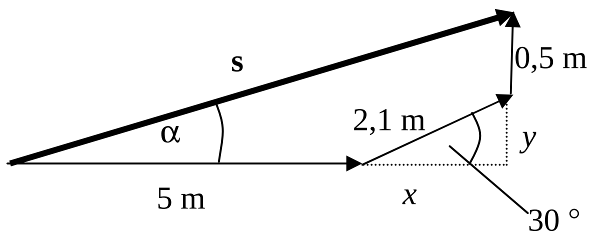
1. (*Hilbert Margit*)
Adatok: s_1= 60m, t_1=40 s, $t_{\text{várakozás}}$= 4 min, $t_{\text{össz1}}$=6 h 50 min- 7 h 18 min=28 min, $t_{\text{össz2}}$=6 h 50 min- 7 h 20 min=30 min.
Kérdés: s=?
Az adatokból a gyaloglás ideje nem határozható meg egyértelműen. A tisztán gyaloglással töltött időről azt tudjuk megállapítani, hogy: $24\,\text{min} \le t_{tiszta} \le 26\,\text{min}$. *8 pont*

A gyaloglás sebessége pedig $v=\frac{s_1}{t_1}$=1,5 m/s. *6 pont*

Az iskoláig tartó út hosszát egy kis bizonytalansággal tudjuk meghatározni az $s=v\cdot t_{\text{tiszta}}$, összefüggésből: $\underline{2160m \le s \le 2340m}$.
Az iskolához vezető út hossza 2160 m és 2340 m közé esik. *6 pont*

2. (*Varga Zsuzsa*)
Ábrázoljuk az elmozdulásokat: (*5 pont*)



$x = (2{,}1\text{ m})\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 1{,}82\text{ m},$

$y = (2{,}1\text{ m})\cdot\frac{1}{2} = 1{,}05\text{ m}.$ *5 pont*

$s^2 = (5\text{ m} + 1{,}82\text{ m})^2 + (0{,}5\text{ m} + 1{,}05\text{ m})^2 = 48{,}91\text{ m}^2$, $\Rightarrow \underline{\underline{s \approx 7\text{ m}}}$. *6 pont*

Az elmozdulás iránya: tg α = $\frac{0{,}5\,\text{m} + 1{,}05\,\text{m}}{5\,\text{m} + 1{,}82\,\text{m}} = 0{,}227 \Rightarrow \underline{\underline{\alpha \approx 12{,}8°}}$ kelettől észak felé.

4 pont

3. (*Varga Zsuzsa*)
m = 20 kg, F = 150 N, α = 30°, h = 5 m, v = 1 m/s.
μ = ?

Írjuk föl a munkatételt a bőrönd mozgására:

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = F\cdot s - mgh - F_s s\,,$$ *8 pont*

ahol $s = \frac{h}{\sin\alpha}$, F_s a súrlódási erő: $F_s = \mu mg\cos\alpha$. *4 pont*

Behelyettesítve

$$\frac{1}{2}mv^2 = F\cdot\frac{h}{\sin\alpha} - mgh - \mu mg\frac{h}{\sin\alpha}\cos\alpha$$

$$\mu = \frac{F\cdot\frac{h}{\sin\alpha} - mgh - \frac{1}{2}mv^2}{mgh\,\mathrm{ctg}\,\alpha} = =$$

$$= \frac{150\,\text{N}\cdot 5\,\text{m}\cdot 2 - 20\,\text{kg}\cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 5\,\text{m} - \frac{1}{2}\cdot 20\,\text{kg}\cdot 1\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{20\,\text{kg}\cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 5\,\text{m}\cdot\mathrm{ctg}\,30°} = \underline{0{,}3}$$ *8 pont*

4. (*Varga Zsuzsa*)

v = 108 km/h = 30 m/s, μ= 10 kg/s.

ΔP = ?

A többletteljesítmény azért szükséges, mert a beesett hó megnöveli a vonat tömegét, és így a lendületét is. A tömegváltozás egy kis Δt idő alatt $\Delta m = \mu\Delta t$, így a vonat lendületének megváltozása

$\Delta p = \Delta(mv) = \mu\Delta t\, v.$ *8 pont*

A vonat többlet húzóereje:

$F = \dfrac{\Delta p}{\Delta t} = \mu v.$ *6 pont*

A többletteljesítmény $P = Fv = \mu v^2 = 10\ \dfrac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \left(30\dfrac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$ = 9000 W = 9 kW. *6 pont*

5. (*Hilbert Margit*)

Adatok: r = 35 m, t_1= 11 s, v_1= 6 m/s, μ_0= 0,8.

Kérdés a gyorsítás ideje, és a közben megtett út: t =? s =?

