Zo zadaných „poveternostných podmienok“ T_0 a p_0 určíme najprv hustotu vzduchu v okolí balóna. Ak sa vo vzduchu s hustotou ρ_0 nachádza teleso, ktorého „priemerná hustota“ (podiel jeho celkovej hmotnosti a celkového objemu) je ρ_0, bude sa toto teleso vo vzduchu voľne vznášať – tiažová sila $F_g = m_{celk} \cdot g$ a vztlaková sila $F_{vz} = V_{celk} \cdot \rho_0 \cdot g$, ktoré naňho vo vzduchu pôsobia, budú v rovnováhe. Pre náš balón toto môžeme zabezpečiť tak, že zmenšíme hmotnosť vzduchu v balóne, tak aby platilo $m_{celk} = V_{celk} \cdot \rho_0$. (Tým zároveň vyriešime časť b) úlohy.) Nakoniec zistíme, za akých podmienok (pri akej teplote T_b a tlaku p_b) bude mať vzduch v balóne potrebnú hmotnosť m_b.

Predstavme si nejaký „kus vzduchu“ v okolí balóna, ktorého objem je $V_1 = 1\,m^3$. Dajme tomu, že jeho hmotnosť je m_1. Potom je jeho hustota $\rho_0 = m_1 / V_1$.
Pre tento „kus vzduchu“ platí stavová rovnica: $p_0 \cdot V_1 = (m_1 / M_m) \cdot R_m \cdot T_0$.
Z nej dostaneme: $m_1 / V_1 = p_0 \cdot M_m / (R_m \cdot T_0)$. Takto (po dosadení zadaných číselných hodnôt) dostaneme, že hustota vzduchu v okolí balóna je $\rho_0 = p_0 \cdot M_m / (R_m \cdot T_0) =$
$= 100000\ Pa \cdot 29\ g \cdot mol^{-1} / (8{,}31\ J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1} \cdot 290{,}15\ K) \approx 1202{,}747\ g/m^3 = 1{,}202747\ kg/m^3$.

Ako sme už povedali, na to, aby sa balón začal vznášať, musí pre jeho celkovú hmotnosť platiť $m_{celk} = V_{celk} \cdot \rho_0$. Musí teda platiť $m_b + m_{plášť} + m_{výbava} + m_{posádka} = V \cdot \rho_0$, a z toho pre hmotnosť vzduchu v balóne dostaneme: $m_b = V \cdot \rho_0 - (m_{plášť} + m_{výbava} + m_{posádka})$. Po dosadení číselných hodnôt zo zadania a vypočítanej hodnoty hustoty okolitého vzduchu ρ_0 dostaneme: $m_b = 4200\ m^3 \cdot 1{,}202747\ kg/m^3 - (280\ kg + 30\ kg + 140\ kg) \approx$ **4601,54 kg**.
Keď sa balón začne vznášať nad zemou, bude v ňom 4601,54 kg vzduchu.

a) Pre vzduch v balóne, ktorý sa vznáša, platí stavová rovnica: $p_b \cdot V = (m_b / M_m) \cdot R_m \cdot T_b$.
Z veličín, ktoré v nej vystupujú, sú V, M_m a R_m zadané a hmotnosť m_b sme vypočítali. Pre teplotu T_b, ktorú máme vypočítať, dostaneme takéto vyjadrenie: $T_b = p_b \cdot V \cdot M_m / (R_m \cdot m_b)$.
V prípade, že tlak p_b vzduchu v balóne by bol rovnaký ako tlak p_0 vzduchu v okolí balóna, po dosadení číselných hodnôt dostaneme, že teplota vzduchu v balóne by bola: $T_b =$ $100000\ Pa \cdot 4200\ m^3 \cdot 0{,}029\ kg \cdot mol^{-1} / (8{,}31\ J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1} \cdot 4601{,}54\ kg) \approx 318{,}52\ K = 45{,}37\ °C$.
Za týchto podmienok (tlak $p_b = p_0$ a teplota $T_b \approx 45{,}37\ °C$) by bol balón v rovnováhe a začal by sa vznášať vo vzduchu.
Ak by bol tlak p_b vzduchu v balóne menší ako tlak p_0 vzduchu v okolí, tak by otvorom v dolnej časti balóna prúdil vzduch dovnútra a tým by sa hmotnosť balóna zväčšovala, teda balón by sa nemohol začať vznášať. A na to, aby bol tlak p_b vzduchu v balóne väčší ako tlak p_0 vzduchu v okolí, by (pri potrebnej hmotnosti vzduchu m_b ktorú sme vypočítali) bola potrebná vyššia teplota, než teplota $T_b \approx 45{,}37\ °C$, ktorú sme vypočítali vyššie.
Vidíme, že na to, aby sa balón za daných podmienok začal vznášať nad zemou, je treba vzduch v ňom zohriať na teplotu najmenej **45,37 °C**.
Vzduch v tomto balóne je treba zohriať na teplotu najmenej 45,37 °C.

