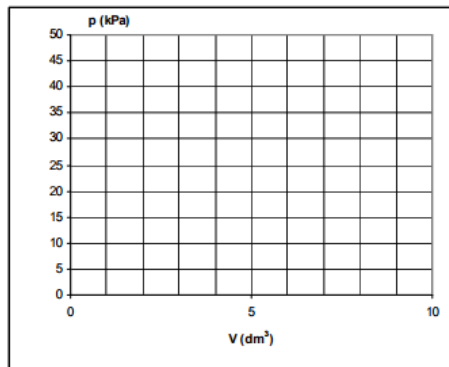


1. Állandó hőmérsékleten vízgőzt nyomunk össze. Egy adott ponton az edény alján víz kezd összegyűlni. A gőz nyomását az alábbi táblázat mutatja a térfogat függvényében.

$V$ (dm <sup>3</sup> )	10	5	4	3	2	1
$p$ (kPa)	10	20	25	30	30	30

- a) Ábrázolja nyomás-térfogat grafikonon az adatokat!  
 b) Mi a víz megjelenésének oka? Magyarázza meg, hogy a grafikonnak miért van két eltérő jellegű szakasza!  
 c) Mekkora térfogaton jelenik meg a víz az edényben?

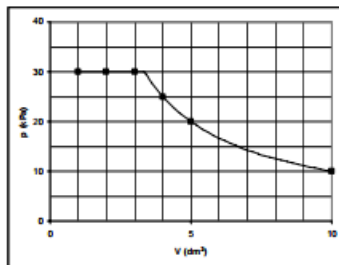


(2006. október)

**Megoldás:**

a) Az adatok ábrázolása grafikonon:

4 pont



(Amennyiben a jelölt a töréspontot 3 dm<sup>3</sup>-hez teszi, itt nem kell levonni pontot!)

b) A jelenség értelmezése, a grafikon eltérő jellegű szakaszainak magyarázata:

Az összenyomás során a gőz egy adott térfogaton telítetté válik, további összenyomásra a víz kicsapódik, és megjelenik az edény alján.

4 pont

Amikor a vízgőz telítetté vált, nyomása nem növekedett tovább, hanem állandósult 30 kPa értéken.

4 pont

A folyamat első szakaszában a gőz nyomásának és térfogatának a szorzata állandó.

$V$ (dm <sup>3</sup> )	10	5	4	3	2	1
$p$ (kPa)	10	20	25	30	30	30
$pV$ (Pa·m <sup>3</sup> )	100	100	100			

Ez azt jelenti, hogy a folyamat első szakaszában az állandó hőmérsékleten összenyomott gőzre teljesül a Boyle–Mariotte-törvény, a gőz ideális gázként viselkedik. Ez akkor lehetséges, ha a gőz telítetlen.

3 pont

(A 3 pont akkor is megadható, ha a jelölt nem igazolja Boyle–Mariotte-törvény érvényességét a konkrét esetben, csak arra hivatkozik, hogy a gázt állandó hőmérsékleten összenyomjuk.)

c) A keresett térfogat meghatározása:

A folyamat első szakaszában  $pV = 100 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$ . A nyomás azon a térfogaton állandósul, ahol  $p = 30 \text{ kPa}$ , innen:

$$V = \frac{100 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3}{30 \cdot 10^3 \text{ Pa}} = 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 3,33 \text{ dm}^3$$

**5 pont**

(Ha a jelölt grafikonról olvassa le a keresett térfogatot úgy, hogy a  $p \cdot V$  szorzat állandóságát kihasználja az ábrázolás során a töréspontra is, az 5 pont megadható.

Amennyiben a leolvasás közelítő, mely nem épít a telítetlen állapotra vonatkozó törvényszerűsége ( $p \cdot V$  állandó), legfeljebb 3 pont adható.

Amennyiben a jelölt a töréspontot a grafikonon  $3 \text{ dm}^3$ -hez tette, s ezt a térfogatértéket adja meg indoklás nélkül (vagy helytelen indoklással) eredményként, erre a részre nem adható pont!

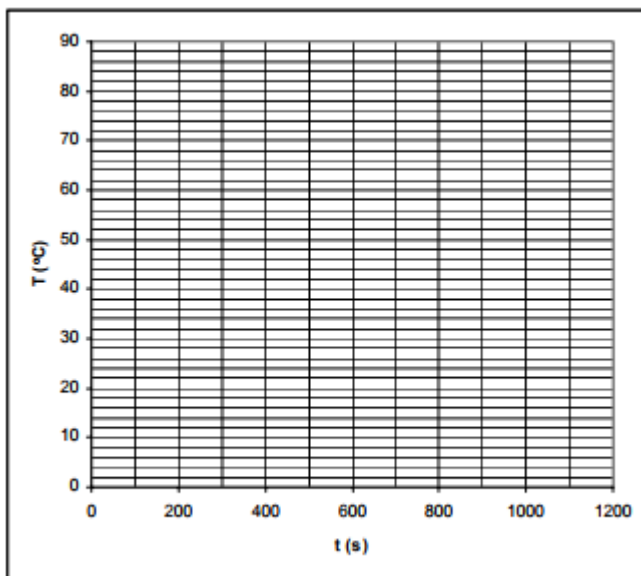
**Összesen**

**20 pont**

2. Egy 0,5 kg tömegű forró fémtárgyat hideg erkélyen hűlni hagyunk. Hűlés közben 200 másodpercenként megmértük a fém hőmérsékletét. Mérési adatainkat az alábbi táblázat tartalmazza. (A fém fajhője 400 J/kg·°C.)

$t$ (s)	0	200	400	600	800	1000
$T$ (°C)	80,0	40,0	20,0	10,0	5,0	2,5

- a) Ábrázolja a fém hőmérsékletét az idő függvényében a mellékelt grafikonon, és becsülje meg, hogy mekkora hőmérsékletre hűl le a fém!  
 b) Hány °C lehet a hőmérséklet az erkélyen?  
 c) Mennyi hőt ad le a fém a 400–600 s közötti időszakaszban?  
 d) Mekkora a hőleadás átlagteljesítménye a c) kérdésben vizsgált időszakaszban?  
 (2007. május id.)



**Megoldás:**

Jelölések:  $m = 0,5$  kg,  $c = 400$  J/kg·°C,  $T_0 = 80,0$  °C,  $T_1 = 40,0$  °C,  $T_2 = 20,0$  °C,  $T_3 = 10,0$  °C,  $T_4 = 5$  °C,  $T_5 = 2,5$  °C,  $\Delta t = 200$  s.

a) A táblázat számértékeinek ábrázolása:

**3 pont**

A fém lehűlés során kialakuló hőmérsékletének meghatározása indoklással:

**3 pont**  
(bontható)

(A hőmérséklet megadása 2 pont, indoklás 1 pont.)

b) Annak felismerése, hogy a fém az erkélyen uralkodó hőmérsékletre hűl:

**2 pont**

(Elegendő a két hőmérséklet egyenlőségének közlése.)

c) A hőleadás mértékének kiszámítása:

$$Q = cm\Delta T,$$

**2 pont**

$$|Q_{23}| = cm(T_2 - T_3) = 2000 \text{ J.}$$

**3 pont**  
(bontható)

(A megfelelő értékek behelyettesítése 2 pont, a helyes eredmény 1 pont.)

d) A teljesítmény meghatározása:

$$P = \frac{Q}{\Delta t},$$

**2 pont**

$$P_{23} = \frac{|Q_{23}|}{\Delta t} = 10 \text{ W.}$$

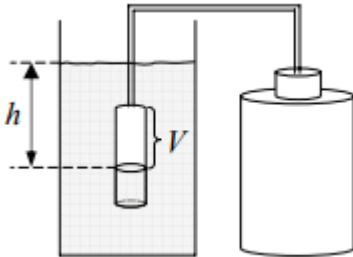
**3 pont**  
(bontható)

(A megfelelő értékek behelyettesítése 2 pont, a helyes eredmény 1 pont.)