A kerékpárra ható erő két részre bontható, az egyik összetevő érintő irányú, nagysága:

$F_t = m\cdot a_t$, ahol $a_t = \dfrac{v_1}{t_1} = 0{,}545\ \text{m/s}^2$ az érintő irányú gyorsulás. *4 pont*

A körpályán mozgó kerékpárra ható erő sugárirányú összetevője egyre növekszik a növekvő sebesség miatt: $F_{cp} = m\dfrac{v^2}{r}$, ahol $v = a_t\cdot t$. *4 pont*

A mozgáshoz szükséges eredő erő (a komponensek merőlegesek lévén):

$$F_{\text{eredő}} = \sqrt{\left(m\frac{v^2}{r}\right)^2 + (m\cdot a_t)^2}\ .$$ *4 pont*

Az eredő erő nem haladhatja meg a tapadási erő maximális értékét, hogy meg ne csússzon a kerékpár: $F_{\text{eredő}} \le \mu_0 \cdot mg$. *4 pont*

Az egyenlőtlenségbe való behelyettesítés után kapjuk, hogy

$$t \le \frac{\sqrt[4]{\left(\mu_0^2 g^2 - a_t^2\right)r^2}}{a_t} = 30{,}4s.$$ *3 pont*

Ezalatt pedig megtesz: $s \le \frac{1}{2}a_t t^2$ = 252 m utat. *1 pont*

6. (*Hilbert Margit*)

Adatok: $V_0 = 0{,}32\ \text{m}^3$, $p_1 = 4{,}1\cdot10^6$ Pa, $p_{2\text{túl}} = 2{,}05\cdot10^6$ Pa, $p_0 = 1\cdot10^5$ Pa

Kérdés: V = ?

A palack elzárásakor a palackban lévő nyomás: $p_2 = p_{2\text{túl}} + p_0 = 2{,}15\cdot10^6$ Pa. *4 pont*

Írjuk fel a gázok állapotegyenletét a kezdeti és a végállapotra:

$p_1\cdot V_0 = n_1\cdot R\cdot T$ és $p_2\cdot V_0 = n_2\cdot R\cdot T.$

A kiengedett gázra: $p_0\cdot V = (n_1 - n_2)\cdot R\cdot T.$ 9 pont

Innen: $V = \dfrac{p_1 - p_2}{p_0}V_0 = \underline{6{,}24\ \text{m}^3}.$ *7 pont*

*Megjegyzés: Ha valaki félreértette és az első nyomást is túlnyomásként értelmezte, akkor maximum **16 pontot** kaphat, ebben az esetben a térfogatra 6,56 m^3 adódik.*

7. (*Varga Zsuzsa*)

m = 840 kg, c = 4,2 kJ/(kg·°C), ΔT = 10 °C, L = 334 kJ/kg, P = 2 kW.
t =?

A víz által leadott hő melegíti az istállót:

$$Q = mc\Delta T + mL = m(c\Delta T + L) = 840\text{ kg}\left(4{,}2\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{C}}\cdot 10\text{ °C} + 334\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right) = 315\,840\text{ kJ}.$$

10 pont

Ha a veszteségektől eltekintünk: $Pt = Q$, ahonnan *2 pont*

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{315840\,\text{kJ}}{2\,\text{kW}} = 157\,920\text{ s} \approx \underline{\underline{44\text{ h}}}.$$ *8 pont*

8. (*Varga Zsuzsa*)

T_0 = 393 K, V_0 = 0,1 m^3, W = –825 J, n = 1 mól, f =3, κ = 5/3.
T_1 = ?, V_1 = ?

Az adiabatikus állapotváltozásra jellemző. hogy Q = 0, tehát $\Delta E = W$.- *4 pont*

$$W = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_0),$$

$$T_1 = T_0 + \frac{2W}{3nR} = 393\text{ K} + \frac{2\cdot(-825\,\text{J})}{3\cdot 1\,\text{mol}\cdot 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}} = 393\text{ K} - 66{,}2\text{ K} = \underline{\underline{326{,}8\text{ K}}}.$$ *6 pont*

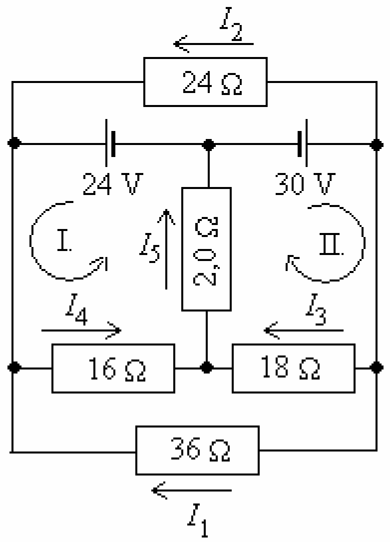
Az adiabatikus állapotváltozásra fennáll, hogy
$TV^{\kappa-1}$ = állandó, azaz $T_0V_0^{\kappa-1} = T_1V_1^{\kappa-1}$. *4 pont*

Ebből V_1-et kifejezve:

$$V_1 = \left(\frac{T_0}{T_1}\right)^{\frac{1}{\kappa-1}} V_0 = \left(\frac{393\,\text{K}}{326{,}8\,\text{K}}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot 0{,}1\text{ m}^3 = \underline{\underline{0{,}132\text{ m}^3}}.$$ *6 pont*

9. (*Hilbert Margit*)

Célszerű az ábrán bejelölni az egyes ellenállásokon folyó áramokat.



