2017/8. évfolyam döntő

I. Igaz-hamis (15 pont)

Válaszd ki az alábbi állítások közül, hogy melyik az igaz és melyik a hamis! Jelöld meg i, illetve h betűvel!

1. A következő állítások a Föld körül körpályán keringő műholdra, illetve űrállomásra vonatkoznak.

a) Egy műhold olyan pályán is mozoghat, amelyen a Földről nézve állni látszik. (I)

b) Az űrállomáson levő űrhajósra nem hat gravitációs erő. (H)

c) Az űrállomáson levő űrhajós az ablakból kitekintve mindig a Föld nappali oldalát látja. (H)

d) Az űrállomáson tárolt víz nem fejt ki hidrosztatikai nyomást. (I)

2. A következő állítások egyszerű gépekre vonatkoznak.

a) Az egyszerű gépek mindegyike a befektetett erő megsokszorozására szolgál. (H)

b) Az állkapcsunk azért fejti ki a legnagyobb erőt a metszőfogaknál, mert egyoldalú emelőként működik. (I)

c) A jól kiegyensúlyozott mérleghinta működését nem befolyásolja, hogy milyen súlyú maga a hinta. (I)

3. A következő állítások halmazállapot-változásokra vonatkoznak.

a) A folyadékkal forralása közben közölt hő úgy növeli a belső energiáját, hogy közben nem növeli a hőmérsékletét. (I)

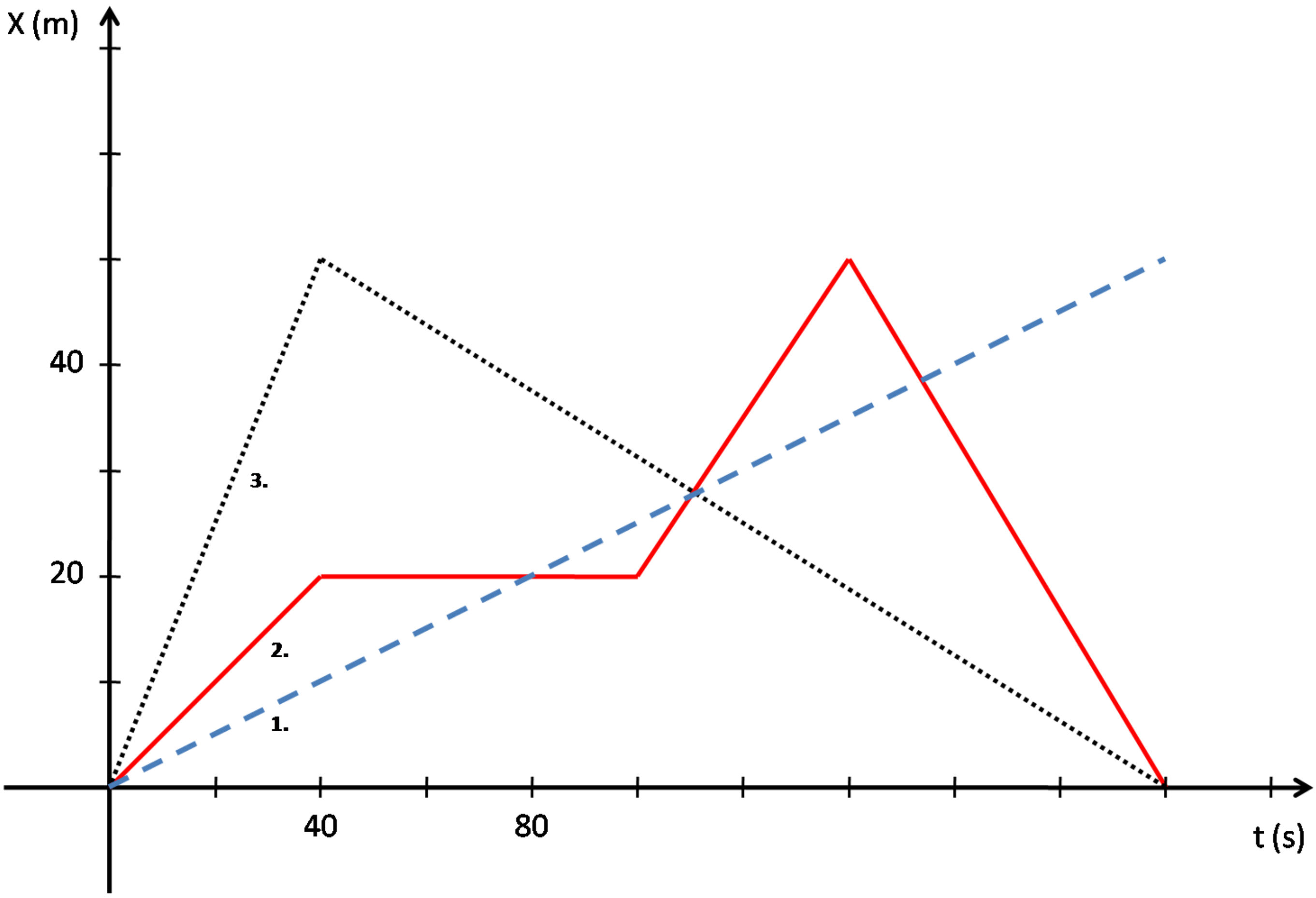
b) Az ónos eső a víz fagyáspontja alá lehűlt vízcseppekből álló csapadék. (I)

