüveg száját bevizeztük?
- (2015. május id.)

Megoldás:

- a) *Annak részletes magyarázata, hogy a pénzérme miért ugrál az üvegen:*

10 pont
(bontható)

A kezünk az üvegen keresztül melegíti a benne lévő levegőt (2 pont), így annak növekszik a nyomása (2 pont). A benti és a kinti levegő közti nyomáskülönbség (2 pont) időnként megemeli az érmét. Amikor az érme felemelkedik, levegő szökik ki az üvegből (2 pont) így a belső nyomás lecsökken (2 pont), és az érme visszahuppan az üveg szájára.

- b) *A folyamat végének meghatározása:*

2 pont

Ha az üvegben maradó levegő felmelegszik (közel) a környezet hőmérsékletére, s így az üvegben lévő levegő túlnyomása már nem elegendő az érme megemeléséhez, az ugrálás megszűnik.

- c) *Annak elemzése, hogy milyen különbséget okoz, ha az érme nehezebb:*

4 pont
(bontható)

Ahhoz, hogy egy nehezebb érme felemelkedjen, nagyobb nyomáskülönbség (2 pont) szükséges, így ebben az esetben a levegő kellő felmelegedéséhez több időre van szükség, azaz ritkábban (2 pont) ugrik az érme.

- d) *Annak elemzése, hogy mi történik, ha nem fogjuk meg az üveget:*

2 pont

Ebben az esetben lassabban melegszik fel a levegő, így ritkábban ugrik fel az érme.

- e) *A borosüveg száján lévő víz szerepének meghatározása:*

2 pont

A borosüveg száján lévő kevés víz elzárja a kicsiny rést, ami az üveg pereme és a ráhelyezett pénzérme között lehet. Így a víz az üveg légmentes lezárását teszi lehetővé.

Összesen 20 pont

4. A kimosott ruhát úgy szárítják, hogy kiterítik. A száradás ütemét befolyásolja a légmozgás. Melegben sokkal gyorsabban szárad a ruha, mint hidegben. A trópusokon tapasztalataink szerint általában nehezebben szárad a ruha, mint egy hasonlóképpen meleg, de sivatagos területen, ahogy izzadtságunk is nehezebben szárad fel a trópusokon. Magyarázza meg, miért és hogyan befolyásolja a ruha száradását az, hogy kiterítik, illetve a légmozgás és a magasabb hőmérséklet! Miért szárad nehezebben a ruha a trópusokon, mint a hasonlóképpen meleg sivatagban? Mi az izzadás szerepe az emberi szervezet működése során, és mi a hatásának magyarázata?
(2017. október)

Megoldás:

A párolgást befolyásoló tényezők felsorolása és szerepük rövid magyarázata:

14 pont
(bontható)

A párolgási felület növelése (pl. a ruha kiterítése) gyorsítja a párolgást (2 pont).

A légmozgás (szél) szintén gyorsítja a párolgást, mert a ruha közvetlen közelében lévő már páras levegőt elszállítja, kicseréli (3 pont).

Mivel a párolgás során a víz energiát vesz fel (1 pont), melegben gyorsabb a párolgás (2 pont). Vagy: A melegebb folyadék folyadékrészecskéinek átlagenergiája nagyobb (1 pont), így több éri el időegység alatt a kilépéshez szükséges küszöbenergiát. (2 pont)

Alacsony relatív páratartalmú (azaz száraz) levegőben gyorsabb a párolgás (3 pont) - sivatag.

Nagy relatív páratartalmú (azaz nedves) levegőben lassabb a párolgás (3 pont) - trópus.

Az izzadás szerepének megnevezése és mechanizmusának fizikai magyarázata:

6 pont
(bontható)

Mivel a párolgás hőt von el (3 pont), az izzadás segítségével testünk leadja a felesleges hőt, hogy megakadályozza a felmelegedést (3 pont).

(A párolgás sajátosságai magyarázhatók részecskemoddellel is, de ez nem elvárás.)

Összesen 20 pont

5. Energiatakarékos hűtőedény

Olyan országokban, ahol nincs megbízható áramellátás, hagyományos hűtők helyett ún. „edény az edényben” (pot-in-pot) eszközöket használnak az ételek hűtéséhez. Az eszköz lényege, hogy az ételt tároló edényt nedves ruhával takarják le, valamint egy másik, vízzel teli, porózus agyagedénybe állítják. A rongy és az agyagedény párologtatják a vizet, így hűtik a bennük elhelyezett belső edényt. Az ételek – elsősorban gyümölcsök – így akár tízszer tovább eltarthatók, mint az eszköz nélkül. Az eszköz működésének alapja a párolgás, pontosan úgy, mint ahogyan az emberi test esetén az izzadás.

a) Milyen tényezők befolyásolják az edényre helyezett nedves rongyban levő víz párolgásának sebességét?

b) Milyen hővezető tulajdonságú anyagból célszerű kialakítani a tároló edényt? Javasoljon megfelelő anyagot és választását indokolja!

c) Mennyi hőt von el 40 gramm víz elpárolgása? (A víz párolgáshője $L = 2454 \text{ J/g}$.)