**Összesen**

**18 pont**

3. Mélységi nyomás vizsgálata vízben A víz mélységi nyomásának méréséhez az ábrán látható összeállítást használjuk. Egy 10 ml-es, alul nyitott mérőhengert nyomunk a víz alá, amelyet vékony cső köt össze egy nagyobb tartállyal. A tartályban és a hozzá csatlakozó csőben kezdetben együttesen 500 ml levegő van légköri nyomáson. A mérőhengerbe a víz valamennyire benyomul, a megmaradt, levegővel teli rész térfogatát ( $V$ ) a mérőhengerről leolvashatjuk. Az edény vízszintje és a mérőhengerben lévő vízszint közötti távolság  $h$ . Az alábbi táblázat a különböző  $h$  mélységekben mért  $V$  térfogatértékeket tartalmazza. (A méréskor a légköri nyomás  $5 \cdot 10^4$  Pa volt. A levegő állapotváltozása izotermikusnak tekinthető.)



$h$ (cm)	0	2	6	12	15	20
$V$ (ml)	10,0	9,0	7,0	4,1	2,6	0,2

- a) Számítsa ki a megadott  $h$  mélységekben a víz nyomását, vagyis a légköri nyomáshoz képest mérhető többletnyomást! (A nyomást célszerű  $\text{hPa} = 100$  Pa egységben megadni.)
- b) Grafikus vagy számításos módszerrel állapítsa meg a víznyomás és a mélység függvénykapcsolatát! (2007. május)

**Megoldás:**

- a) *Annak felismerése, hogy az edényekben lévő összes levegő állapotváltozását kell vizsgálni:*

**2 pont  
(bontható)**

(Ha egyértelműen kiderül, hogy a vizsgázó az összes levegőt kívánja vizsgálni, de számszerű értékét hibásan állapítja meg, a 2 pont jár.)

*Az állapotváltozás leírása:*

Az edényekben lévő levegő állapotváltozása izoterm, ezért

$$p_1 V_1 = p_0 V_0, \text{ ahol}$$

**2 pont**

$$p_0 = 5 \cdot 10^4 \text{ Pa,}$$

$$V_0 = 500 \text{ ml,}$$

**1 pont**

$$V_1 = V + 500 \text{ ml.}$$

**2 pont**

Az edényben lévő levegő nyomása  $p_1 = \frac{V_0}{V_1} p_0$

1 pont

A többletnyomás kifejezése, illetve meghatározása:

a többletnyomás, vagyis a víznyomás:  $p_{\text{víz}} = p_1 - p_0 = \left( \frac{V_0}{V_1} - 1 \right) p_0$

2 pont  
(bontható)

(A 2 pont akkor is jár, ha a többletnyomást nem minden konkrét értéknél számítja ki a vizsgáló.)

A számítások elvégzése:

A kiszámolt értékek:

$h$ (cm)	0	2	6	12	15	20
$p_{\text{víz}}$ (100 Pa)	0,0	2,0	5,9	11,7	14,7	19,6

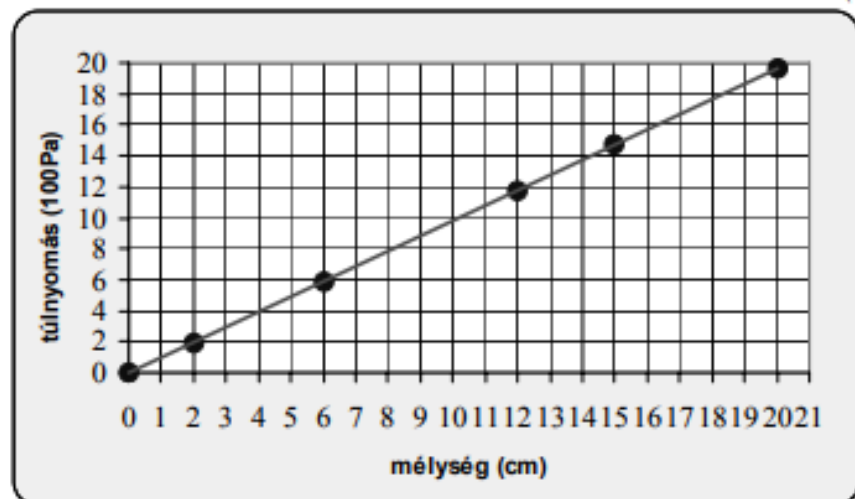
3 pont  
(bontható)

(Oszloponként 0,5 pont jár. Az összes pontszám a részpontok összegének egészre való felkerekítésével kapható. A 3 pont viszont csak akkor adható meg, ha a vizsgáló mind a hat oszlop értékeit helyesen számolta ki.)

b) A függvénykapcsolat vizsgálata:

Az összetartozó mennyiségek hányadosainak kiszámolása vagy az értékpárok grafikus ábrázolása:

3 pont  
(bontható)



A pontszám az előzőekben jól vagy rosszul kiszámolt értékpárok helyes ábrázolásáért, **illetve** számításos gondolatmenet esetén a helyesen kiszámolt hányadosokért. Értékpáronként 0,5 pont jár. Az összes pontszám a részpontok összegének egészre való felkerekítésével kapható. A 3 pont viszont csak akkor adható meg, ha a vizsgázó mind a hat pontot helyesen (következtesen) ábrázolta, illetve a hányadosokat jól számolta ki.

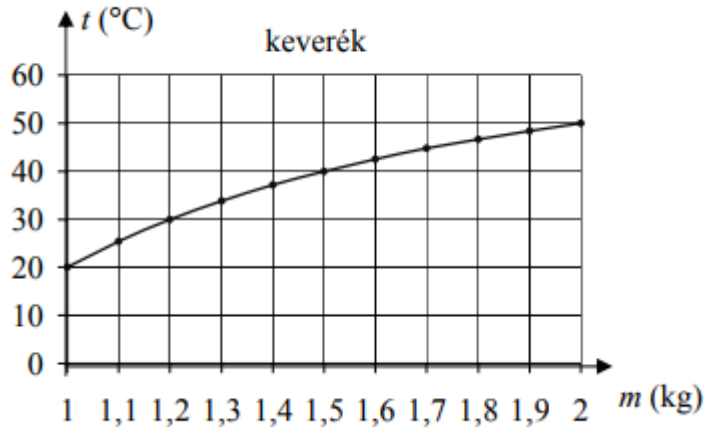
*Az egyenes arányosság megállapítása:*

**2 pont**

(E pontszám csak a helyes értékek helyes ábrázolása, illetve a helyes értékpárok és hányadosok kiszámolása esetén jár. Amennyiben a vizsgázó az egyenes arányosságtól eltérő kapcsolatot állapít meg a mérési adatok csekély pontatlansága miatt, de jól számolt vagy ábrázolt, a 2 pont megadható.)