Správne odpovede:	**a) 45,37 °C**	**b) 4601,54 kg**
Bodovanie:	**2 body** za správnu odpoveď	
	2 body za hodnotu v intervale od 45,36 do 45,39 v a)	
	2 body za hodnotu v intervale od 4601,3 do 4601,8 v b)	
	1 bod za hodnotu v intervale od 45,0 do 46,0 v a)	
	1 bod za hodnotu v intervale od 4590 do 4612 v b)	
	1 bod za hodnotu v intervale od 5051,3 do 5051,8 v b)	
	0 bodov za nesprávnu odpoveď	

⑤

Vzorové riešenie a bodovanie tejto úlohy sa nachádza na samostatnom liste (vovnútri).

P-MATn.o. kategória **S3** fyzIQ
2005 / 2006

Vzorové riešenia

3. séria pre žiakov 3. a 4. ročníka SŠ a septimy a oktávy OG

①

a) Vieme, že prúd prechádzajúci rezistorom je priamo úmerný napätiu na jeho svorkách. Táto závislosť prúdu I od napätia U sa dá matematicky vyjadriť ako $I = k \cdot U$ a jej grafickým znázornením je priamka (úsečka) prechádzajúca počiatkom súradnicovej sústavy. Konštanta úmernosti k sa dá vyjadriť ako prevrátená hodnota odporu rezistora R, pretože podľa Ohmovho zákona je $I = U / R$. Z grafu sa dá táto konštanta úmernosti (a teda aj odpor R) určiť tak, že vezmeme jeden bod na grafe (t.j. jednu „k sebe patriacu“ dvojicu hodnôt U a I) a vypočítame podiel I / U (= konštanta úmernosti k), resp. podiel U / I (= odpor rezistora R).
Odpor rezistora R_1 môžeme získať napríklad ako podiel napätia $U = 3\ V$ a prúdu $I = 0{,}5\ A$ – takto dostaneme $R_1 = 3\ V / 0{,}5\ A = 6\ \Omega$. Odpor rezistora R_3 môžme získať napríklad ako podiel napätia $U = 3\ V$ a prúdu $I = 0{,}1\ A$ – takto dostaneme $R_3 = 3\ V / 0{,}1\ A = 30\ \Omega$.
Vidíme, že odpor R_1 je menší ako odpor R_3, a to o $R_3 - R_1 = 30\ \Omega - 6\ \Omega = 24\ \Omega$.
Odpor rezistora R_1 je o 24 Ω menší ako odpor rezistora R_3.

b) Tak ako v časti a), môžeme určiť z grafu uvedeného v zadaní aj odpor rezistora R_2, napríklad ako podiel napätia $U = 5\ V$ a prúdu $I = 0{,}5\ A$. Dostaneme: $R_2 = 5\ V / 0{,}5\ A = 10\ \Omega$.
Keď rezistorom prechádza elektrický prúd, premieňa sa v ňom elektrická energia na jeho vnútornú energiu (rezistor sa zohrieva). Množstvo tejto energie zodpovedá práci, ktorú vykonajú sily elektrického poľa v rezistore. Pre jej veľkosť platí vzťah $W = U \cdot I \cdot t$, kde U je napätie medzi svorkami rezistora, I je prúd prechádzajúci rezistorom a t je čas, za ktorý sily elektrického poľa v tomto rezistore vykonali prácu W.
V našom prípade bol rezistor R_2 pripojený k plochej batérii, pričom napätie medzi jej svorkami bolo $U = 4{,}5\ V$. Toto napätie teda bolo aj medzi svorkami rezistora R_2. Prúd I, ktorý prechádzal rezistorom R_2 v tomto prípade, vypočítame podľa Ohmovho zákona: $I = U / R_2$, $I = 4{,}5\ V / 10\ \Omega = 0{,}45\ A$. Preto za čas $t = 1\ min = 60\ s$ vykonali sily elektrického poľa v rezistore R_2 prácu $W = U \cdot I \cdot t = 4{,}5\ V \cdot 0{,}45\ A \cdot 60\ s = 121{,}5\ J$. Táto práca zodpovedá množstvu elektrickej energie, ktorá sa premenila na vnútornú energiu rezistora R_2.
Za minútu sa premenilo 121,5 J elektrickej energie na vnútornú energiu rezistora R_2.