(2018. május)

Megoldás: (15 pont)

Adatok: $L = 2454 \text{ J/g}$, $m = 40 \text{ g}$.

a) *A párolgás sebességét befolyásoló tényezők felsorolása:*

6 pont
(bontható)

A levegő hőmérséklete, a levegő relatív páratartalma, a levegő áramlása (szél).
(2 + 2 + 2 pont)

b) *A tárolóedény anyagtulajdonságának meghatározása és indoklása:*

5 pont
(bontható)

A tárolóedénynek jó hővezetőnek (2 pont) kell lennie, hogy az edény tartalma könnyen leadhassa a hőt (2 pont). Ennek a feltételnek megfelelnek a fémek, pl. a réz (1 pont).
(Bármilyen fém vagy egyéb jó hővezető anyag említése megfelel.)

c) *A keresett hőmennyiség meghatározása:*

4 pont
(bontható)

$Q = L \cdot m = 98160 \text{ J}$ (képlet + számítás, 2 + 2 pont).

Összesen 15 pont

6. Ónos eső

Az ónos eső fagypont alá hűlt, folyékony vízcseppekből álló csapadék, mely a talajra hullva azonnal megfagy, jégbevonatot képez. Kialakulásának oka, hogy a légkörben a felső és alsó hideg légrétegek közé a víz fagyáspontjánál magasabb hőmérsékletű légréteg szorul. Ilyenkor a felső rétegben keletkező hó a középső rétegben esőcseppé olvad, majd az alsó, fagyos légrétegben fagypont alá hűl, de nem szilárdul meg, úgynevezett túlhűtött állapotba kerül. Ennek oka, hogy a cseppben a kristályosodást segítő szennyeződések nincsenek jelen, nem indul el a kristálytani rend kialakulása, noha a hőmérséklet ezt már lehetővé tenné. Az esőcsepp a földet éréskor válik szilárd halmazállapotúvá. A halmazállapot-változást a talajjal való ütközés indítja el, és igen gyorsan zajlik le. (a Wikipédia alapján)

a) A felhőből aláhulló hópihe a talaj közelében túlhűlt vízcseppé válik. Írja le, hogy a hópihe az útja során mikor vett fel, illetve adott le hőt a környezetének, és milyen hőmérséklet- és halmazállapot-változással járt a termikus kölcsönhatás!

b) Amikor a vízcseppek a felszínnel ütköznek és megfagynak, hó szabadul fel. Miért?

c) Mennyi hó szabadul fel egy 0,2 g tömegű, 0 °C hőmérsékletű vízcsepp megfagyásakor?

A víz hőtani adatai	
fajhő	4183 J/kg·K
forráshő (100 °C-on)	2257 kJ/kg
olvadáshő	335 kJ/kg

(2018. május II.)

Megoldás:

Adatok: $m = 0,2 \text{ g}$, $t = 0 \text{ °C}$, $L = 335 \text{ kJ/kg}$.

a) A hópihéből keletkező túlhűtött víz kialakulásának energetikai vizsgálata:

8 pont
(bontható)

A hópihe a melegebb légrétegekbe érve hőt vesz fel (1 pont), először 0 °C hőmérsékletűre melegszik (1 pont), majd megolvad (1 pont), és tovább melegszik (1 pont).

A hidegebb, talajközeli légrétegben hőt ad le (1 pont), lehül a fagypontja alá (1 pont), de folyadék marad, nem következik be a halmazállapot-változás (2 pont).

b) A megfagyáskor létrejövő hőfelszabadulás magyarázata:

3 pont

A jéggé fagyó víz a fázisátalakulás során hőt ad le.

c) A 0,2 g-os vízcsepp megfagyása során felszabaduló hő mennyiségének meghatározása:

4 pont
(bontható)