**Összesen 18 pont**

4. Egy jól hőszigetelő termoszban lévő, 1 kg tömegű, 20 °C-os vízhez folyamatos kevergetéssel forró vizet töltünk és közben mérjük az így keletkező keverék hőmérsékletét. A grafikon a keverék hőmérsékletét mutatja a keverék tömegének függvényében. (A víz fajhőjét állandónak tekinthetjük.)



- a) Töltse ki a táblázat első és második oszlopát a grafikon alapján, majd számolja ki a táblázat további üres oszlopaiba tartozó értékeket!  
 b) Határozza meg a meleg víz hőmérsékletét!  
 c) Magyarázza meg, hogy a grafikon miért tér el az egyenestől!

$t_{keverék}$ (°C)	$m_{keverék}$ (kg)	$m_h$ (kg)	$m_m$ (kg)	$\Delta t_h$ (°C)	$\Delta t_m$ (°C)
30		1			
	1,5	1			
42,5		1			
	2	1			

(2008. május)



**Megoldás:**

- a)
- A táblázat hiányzó adatainak meghatározása.*

*A meleg víz és a hideg víz hőmérsékletváltozásának kapcsolata:***4 pont**

$$cm_h|\Delta t_h| = cm_m|\Delta t_m|, \text{ amiből } m_h|\Delta t_h| = m_m|\Delta t_m|$$

(Ahol  $c$  a víz állandónak tekintett fajhője.)

(Ha az összefüggést a jelölt nem írja fel, de a további számításokból kiderül, hogy a vizsgázó a hőmérséklet-változások abszolút értékét a tömegekkel fordított arányúnak tekinti, akkor 3 pont adandó.)

*A megadott táblázat kitöltése:***8 pont**  
*(bontható)*

$t_{\text{keverék}} (^{\circ}\text{C})$	$m_{\text{keverék}} (\text{kg})$	$m_h (\text{kg})$	$m_m (\text{kg})$	$\Delta t_h (^{\circ}\text{C})$	$\Delta t_m (^{\circ}\text{C})$
30	1,2	1	0,2	10	50
40	1,5	1	0,5	20	40
42,5	1,6	1	0,6	22,5	37,5
50	2	1	1	30	30

(Az első és második oszlop adatainak leolvasása a grafikonról rendre 0,5 pontot ér, a negyedik és ötödik oszlop adatai rendre 0,25 pontot érnek, az hatodik oszlop helyes adatai rendre 1 pontot érnek. Ha az értékelés során tört összpontszám adódik, a pontérték egész részét kapja a jelölt!)

- b)
- A meleg víz hőmérsékletének meghatározása:*

**2 pont**

Pl: Amikor a meleg víz hőmérsékletének csökkenése  $30^{\circ}\text{C}$  volt, akkor mikor a közös hőmérséklet  $50^{\circ}\text{C}$ , tehát a meleg víz hőmérséklete  $80^{\circ}\text{C}$ .

(Tetszőleges értékpárból, illetve tetszőleges más gondolatmenet felhasználásával kapott helyes eredmény teljes értékűnek tekintendő.)

- c)
- Annak felismerése, hogy a keverék hőmérséklet-növekedése nem arányos az egyik komponens (a hozzáöntött meleg víz) tömegével, valamint ennek egyszerű magyarázata:*

**4 pont**  
*(bontható)*

Példa az indoklásra: A közös hőmérséklet a hideg és meleg víz arányától függ. Ha egyenletesen növeljük a keverék mennyiségét, vagyis mindig ugyanannyi melegvizet öntünk a keverékhez, akkor a közös hőmérséklet nem változik egyenletesen, mert a rendszer belső energiája és tömege ugyanannyival, de nem ugyanannyiszorosára nő.

(Minden egyszerű indoklás elfogadható, amely a két mennyiség kapcsolatának nem lineáris jellegét alátámasztja.)

**Összesen:****18 pont**

5. Dugattyúval elzárt gázt melegítünk, állandó nyomáson. Az alábbi táblázat a gáz térfogatát mutatja a Celsius-fokban mért hőmérséklet függvényében.

Hőmérséklet (°C)	Térfogat (cm <sup>3</sup> )
10	3170
20	3310
30	3420
40	3550
50	3660
60	3780

- a) Ábrázolja az adatokat a mellékelt milliméterpapíron! Milyen görbe illeszthető a mérési adatokra?
- b) Írja fel a grafikon alapján a gáz térfogatának és Celsius-fokban mért hőmérsékletének kapcsolatát leíró függvényt!
- c) A kapott összefüggés segítségével vagy a grafikonról leolvastva határozza meg a gáz térfogatát 0 °C hőmérsékleten!
- d) Mekkora hőmérsékleten csökkenne le a gáz térfogata nullára, ha a kapott összefüggés alacsony hőmérsékleten is érvényes volna?
- e) Mi lenne a d) pontban kapott eredmény, ha a mérést sokkal pontosabban tudnánk elvégezni? Milyen hőmérsékleti skálát definiálhatunk ennek segítségével?
- (2009. május id.)

**Megoldás:**

- a) Az adatok ábrázolása és a lineáris összefüggés megnevezése:

2 + 2 pont  
(bontható)

Az ábrán látható kell hogy legyen az összefüggés lineáris jellege, s azt meg is kell nevezni. (Amennyiben nincs az összefüggés jellege megnevezve, de később a képletből egyértelműen kiderül, a teljes pont jár.)

- b) A lineáris összefüggés felírása képlettel, valamint meredekségének kiszámítása a táblázat adataiból:

2 + 2 pont  
(bontható)

$$V(t) = V_1 + \beta \cdot (t - t_1) \quad \text{ahol} \quad \beta = 12 \frac{\text{cm}^3}{^\circ\text{C}}$$

- c) A 0 °C hőmérsékleten mérhető térfogat meghatározása vagy leolvasása:

3 pont  
(bontható)

(A Gay-Lussac-törvény közvetlen alkalmazása esetén:  $V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$  csak 1 pontot lehet adni!)

- d) A nulla térfogathoz tartozó hőmérséklet kiszámítása az algebrai alakból:

5 pont  
(bontható)

A mérési adatokból nyert összefüggésből a keresett hőmérsékletre  $t_0 = -255$  °C adódik. (Amennyiben a vizsgázó pusztán a Gay-Lussac-törvény alapján kijelenti, hogy a keresett hőmérséklet az abszolút nulla fok, és ezt átváltja Celsius-fokra, 1 pont adható.)

- e) A pontos méréssel meghatározható hőmérsékletet nevezzük **abszolút nulla** foknak.

2 pont

A pontosabb érték  $-273$  °C, a jelen mérésekből kiszámítható érték ettől kissé eltér.

1 pont

Bevezethető egy új hőmérséklet skála, a **Kelvin-skála**, melynek ez a kezdőpontja.