Správne odpovede:	**a) A: o 24 Ω menší**	**b) 121,5 J**
Bodovanie:	**2 body** za správnu odpoveď	
	1 bod za odpoveď „A“ s nesprávnou číselnou hodnotou v a)	
	1 bod za odpoveď „B“ s hodnotou 24 Ω v a)	
	0 bodov za nesprávnu odpoveď	

②

a) Pri jednom otočení valca okolo svojej osi sa naňho navinie 1,3 m lana. O túto dĺžku sa voľne visiaca časť lana skráti. Aby sa kotva zdvihla z hĺbky 26 m na hladinu, musí sa voľne visiaca časť lana skrátiť o 26 m – týchto 26 m lana sa musí navinúť na valec. Na to sa musí valec otočiť okolo svojej osi 20-krát (20 = 26 m / 1,3 m).

Pri zdvíhaní kotvy chodia piráti okolo valca vo vzdialenosti 1,2 m od osi otáčania valca, čiže sa pohybujú po kružnici s polomerom r = 1,2 m. Na to, aby sa valec otočil 20-krát okolo svojej osi, musí každý z pirátov prejsť po kružnici okolo valca 20-krát, teda musí prejsť dráhu s, ktorá je 20-krát dlhšia ako obvod kružnice s polomerom r = 1,2 m. Teda pri zdvíhaní kotvy z hĺbky 26 m na hladinu musí každý z pirátov prejsť dráhu $s = 20 \cdot (2 \cdot \pi \cdot r)$, a to za čas t = 2 min = 120 s (za tento čas sa má kotva zdvihnúť z hĺbky 26 m na hladinu).
Teraz už ľahko vypočítame rýchlosť pirátov pri chodení okolo valca:
$v = s / t = (20 \cdot (2 \cdot \pi \cdot r)) / t = 20 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}2\ \text{m} / 120\ \text{s} = 1{,}256\ \text{m/s} = (1{,}256 \cdot 3{,}6)\ \text{km/h} =$
$= 4{,}5216\ \text{km/h} \approx$ **4,52 km/h**.
Piráti musia chodiť okolo valca rýchlosťou 4,52 km/h.

b) Vyjadrime si mechanickú prácu, ktorú musia piráti vykonať pri zdvíhaní kotvy na jedno otočenie valca okolo svojej osi.
Ak každý z pirátov pôsobí na „svoju“ páku silou F, ktorú máme vypočítať, vo vzdialenosti r = 1,2 m od osi otáčania a pritom jeden raz obíde okolo valca po kružnici s polomerom r, tak pôsobí na páku silou F po dráhe $s = 2 \cdot \pi \cdot r$ v smere svojho pohybu (v každom okamihu je to kolmo na polomer kružnice, po ktorej sa pohybuje), a preto vykoná mechanickú prácu $W_1 = F \cdot s = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r$. Takže všetci štyria piráti spolu vykonajú na jedno otočenie valca okolo svojej osi mechanickú prácu $W = 4 \cdot W_1 = 4 \cdot F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r$.
Táto mechanická práca sa „spotrebuje“ jednak na samotné ťahanie kotvy hore (na zvýšenie jej potenciálnej energie), jednak na prekonávanie trenia pri otáčaní valca. Vieme, že pri jednom otočení valca okolo svojej osi prejde kotva s hmotnosťou m = 400 kg v smere zvislo nahor dráhu s_h = 1,3 m. Pri tom sa zvýši jej potenciálna energia o hodnotu $\Delta E_p = m \cdot g \cdot s_h$ (z nejakej hodnoty $E_{p1} = m \cdot g \cdot h$ na hodnotu $E_{p2} = m \cdot g \cdot (h + s_h)$). Ďalej, podľa zadania, na prekonávanie trenia pri otáčaní valca je potrebné vykonať na jedno otočenie valca okolo osi „navyše“ ešte prácu W_t = 104 J. Takže pri jednom otočení valca okolo osi musia piráti spolu vykonať prácu $W = \Delta E_p + W_t = m \cdot g \cdot s_h + W_t$.
Tieto dve vyjadrenia pre prácu W dáme do rovnosti: $4 \cdot F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = m \cdot g \cdot s_h + W_t$.
Z rovnice, ktorú sme získali, vyjadríme hľadanú silu F: $F = (m \cdot g \cdot s_h + W_t) / (8 \cdot \pi \cdot r)$.
Po dosadení zadaných číselných hodnôt dostaneme:
$F = (400\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot 1{,}3\ \text{m} + 104\ \text{J}) / (8 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}2\ \text{m}) = 5200\ \text{J} / 30{,}144\ \text{m} \approx$ **172,51 N**.
(Ak by sme zobrali do úvahy, že pri zdvíhaní kotvy vo vode sa zároveň znižuje potenciálna energia okolitej vody, tak by vyšla práca W aj sila F o niečo menšia, pričom presná hodnota by závisela od hustoty materiálu, z ktorého bola kotva zhotovená, resp. od objemu kotvy.)
Každý z pirátov musí na „svoju“ páku pôsobiť silou 172,51 N.