c) Olvadás közben az anyag fajhője a folyadék és szilárd állapotbeli fajhő közötti érték. (H)

Pontozás: helyes válaszonként 1,5 pont, összegzés után szükség esetén felfelé kerekítünk.

II. Reggeli úszás (15 pont)

Egy uszodában, három egymás melletti pályán egyszerre indul el három úszó gyerek. Az alábbi grafikonon a rajtkőtől mért távolságukat ábrázoltuk az idő függvényében. Az 1. jelű szaggatott vonal András, a 2. jelű folytonos vonal Béla, a 3. jelű pontozott vonal Csaba mozgását jellemzi. Az ábra alapján válaszolj a kérdésekre!



a) Milyen hosszú a medence? A három fiú összesen hány hosszt tett meg a vizsgált időszakban?

50 m, összesen 5 hosszt tettek meg (1+2 pont)

b) A grafikon által ábrázolt időszakban ki és mikor haladt a legnagyobb sebességgel? Számítsd ki ezt a sebességet!

A legnagyobb meredekségű szakasza a 3.-as számú testnek van, 0 s és 40 s idő alatt tett meg 50 m utat odafele. Így Csaba sebessége a legnagyobb: 1,25 m/s. (3 pont)

c) Átlagsebességük alapján állítsd növekvő sorrendbe a három úszót!

A 2. és 3. számú 200 s alatt egyformán 100 m utat tettek meg, így átlagsebességük megegyezik, és megelőzik az ugyanennyi idő alatt fele akkora utat megtevő 1. számút. Tehát a sorrend András és Béla vagy Csaba. (4 pont)

d) A medence hosszanti szélén szülők álldogálnak és nézik a gyerekeket. András apukája megjegyzi, hogy a fiát és Bélát egyszerre látta maga előtt elhaladni. Csaba anyukája pedig mindhárom fiút egyszerre látta maga előtt elhaladni. A rajtkőtől körülbelül hány méterre állhatott a két szülő?

András apukája vagy 20 méternél, vagy 38 méter körül állt. Csaba anyukája pedig 28 méternél. ± 1 méter elfogadható. (3 pont)

e) Mikor fordulhatott elő, hogy az egyik fiú éppen pihent a sávok közötti kötélbe kapaszkodva, miközben előre nézve azt látta, hogy a másik két fiú egymással ellentétes irányban úszik?

Ez a 80 s és 100 s közötti időszakban történhetett. (2 pont)

III. Kockuljunk! (15 pont)

Az 5 cm élhosszúságú, kocka alakú jégdarab közepébe belefagyott egy szintén kocka alakú, 3 cm élhosszúságú fadarab. A test már hosszabb ideje egy termoszban lévő, 0,5 liter térfogatú vízben úszik stabil egyensúlyi helyzetben.

a) Számítsd ki, hogy a kocka éleinek hány mm hosszúságú része van a víz felszíne fölött!

b) A termoszt lezárjuk, és vizét egy beépített, 300 W teljesítményű fűtőszállal 200 másodpercen keresztül melegítjük. Ha ezt követően ismét kinyitjuk a termoszt, mit láthatunk benne? Mekkora hőmérséklet uralkodik ekkor a termoszban?

A víz sűrűsége 1000 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jégé 900 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a fáé 600 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jég olvadáshője 334 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$,

a víz fajhője 4,2 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{C}}$, a fa fajhője 820 $\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{C}}$. A termosz kiváló hőszigetelő, ugyanakkor hőfelvétele elhanyagolható.

Megoldás:

a) Számítsuk ki a komponensek tömegét és térfogatát: V_{fa} = 27 cm^3, $V_{jég}$ = 125 – 27 = 98 cm^3. (2 pont)

$m_{jég}$ = 0,9·98 = 88,2 g, m_{fa} = 27·0,6 = 16,2 g. (2 pont).