1 pont

**Összesen: 20 pont**

6. Egy fémlábasban lévő vizet kisteljesítményű gázfűzővel kezdünk melegíteni. A víz hőmérsékletét öt percenként megmérjük. Az általunk mért értékeket a mellékelt táblázat tartalmazza. A folyamat során először fedő nélkül melegítjük a vizet, majd később befedjük a lábost. (A fűtés teljesítménye időben állandónak tekinthető. A melegítés normál légköri nyomás mellett történik!)

a) Ábrázolja a táblázatban található hőmérséklet-adatokat az idő függvényében!

b) Értelmezze a kapott ábrát! Vajon miért nem melegedett a víz tovább a melegítés megkezdése után kb. 30 perc elteltével? Mi történt ekkor a hővel, amit a víznek adott át a melegítő?

c) Az ábrázolt adatok alapján állapítsa meg, hogy a fedőt mikor helyezhettük a lábosra! Mi változott meg a lábos befedésével?

idő (perc)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
T (°C)	29	41	51	60	67	74	78	80	81	80	91	100	101	100

### Megoldás:

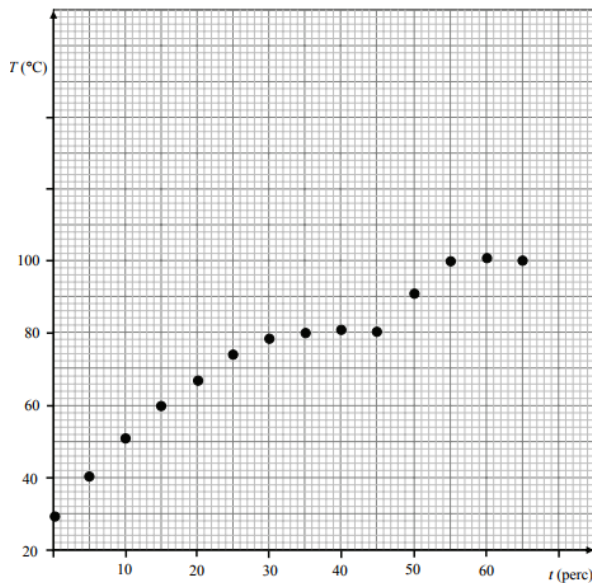
a) Megfelelő ábra készítése:

5 pont  
(bontható)

Megfelelően feliratozott és skálázott tengelyek (az idő a vízszintes, a hőmérséklet a függőleges tengelyen ábrázolandó) – 3 pont

Pontok helyes ábrázolása – 2 pont

(Az adatok ábrázolása akkor megfelelő, ha jól kivehetőek rajta az emelkedő szakaszok, s a közel állandó hőmérsékletű szakaszok.)



(2010. május)

b) *A grafikon menetének értelmezése:*

**8 pont**  
**(bontható)**

A víz a lábosban egy darabig melegedett az átadott hő hatására. (1 pont)

Ezzel egyidejűleg a melegedő víz hőt adott le a környezetének. (2 pont)

A hővesztés egy része a melegedő víz egyre erősebb párolgásából származott. (3 pont)

(Ha a vizsgáló itt csupán általában beszél hővesztéséről, párolgásról külön nem, de később a lábos befedésének tárgyalásánál egyértelművé teszi, hogy a fedő a párolgást akadályozza meg, az itt járó pontot is meg kell adni.)

Amikor a melegítés és a hővesztés egyensúlyba került, a víz nem melegedett tovább.

Ekkor a melegítés által közölt hő pontosan egyenlő volt a (részben párolgásból származó) hővesztéssel. (2 pont)

c) *A befedés időpontjának meghatározása és a változás lényegének felismerése:*

**5 pont**  
**(bontható)**

A fedőt kb. 45 perccel a melegítés megkezdése után helyeztük rá a lábosra. (2 pont)

A fedő megakadályozta, hogy a víz párologjon, a hővesztés tehát nagymértékben lecsökkent. (2 pont)

(Amennyiben a vizsgáló nem írja le, hogy a fedő elsősorban a párolgás miatti veszteséget csökkenti, csak általában hővesztéséről beszél, 1 pont adható!)

A víz így tovább melegedett, és végül felforr. (1 pont)

**Összesen 18 pont**

7. Egy dugattyús edényben lévő gáz térfogatát és nyomását mértük egy állapotváltozás során. A mérési adatokat a táblázat tartalmazza.

$V$ (cm <sup>3</sup> )	50	45	40	35	30	25	20	15	10
$p$ (10 <sup>5</sup> Pa)	1	1,6	2,0	2,3	3,1	3,7	4,0	4,4	5

a) Ábrázolja a mérési adatokat  $p(V)$  grafikonon! Illesszen egyenest a mérési adatok grafikonjára!

b) Mennyi munkát végeztünk a gázon, miközben 50 cm<sup>3</sup> -ről 10 cm<sup>3</sup> -re összenyomtuk?

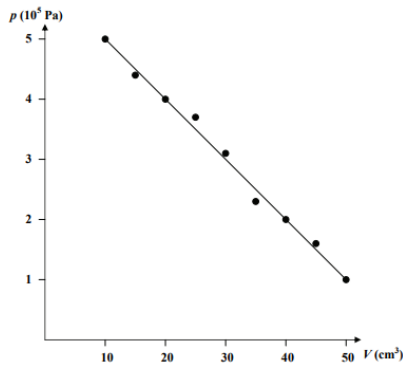
c) Hasonlítsa össze a gáz kezdeti, illetve végső hőmérsékletét!

(2010. május id.)

**Megoldás:**

a) *A grafikon elkészítése és a pontokra illeszkedő egyenes ábrázolása.*

5 + 2 pont



Az ábrázolásnál a *tengelyek megfelelő feliratozása és skálázása 2 pontot* ér (legalább két numerikus érték feltüntetésével tengelyenként), a *mérési adatok megfelelő ábrázolása pedig 3 pontot*. A berajzolt regressziós egyenes helyességét a jóindulatú tanári gyakorlatnak megfelelően ítéljük meg! (2 pont, ha elfogadható, 0 pont, ha nem.)

b) *A gázon végzett munka felírása és meghatározása:*

3 + 2 pont

A gázon végzett munkát a grafikon alatti terület adja:  $W = \frac{P_{\text{kezds}} + P_{\text{végső}}}{2} \cdot \Delta V = 12 \text{ J}$

(Helyesnek tekintendő a számítás, ha  $\Delta V = 40 \text{ cm}^3$ , és a nyomásértékek a berajzolt egyenesnek megfelelőek. Ettől függően az eredmény a 12 J-tól eltérhet.)

c) *A kezdeti, illetve végső hőmérséklet összehasonlítása:*

i) *Annak felismerése, hogy a kezdeti és a végső nyomásértékek fordítottan arányosak a térfogatértékekkel:*

3 pont

ii) *Annak felismerése, hogy a nyomás- és térfogatértékek fordított arányosságából a hőmérséklet azonossága következik:*

3 pont

(A két gondolatnak nem kell feltétlenül széttagolódnia, az állapotegyenlet vizsgálatával egyetlen gondolatmenetként is megoldható a feladat például így:

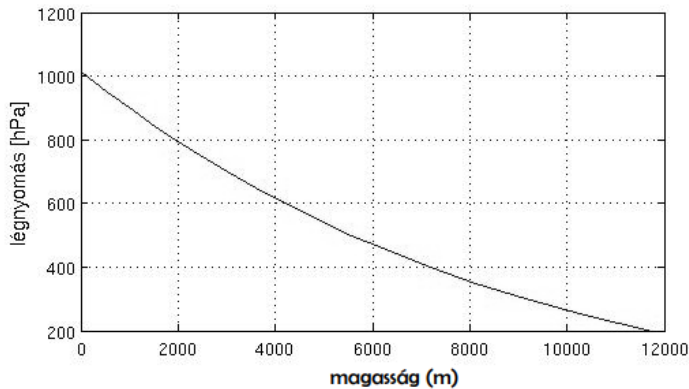
$\frac{p \cdot V}{T} = \text{áll.}$ , és mivel  $p_{\text{kezds}} \cdot V_{\text{kezds}} = p_{\text{végső}} \cdot V_{\text{végső}}$ , a gáz végső hőmérséklete megegyezik a kezdetivel.)