A 24 és a 36 Ω-os ellenállások külön-külön egy olyan áramhurokban vannak, ahol az egyes ellenállásokon kívül csak a két telep van. Vagyis a rajtuk átfolyó áramot csak a két telep és a saját ellenállásuk meghatározza. Írjuk fel ezekre a hurokokra az Ohm törvényét:

30 V – 24 V = 36 Ω·I_1. Innen $\underline{I_1 = 0{,}167\text{ A}}$.

4 pont

30 V – 24 V = 24 Ω·I_2. Innen $\underline{I_2 = 0{,}25\text{ A}}$.

4 pont

A két megjelölt áramhurokban van egy olyan áramelágazás, amely miatt az ellenállásokon folyó áram meg tud változni. Erre a csomópontra írjuk fel a csomóponti törvényt:

$I_3 + I_4 = I_5$,

majd írjuk fel a hurkokra a huroktörvényt.

I. hurok: $24\ \text{V} = 16\ \Omega \cdot I_4 + 2\ \Omega \cdot I_5$

II. hurok: $30\ \text{V} = 18\ \Omega \cdot I_3 + 2\ \Omega \cdot I_5$ *3*3= 9 pont*

Oldjuk meg ezt a három ismeretlenes egyenletrendszert, ahonnan:

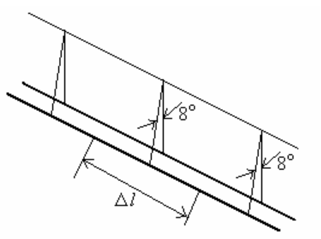
$\underline{I_3 = 1{,}18\ \text{A}}$ $\underline{I_4 = 1{,}382\ \text{A}}$ $\underline{I_5 = 2{,}56\ \text{A}}$.   *3 pont*

10. (*Hilbert Margit*)

Adatok: l = 1,2 m, K= 0,02 kg/m (1 m hosszú vezeték tömege), φ = 8°

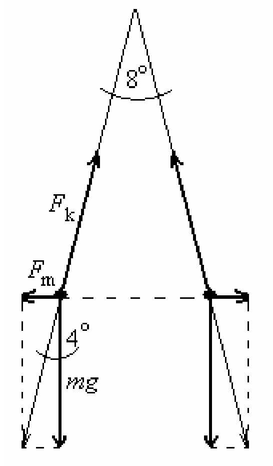
Kérdés: I = ?

Tegyük fel, hogy a felfüggesztő szálak Δl távolságban helyezkednek el. Ekkor egy-egy tartó szálra ható nehézségi erő pontosan egyenlő a Δl hosszúságú vezeték súlyával, kivéve az első és utolsó esetében.   *4 pont*



A vezetékeket taszító mágneses erő a vezetékre merőlegesnek tekinthető (, ha hosszú a vezeték és nem a végeken vizsgálódunk), ezért a vezetékre ható erőket (ill. koncentrált eredőiket) lerajzolhatjuk egy síkban. Egy ábra mutatja melyik Δl darabra ható erőket vesszük figyelembe.

A vezetékre merőleges síkban rajzoljuk le az erőket: rajz: *3 pont*



A mágneses erő: $F_m = B \cdot \Delta l \cdot I$, a mágneses teret a másik vezetékben folyó áram hozza létre: $B = \mu_0 \cdot \dfrac{I}{2r\pi}$, ahol $r = 2 \cdot l \cdot \sin 4°$, a két vezeték távolsága. Vagyis: $F_m = \mu_0 \cdot \dfrac{I^2}{4l \sin 4^\circ \pi} \Delta l$.   *4 pont*

A vezetékre ható három erő eredője nulla, ezért F_m és $mg(=K \cdot \Delta l \cdot g)$ összege csak kötélirányú lehet.

Ezt kihasználva: $\operatorname{tg} 4^\circ = \dfrac{F_m}{K \cdot \Delta l \cdot g}$.   *4 pont*

Kifejezve az áramerősséget: $I = \sqrt{\dfrac{4\pi l K g \operatorname{tg} 4^\circ \cdot \sin 4^\circ}{4\pi \cdot 10^{-7} \dfrac{\text{Vs}}{\text{Am}}}} = \underline{107{,}4\ \text{A.}}$ *3 pont*

Az áramátjárta vezetők akkor taszítják egymást, ha bennük ellentétes irányú áram folyik.   *2 pont*