A test átlagsűrűsége: $\bar{\rho}=\frac{m_{összes}}{V_{összes}}=\frac{104{,}4\,\text{g}}{125\ \text{cm}^3}=0{,}8352\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ (2 pont)

Mivel $\frac{\bar{\rho}}{\rho_{víz}}=\frac{5\text{cm}-x}{5\text{cm}}$, ezért x = 8,24 mm. (2 pont)

b) T = 0 °C-on termikus egyensúlyban van a rendszer. Így a befektetett hő először a jég olvadására fordítódik. (1 pont) Számítsuk ki, hogy mennyi hőt ad le a fűtőrendszer, és mennyi jeget olvasztana meg:

Q_{le} = P·t = 300·200 = 60 kJ. (1 pont); $m_{olvad}=\frac{Q_{le}}{L_o}=\frac{60}{334}=0{,}18\,\text{kg}$ (1 pont).

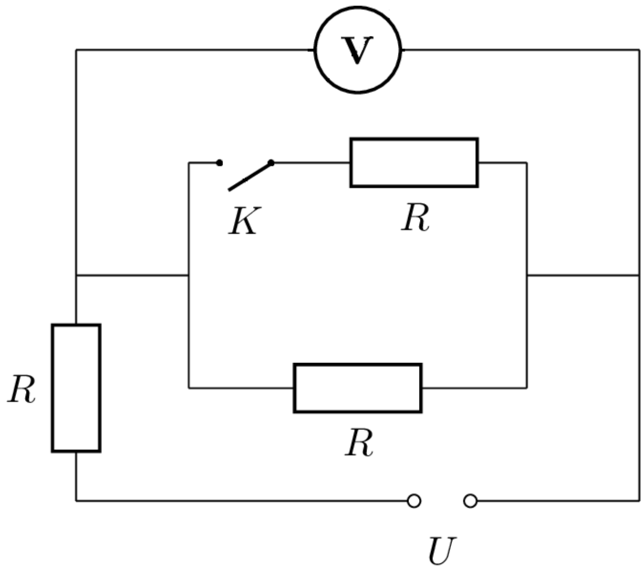
Vagyis az összes jég megolvad. Számítsuk ki, hogy mennyivel nő a rendszer hőmérséklete:

$$\Delta T=\frac{Q_{le}-L_o\cdot m_{jég}}{c_{víz}\cdot\left(m_{jég}+m_{víz}\right)+c_{fa}\cdot m_{fa}}=\frac{60-29{,}46}{4{,}2\cdot 0{,}5882+0{,}82\cdot 0{,}0162}=12{,}3\ \text{°C}$$ (3 pont)

Tehát a termoszban a víz felszínén úszó fadarabot találjuk, és a rendszer hőmérséklete 12,3 °C. (1 pont)

IV. Áramkörözés (15 pont)

Az ábrán látható voltmérő a K kapcsoló bekapcsolása után 50 V-tal kisebb feszültséget jelez, mint a kapcsoló nyitott állása esetén. Mekkora az áramforrás feszültsége, ha $R = 24\,\Omega$?



Megoldás:

Ha a K kapcsoló nyitva van, akkor az eredő ellenállás: $R_{e1} = 2 \cdot R = 2 \cdot 24\Omega = 48\Omega$ (2 p)

Ekkor a körben folyó áram értéke $I_1 = \frac{U_0}{R_{e1}} = \frac{U_0}{48\Omega}$ (2 p)

A műszer által mutatott érték $U_1 = R \cdot I_1 = 24\Omega \cdot \frac{U_0}{48\Omega} = \frac{U_0}{2}$ (2 p)

Ha a K kapcsolót zárjuk, akkor az eredő ellenállás

$$R_{e2} = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = R + \frac{R}{2} = \frac{3 \cdot R}{2} = \frac{3 \cdot 24\Omega}{2} = 36\Omega$$ (2 p)

Ekkor a főágban folyó áram értéke $I_2 = \frac{U_0}{R_{e2}} = \frac{U_0}{36\Omega}$ (2 p)

Ez feleződik a két egyforma, párhuzamosan kötött ellenálláson. Így a műszer által mutatott érték: $U_2 = R \cdot \frac{I_2}{2} = 24\Omega \cdot \frac{U_0}{72\Omega} = \frac{U_0}{3}$ (2 p)

A feladat szövegéből tudjuk, hogy $U_1 - U_2 = 50\,V$

Vagyis $\frac{U_0}{2} - \frac{U_0}{3} = 50V$, azaz $\frac{U_0}{6} = 50V$

A keresett feszültség így $\underline{U_0 = 300V}$ (3 pont)