**Összesen 18 pont**

8. Az alábbi táblázat a víz forráspontját tartalmazza különböző nyomásokon. A grafikon pedig az átlagos légnyomást a különböző magasságokban. A táblázat és grafikon alapján válaszoljon az alábbi kérdésekre:

- Miért alkalmas a barométeres magasságmérő magasságmérésre?
- Körülbelül mekkora a nyomás a Kékestető (1014 m), illetve a Mount Everest (8848 m) csúcsának magasságában?
- Körülbelül milyen magasan lesz a légnyomás értéke a tengerszinten mért nyomás fele?
- Hegymászók este a táborban vizet forralnak. Tapasztalatuk szerint a víz 90 Celsiusfokon forr fel. Milyen magasan vannak?
- Miért tér el a légnyomás napi szinten az átlagos értéktől? Mi a következménye ennek a magasság meghatározása során?

$p$ [Pa]	1228	2338	4245	7381	12345	19933	31177	47375	70119	101325
$t$ [°C]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100



(2011. október)

**Megoldás:**

- A barométeres magasságmérő alkalmazhatóságának indoklása:*  

**4 pont**  
(bontható)

Mivel a légnyomás a magassággal változik, a nyomás mért értékéből (2 pont) következtethetünk a mérés helyének magasságára (2 pont).
- A légnyomásadatok leolvasása a grafikonról:*  

**3 + 3 pont**

A Kékestető csúcsának magasságában a légnyomás körülbelül 900 hPa, a Mount Everest csúcsának magasságában pedig körülbelül 300 hPa.
- A keresett magasság leolvasása a grafikonról:*  

**3 pont**

Körülbelül 5500 m magasan lesz a légnyomás a tengerszinten mért nyomás fele.
- A hegymászótábor magasságának megállapítása:*  

**4 pont**  
(bontható)

A táblázatból megállapítható, hogy ha a víz 90 °C-on forr fel, akkor a táborban a légnyomás körülbelül 70100 Pa, azaz 701 hPa (2 pont). A grafikonról pedig leolvasható, hogy ehhez a légnyomáshoz körülbelül 3000 m-es magasság tartozik (2 pont).
- A barométeres magasságmérő:*  

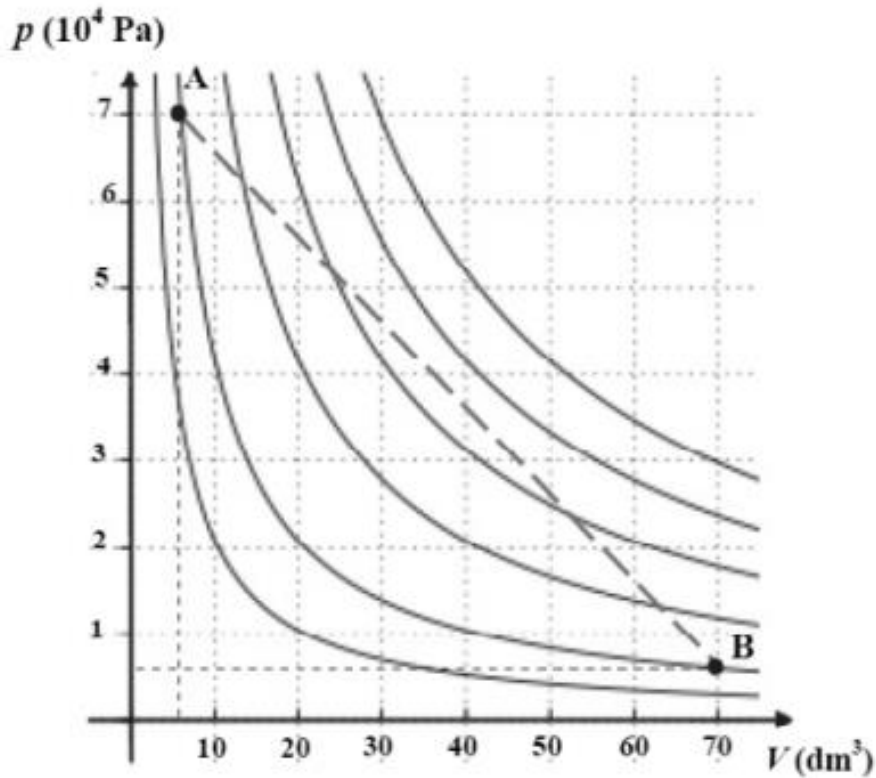
**3 pont**  
(bontható)

A légnyomás egy adott helyen is változik idővel a légköri viszonyok függvényében (vagy az időjárástól függően) (1 pont), így ugyanazon légnyomásértékhez eltérő időpontokban más-más magasság tartozhat (2 pont).

**Összesen 20 pont**

9. Ideálisnak tekinthető neongáz állapotváltozását ábrázolja az alábbi grafikon. A gáz az „A” állapotból fokozatosan a „B” állapotba jut a két pontot összekötő szaggatott egyenes szakasznak megfelelően. A grafikon a gáz izotermáit is ábrázolja. A gáz kezdetben („A” állapot)  $6,5 \text{ dm}^3$  térfogatú és  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékletű. A grafikon adatainak felhasználásával válaszoljon az alábbi kérdésekre!

- Mekkora a gáz kezdeti nyomása?
  - Mekkora a gáz végső nyomása és térfogata?
  - Körülbelül mekkora a gáz térfogata akkor, amikor az állapotváltozás során a legmagasabb hőmérsékletet eléri?
  - Hogyan alakult a folyamat során a gáz belső energiája?
  - Mekkora volt a gáz munkavégzése?
  - Mekkora a gáz tömege?
- ( $R = 8,314 \text{ J/mol K}$ )



(2015. május)



## Megoldás:

Adatok:  $V_A = 6,5 \text{ dm}^3$ ,  $M = 20 \text{ g/mol}$ ,  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ .

- a) *A kezdeti nyomás leolvasása a grafikonról:*

$$p_A = 7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

**1 pont**

- b) *A végső nyomás és térfogat meghatározása:*

**4 pont**  
*(bontható)*

A grafikonról leolvasható, hogy  $V_B = 70 \text{ dm}^3$  (1 pont) és hogy  $T_A = T_B$  (1 pont), így

$$p_B = p_A \cdot \frac{V_A}{V_B} = 6,5 \cdot 10^3 \text{ Pa} \quad (\text{képlet} + \text{számítás}, 1 + 1 \text{ pont}).$$

(A végső nyomás értékének grafikonról való leolvasása 5 %-os hibahatáron belül fogadható el.)

- c) *A maximális hőmérséklethez tartozó térfogat leolvasása a grafikonról:*

**2 pont**

$$V_{\max} \approx 38 \text{ dm}^3$$

(35 dm<sup>3</sup> és 40 dm<sup>3</sup> között minden eredmény elfogadható.)