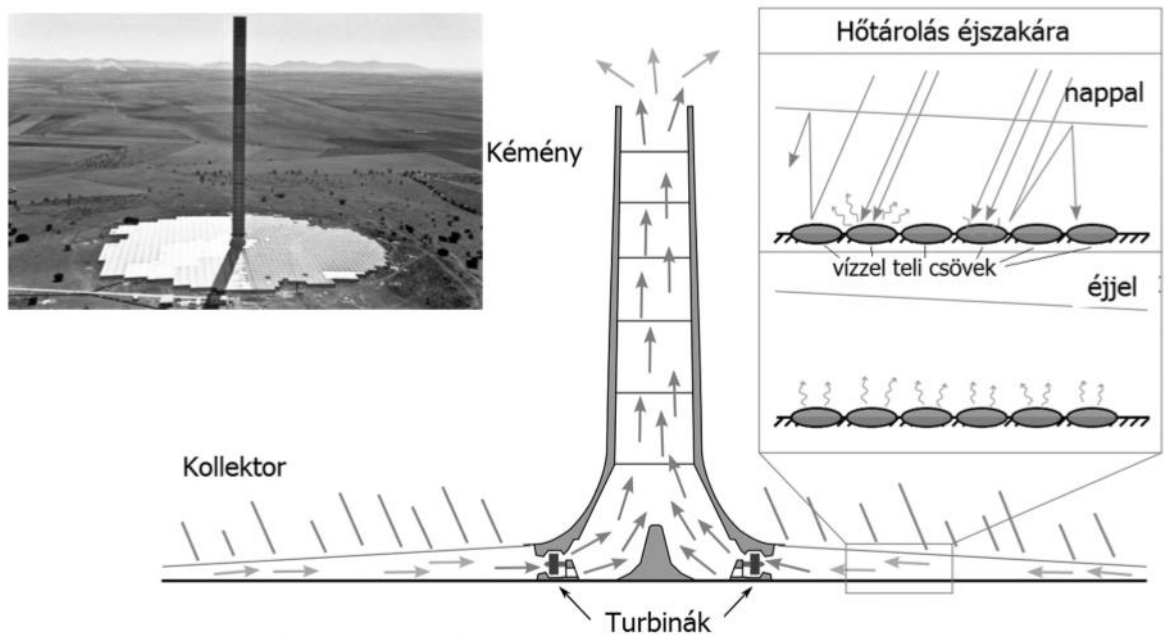
$$Q = L \cdot m = 67 \text{ J}$$

(A megfelelő hőtani adat kiválasztása a táblázatból 2 pont, képlet + számítás, 1 + 1 pont).

Összesen 15 pont

7. Napkémény

A napkémény egy újfajta, kísérleti hőerőmű. Létesítésekor nagy földterületet kör alakban, átlátszó tetővel fednek be, amely a közepe felé enyhén emelkedik, ez az úgynevezett kollektor. Középen egy magas torony található, ez a napkémény. Napsütés hatására a tető alatt a levegő (mint az üvegházban) felmelegszik, és a kéményben át felszáll. Eközben az áramló levegő turbinát hajt meg. A turbinához generátor csatlakozik, mely a mozgási energiát villamos energiává alakítja. Ha azt szeretnék, hogy a légáram éjjel se álljon le, a tető alatt a talajra vízzel teli, fekete csöveket fektetnek, melyek nappal felmelegsznek, éjjel pedig leadják az elnyelt hőt. A napkémény prototípusát három éven át tesztelték Manzanaresben, Spanyolországban. A kollektorának átmérője 240 méter, felülete 46 000 m², a kémény magassága 195 méter volt. Átlagos teljesítményének értéke 50 kW volt. Ha a turbina és a generátor üzemelt, a kéményben a légáram sebessége 8 m/s, ha a turbina állt, akkor 15 m/s volt. Egy nagy teljesítményű, gáztüzelésű vagy nukleáris erőmű kiváltására alkalmas napkéményhez 7000 m kollektorátmérőre és 1 km magas toronyra volna szükség, olyan területen, ahol a napsugárzás egész évben erős.



(wikipédia, ill. <http://www.sbp.de/en/project/solar-chimney-pilot-plant-manzanares/>)

- Miért az ábrán nyilakkal jelzett irányba mozog a kollektor teteje alatt, illetve a kéményben a levegő, ha süt a nap?
- Miért más az áramló levegő sebessége a kéményben bekapcsolt, illetve kikapcsolt turbina és generátor esetén?
- A turbinák éjszakai működtetésére, a hőtárolásra miért érdemes vízzel teli csöveket használni? Miért festik a csöveket feketére?
- Határozza meg, hogy hány 1200 wattos vízforraló kancsót lehetett volna a manzaresi napkémény segítségével egyszerre üzemeltetni, amikor az maximális teljesítménnyel működött!

(2019. május)

Megoldás:

- a) *A levegőáramlás irányának indoklása:*

4 pont
(bontható)

A meleg levegő ritkább (kevesbé sűrű) (2 pont), mint a hideg, ezért (a felhajtóerő hatására) felfelé száll (1 pont) a kéményben, a kollektorban pedig a levegő a kéményben felszálló levegő helyére áramlik (1 pont).
(A felhajtóerő explicit említése nélkül is jár a pont.)

- b) *A sebességkülönbség okának meghatározása:*

4 pont
(bontható)

A turbina és a generátor az áramló levegő energiáját (2 pont) alakítja elektromos energiává, tehát amikor működnek, elveszik a levegő mozgási energiájának egy részét, a levegő lelassul (2 pont).

- c) *Az éjszakai hőtárolás körülményeinek elemzése:*

4 pont
(bontható)

A víz fajhője nagy (2 pont), ezért alkalmas hőtárolásra. A feketére festett felületek a rájuk eső napsugárzást (gyakorlatilag) elnyelik (2 pont).

- d) *Az egyszerre üzemeltethető vízforralók számának meghatározása:*

3 pont
(bontható)

$$N_{\max} = P_{\max} / P_{\text{forraló}} = 50 \text{ kW} / 1,2 \text{ kW} = 41,67 \rightarrow 41 \text{ db}$$

(képlet + számítás + a válasz megadása, 1 + 1 + 1 pont)

(Az érték törtszámként való megadása, illetve 42-re kerekítése esetén az utolsó pont nem jár!)

Összesen: 15 pont