- d) *A belső energia időbeli alakulásának meghatározása:*

**3 pont**  
*(bontható)*

A belső energia a folyamat során először nőtt (1 pont) azután csökkent (1 pont), a folyamat végén a kiinduló állapot energiájával egyenlő volt (1 pont).

- e) *A gáz munkavégzésének meghatározása:*

**3 pont**  
*(bontható)*

$$\text{A görbe alatti terület kiszámításával } W = \frac{p_A + p_B}{2} \cdot (V_B - V_A) = 2429 \text{ J}$$

(képlet + számítás, 2 + 1 pont).

- f) *A gáz tömegének meghatározása:*

**3 pont**  
*(bontható)*

Akár a kezdeti, akár a végállapot adatainak segítségével:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} R \cdot T \Rightarrow m = \frac{M \cdot p \cdot V}{R \cdot T} = 3,74 \text{ g} \quad (\text{képlet} + \text{rendezés} + \text{számítás}, 1 + 1 + 1 \text{ pont}).$$

**Összesen 16 pont**



10. Dugattyúval elzárt edényben levegőt melegítünk állandó, normál légköri nyomáson. Különböző hőmérsékleteken megmérjük a gáz térfogatát.
- a) Ábrázolja a gáz térfogatát a °C-ban mért hőmérséklet függvényében! A következő kérdésekre a mérési adatok felhasználásával (egyenes illesztése vagy számolás) válaszoljon!
- b) Becsülje meg, mekkora hőmérsékleten válna a gáz térfogata zérussá, ha a grafikon lefutása bármely hőmérsékleten változatlan maradna! (Hol van a Kelvin-skála kezdete a mérés szerint?)
- c) Mekkora a levegő térfogata 0 °C-on?
- d) Mekkora a bezárt levegő tömege?

°C-ban mért hőmérséklet	térfogat (cm <sup>3</sup> )
20	216
30	222
40	229
50	237
60	244
70	251
80	259

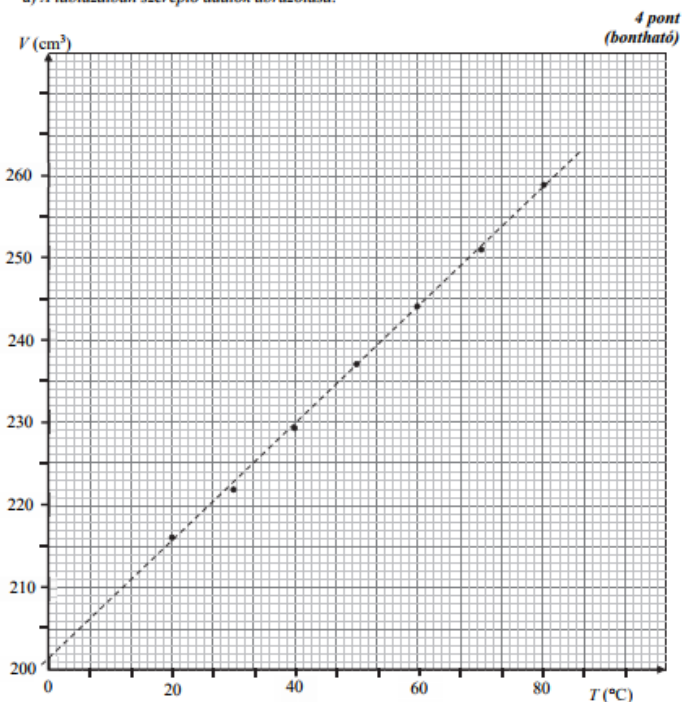
$$(R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}, p_0 = 10^5 \text{ Pa}, M = 29 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$$

(2017. május id.)

**Megoldás:**

Adatok:  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}, p_0 = 10^5 \text{ Pa}, M = 29 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

a) A táblázatban szereplő adatok ábrázolása:



7 helyesen berajzolt adat 4 pontot ér, 5-6 adat 3 pont, 3-4 adat 2 pont, 1-2 adat pedig 1 pont.

- b) *Annak felismerése, hogy az abszolút nulla fokot az adatokra illesztett egyenes  $V = 0$  cm<sup>3</sup> tengellyel való metszéspontja adja meg:* **2 pont**

A felismerés bármilyen helyes leírása elfogadható. Amennyiben a vizsgázó nem írja le, de egyértelműen ennek megfelelően, helyesen számol, a teljes pontszám jár.

*A nulla térfogatú állapothoz tartozó hőmérséklet, azaz az abszolút nulla fok °C-ban mért értékének meghatározása a grafikon segítségével:*

**4 pont**  
(bontható)

A berajzolt egyenes meredeksége a két szélső pont adatait alapul véve:

$$\alpha = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{43 \text{ cm}^3}{60 \text{ °C}} \quad (2 \text{ pont}), \text{ amivel a metszéspontra}$$

$$T_0 = T_1 - \frac{V_1}{\alpha} = -281 \text{ °C} \quad (\text{képlet} + \text{számítás}, 1 + 1 \text{ pont}) \text{ adódik.}$$

(Más helyes számítási/geometriai eljárás is elfogadható.)

Az abszolút nulla fok °C-ban mért értékére csak a "számított" adat ér pontot. Ha a vizsgázó mindenféle számítás nélkül felírja az ismert értéket (-273 °C), azért nem jár pont. Más, a fentivel egyenértékű helyes gondolatmenetért az adott pontok megadhatók.)

- c) *Egyenes illesztése a grafikon adatpontjaira, és a  $T = 0$  °C tengellyel való metszéspont meghatározása:*

**2 + 2 pont**

0 °C-on a térfogat kb. 200 cm<sup>3</sup>.

(A térfogat számítással is meghatározható, helyes érték esetén a teljes pontszám jár. Ha a vizsgázó Gay-Lussac törvényét használva 273 K-nel számolt, az így kapott eredményt is el kell fogadni. Ha valaki csak egy értékpárt használt a keresett térfogat meghatározásához, 2 pont adható.)

- d) *A bezárt levegő tömegének meghatározása:*

**6 pont**  
(bontható)

Az állapotegyenlet segítségével:

$$\frac{m}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V \Rightarrow m = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T} = 0,26 \text{ g} \quad (\text{képlet} + \text{rendezés} + \text{számítás}, 2 + 2 + 2 \text{ pont})$$

(A tömeg meghatározásához szükséges  $V/T$  hányados akár egyenes illesztésével, akár számítással megadható. Ha a vizsgázó 273 K-nel és  $V_0$ -al, vagy akár egy megadott másik hőmérséklethez tartozó térfogattal és a hőmérséklet átváltásakor az  $X \text{ K} = 273 + X \text{ °C}$  összefüggéssel számolt, ezt a megoldásrészt teljes értékűnek kell elfogadni.)

**Összesen 20 pont**

11. A szeszfokoló egy úszó sűrűségmérő, melynek alkalmazása azon alapul, hogy az alkohol vizes oldatának sűrűségét az oldatban lévő alkohol mennyisége befolyásolja. Mivel az alkohol kisebb sűrűségű, mint a víz, ezért minél kisebb az alkohol vizes oldatának sűrűsége, annál több benne az alkohol. Mivel a folyadékok sűrűsége a hőmérséklettől is függ, a szeszfokolót 20 °C-ra kalibrálják, általában hőmérővel építik egybe, és a 20 °C-tól eltérő oldatok esetében egy korrekciós táblázatot alkalmaznak a valódi alkoholfok megállapításához. A mellékelt korrekciós táblázatot úgy kell használni, hogy meg kell keresni benne a hőmérőn leolvasott értékhez tartozó sort, valamint a fokolón leolvasott alkoholfokhoz tartozó oszlopot, és a kettő metszéspontjában található szám a valódi alkoholfok. Például, egy 16 °C-os hőmérsékleten 36 alkoholfokosnak mért párlat valójában 37,6 alkoholfokos. A megadott kalibrációs táblázat segítségével válaszoljon az alábbi kérdésekre!

Hőmérséklet °C	A szeszfokmérő leolvasott alkoholfok (térfogat %)										Hőmérséklet °C
	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	
15	19,4	21,6	23,7	25,8	27,9	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0	15
16	19,1	21,4	23,4	25,4	27,5	29,6	31,6	33,6	35,5	37,6	16
17	18,8	20,9	23,0	25,1	27,1	29,2	31,2	33,2	35,2	37,2	17
18	18,6	20,6	22,7	24,7	26,8	28,8	30,8	32,8	34,8	36,8	18
19	18,3	20,3	22,3	24,4	26,4	28,4	30,4	32,4	34,4	36,4	19
20	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,0	20
21	17,7	19,7	21,7	23,6	25,6	27,6	29,6	31,6	33,6	35,6	21
22	17,4	19,4	21,3	23,3	25,3	27,2	29,2	31,2	33,2	35,2	22
23	17,2	19,1	21,0	22,9	24,9	26,8	28,8	30,8	32,8	34,8	23
24	16,9	18,8	20,7	22,6	24,5	26,5	28,4	30,4	32,4	34,4	24
25	16,6	18,5	20,3	22,2	24,1	26,1	28,0	30,0	32,0	34,0	25
26	16,3	18,1	20,0	21,9	23,8	25,7	27,6	29,6	31,6	33,6	26
27	16,0	17,8	19,7	21,5	23,4	25,3	27,2	29,2	31,2	33,2	27
28	15,7	17,5	19,3	21,2	23,0	24,9	26,8	28,8	30,8	32,8	28
29	15,4	17,2	19,0	20,8	22,7	24,6	26,5	28,4	30,4	32,4	29
30	15,1	16,9	18,7	20,5	22,3	24,2	26,1	28,0	30,0	31,9	30
Hőmérséklet °C	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	Hőmérséklet °C

- a) Mekkora a valódi szeszfoka annak a 30 °C-os párlatnak, melynél a szeszfokoló 30 százalékos szeszfokot mutat?
- b) Mekkora értéket mutat a szeszfokoló 26 °C-on, ha egy 20 százalékos valódi alkoholfokos párlatba merítjük?
- c) Milyen szeszfokértékeket (kisebbit, nagyobbat) mutat a szeszfokoló a valódi értékhez képest a 20 °C-nál magasabb hőmérsékleteken?
- d) Mi az eltérés magyarázata?

(2018. május)

**Megoldás:** ()

- a) A párlat valódi szeszfokjának meghatározása a táblázat segítségével: 4 pont  
A párlat valójában 26,1 szeszfokos.
- b) A fokoló által mutatott érték meghatározása a táblázat segítségével: 4 pont  
A fokoló által mutatott érték 22 szeszfok.
- c) A szeszfokoló által mutatott érték eltérésének megadása: 4 pont  
A szeszfokoló 20 °C-nál magasabb hőmérsékleten magasabb szeszfokot mutat a valóságosnál.
- d) A szeszfokoló által mutatott érték valódi értéktől vett eltérésének magyarázata: 8 pont  
(bontható)

A folyadékok sűrűsége a hőmérséklet növekedésével csökken (2 pont), a szeszfokoló pedig valójában sűrűséget mér (2 pont). A szeszfok növekedésével is csökken az oldat sűrűsége (2 pont).  
Ezért a szeszfokoló a hőmérséklet növekedésével csökkenő sűrűség miatt nagyobb (magasabb) szeszfokot mér a valóságosnál (2 pont).

Összesen 20 pont

12. Az USA-ban a hőmérséklet mérésére nem a Celsius-skála, hanem a Fahrenheit-skála használatos. A Fahrenheit-skála nullpontja, azaz  $0\text{ }^{\circ}\text{F}$  egy különleges sóoldat fagyáspontjának,  $-17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletnek felel meg. (Ez pedig D. G. Fahrenheit lakóhelyén, Danzigban az 1708/09-es télen mért legalacsonyabb hőmérséklet. Fahrenheit sóoldatokkal kísérletezett, és azt tapasztalta, hogy a víz sótartalmának növekedésével a víz fagyáspontja csökken.)  $100\text{ }^{\circ}\text{F}$  pedig kb.  $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletnek felel meg. További értékeket a mellékelt táblázatból lehet leolvasni.

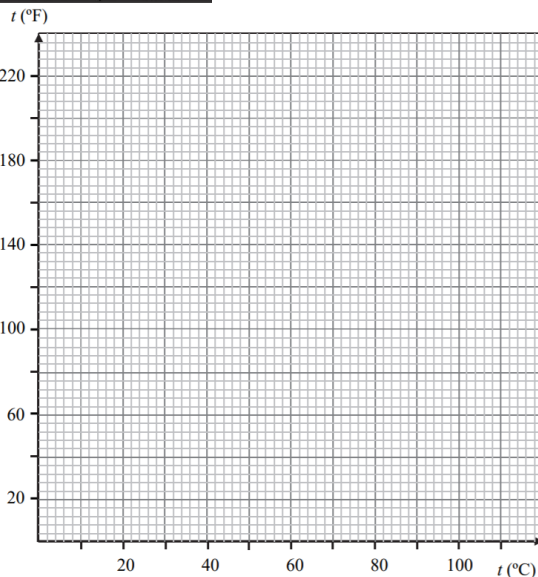
a) Ábrázolja a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  intervallumon a  $^{\circ}\text{F}$ - $^{\circ}\text{C}$  függvényt! (A táblázat minden értékpárja szerepeljen!)

b) Mennyi a kaliforniai Furnice Creekben 1913-ban mért  $134,1^{\circ}\text{F}$  hőmérséklet Celsius-fokban kifejezve?

c) A tengervíz átlagos fagyáspontja  $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Töményebb, vagy hígabb a tengervíz, mint Fahrenheit oldata, azaz több vagy kevesebb só van ugyanakkora térfogatnyi vízben? Válaszát indokolja!

d) Milyen fizikai mennyiségek befolyásolhatják a sós víz olvadáspontját?

$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$32\text{ }^{\circ}\text{F}$
$5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$41\text{ }^{\circ}\text{F}$
$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$50\text{ }^{\circ}\text{F}$
$15\text{ }^{\circ}\text{C}$	$59\text{ }^{\circ}\text{F}$
$20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$68\text{ }^{\circ}\text{F}$
$25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$77\text{ }^{\circ}\text{F}$
$30\text{ }^{\circ}\text{C}$	$86\text{ }^{\circ}\text{F}$
$37\text{ }^{\circ}\text{C}$	$98,6\text{ }^{\circ}\text{F}$
$50\text{ }^{\circ}\text{C}$	$122\text{ }^{\circ}\text{F}$
$75\text{ }^{\circ}\text{C}$	$167\text{ }^{\circ}\text{F}$
$100\text{ }^{\circ}\text{C}$	$212\text{ }^{\circ}\text{F}$

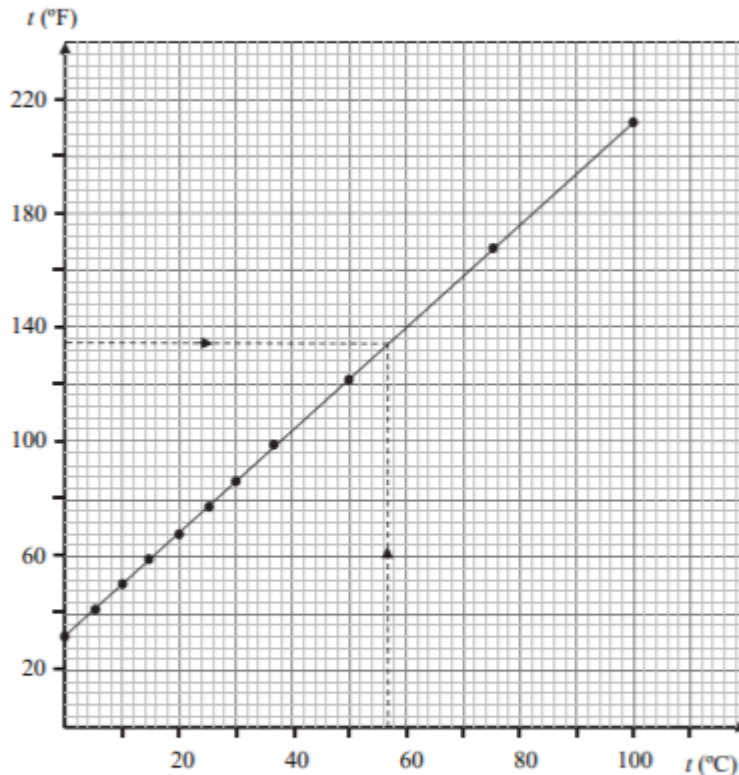


(2019. október)

Megoldás: (20 pont)

a) A táblázat adatainak ábrázolása grafikonon:

**5 pont**  
**(bontható)**



10-11 adatpont helyes ábrázolása 5 pontot ér, 8-9 adatponté 4 pontot, 6-7 adatponté 3 pontot, 4-5 adatponté 2 pontot, 2-3 adatponté pedig 1 pontot. Az illeszkedő egyenes hiánya nem számít hibának.

b) A megadott hőmérsékletérték meghatározása Celsius-fokban:

**4 pont**

A grafikonról leolvashatóan 57 °C körüli érték.

c) A tengervíz és Fahrenheit sóoldatának összehasonlítása:

**6 pont**  
**(bontható)**

Mivel a sóoldat koncentrációjával a fagyáspont csökken (2 pont), és a tengervíz fagyáspontja magasabb, mint Fahrenheit referencia oldatáé (2 pont), ezért a tengervíz egységnyi térfogatában kevesebb (2 pont) só van (vagyis hígabb). (Az egyik kifejezés elegendő.)

d) Az olvadáspontot befolyásoló tényezők felsorolása:

**3 + 2 pont**

Nyomás (3 pont), sókoncentráció (2 pont).

**Összesen: 20 pont**

13. Egy ház homlokzatának hőszigetelését úgy szeretnénk megoldani, hogy a hőveszteséget jellemző együttható ne legyen nagyobb  $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ -nél. Az alábbi táblázat a hőveszteséget jellemző együttható értékét tartalmazza öt különböző téglatípusnál szigetelés nélkül, valamint hét különböző vastagságú hungarocell hőszigetelő alkalmazásával.

Megnevezés	Fal vastagsága	szigetelés nélkül	3 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm	14 cm	18 cm
téglatípus	cm	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$							
A1	30	0,58	0,42	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16
A2	38	0,50	0,37	0,28	0,25	0,23	0,20	0,18	0,15
A3	44	0,39	0,30	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,14
B1	38	0,43	0,33	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15
B2	44	0,35	0,28	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14

- Legalább milyen vastag hungarocell rétegre van szükség az egyes téglatípusoknál, hogy elérjük a szükséges hőszigetelést?
- A hasznos lakóterület szempontjából előnyös, ha a falvastagság kisebb. Melyik faltípusnál érhető el a legkisebb összes falvastagság (tégla + hőszigetelés együtt) a szükséges mértékű szigetelés mellett? Mekkora ez a vastagság?
- Ábrázolja az A<sub>1</sub> és a B<sub>2</sub> téglatípusokhoz tartozó hőveszteségi együtthatót a hungarocell vastagságának függvényében!
- Hogyan alakul a két ábrázolt téglafal hővesztesége egymáshoz képest, a rajtuk lévő hőszigetelő réteg vastagságának növelésével?
- Mennyivel csökkenti az A<sub>1</sub> és a B<sub>2</sub> tégla esetén a hőveszteséget 8 cm hungarocell hőszigetelés? Mit mondhatunk ennek alapján a két fal hőszigetelésének gazdaságosságáról (célszerűségéről), ha feltehetjük, hogy mindkét falat ugyanakkora költséggel hőszigetelhetjük?

(2020. május)

**Megoldás:** (20 pont)

- a) *A kalapács holdbéli súlyának elemzése:*

**3 pont**  
**(bontható)**

Az űrhajós a kalapácsot könnyebbnek érzi (2 pont), mint a Földön, mert a Hold felszínén kisebb a tömegvonzás (1 pont). (A Hold kisebb tömegvonzására vagy tömegére való hivatkozás is elfogadható, a súly kvantitatív kiszámítása nem szükséges.)

- b) *A szabadesés elemzése a Hold felszínén:*

**4 pont**  
**(bontható)**

A Holdon zuhanó tárgyakra csak a gravitációs erő (2 pont) hat, a tárgyak ennek hatására egyenletesen gyorsuló (2 pont) mozgással haladnak.

- c) *A földi, illetve holdbéli körülmények közepette végrehajtott kísérletek közti különbség elemzése:*

**7 pont**  
**(bontható)**

A Holdon mindkét test egyformán gyorsul (2 pont), gyorsulásuk egyaránt  $1,6 \text{ m/s}^2$ , ezért érnek le egyszerre. A Földön a közegellenállási erő (2 pont) is hat a zuhanó tárgyakra. Ez a tollat erősen fékezi (1 pont), a kalapácsot viszont alig (1 pont), ezért a toll lassabban ér le (1 pont).

(Amennyiben a vizsgázó azt írja, hogy a Földön a kalapácsra nem hat a közegellenállási erő, vagy hogy az csak a tollra hat, 2 pontot kell levonni.)

- d) *Az esési idők arányának közelítő meghatározása:*

**4 pont**  
**(bontható)**

Adott magasságból a leesés ideje:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2 \text{ pont}),$$

ezért a Holdon, ahol a gravitációs gyorsulás kb. hatszor kisebb, mint a Földön,  $\sqrt{6} \approx 2,5$ -szer (2 pont) lassabban esik le a kalapács.

- e) *A Hold napos és árnyékos felületei közötti kontraszt magyarázata:*

Mivel a Holdnak nincs légköre (1 pont), ezért szórt fény hiányában a felületek vagy közvetlenül meg vannak világítva, vagy semennyire sem (1 pont), eltekintve a minimális tükröződésektől.

(Bármely azonos tartalmú helyes megfogalmazás elfogadandó.)

**2 pont**  
**(bontható)**

**Összesen 20 pont**