Správne odpovede: **a) 4,52 km/h** **b) 172,51 N**
Bodovanie:
2 body za správnu odpoveď
2 body za hodnotu v intervale od 4,52 do 4,525 v a)
2 body za hodnotu v intervale od 172,4 do 172,6 v b)
1 bod za hodnotu v intervale od 4,5 do 4,55 v a)
1 bod za hodnotu v intervale od 168,8 do 169,3 alebo v int. od 175,9 do 176,0 v b)
1 bod za hodnotu v intervale od 690,0 do 690,05 alebo v int. od 145 do 152 v b)
0 bodov za nesprávnu odpoveď

③ **a)** Označme si:
T_1 = 14 °C = 287,15 K .... počiatočná teplota vzduchu v pneumatikách
p_1 = 500 kPa = 500000 Pa .... počiatočný tlak vzduchu v pneumatikách
T_2 = 57 °C = 330,15 K .... teplota vzduchu v pneumatikách počas jazdy
p_2 .... tlak vzduchu v pneumatikách počas jazdy (pri teplote T_2)
Δp = ? .... zmena tlaku vzduchu v pneumatikách počas jazdy

Vzduch v pneumatikách je charakterizovaný veličinami p (tlak), V (objem) a T (teplota). Ak zanedbáme (v súlade so zadaním) zmenu objemu pneumatík počas jazdy, môže sa počas jazdy meniť len teplota a tlak vzduchu v pneumatikách. (Pritom predpokladáme, že množstvo vzduchu v pneumatikách sa nemenilo – žiadny vzduch z pneumatík neunikal.) Preto, podľa tzv. Charlovho zákona, podiel tlaku p a termodynamickej teploty T vzduchu v pneumatikách zostáva konštantný. To znamená, že platí: $p_1 / T_1 = p_2 / T_2$.
Z tohto vzťahu vyjadríme neznámy tlak p_2: $p_2 = T_2 \cdot p_1 / T_1 = p_1 \cdot (T_2 / T_1)$. Vidíme, že ak sa teplota vzduchu v pneumatikách zvýšila, zvýšil sa aj jeho tlak (podiel T_2 / T_1 je väčší ako 1), a to o hodnotu $\Delta p = p_2 - p_1 = p_1 \cdot (T_2 / T_1) - p_1$. Po dosadení číselných hodnôt zo zadania dostaneme, že tlak vzduchu v pneumatikách sa **zvýšil** o hodnotu
$\Delta p = p_2 - p_1 = 500000\ \text{Pa} \cdot (330{,}15\ \text{K} / 287{,}15\ \text{K}) - 500000\ \text{Pa} \approx 74873{,}76\ \text{Pa} \approx$ **74,87 kPa**.
Počas jazdy sa tlak vzduchu v týchto pneumatikách zvýšil o 74,87 kPa.

b) Chceme zistiť, pri akej teplote T_3 by dosiahol tlak vzduchu v pneumatikách, ktoré boli naplnené vzduchom s teplotou T_1 a tlakom p_1, hodnotu p_3 = 620 kPa. Podobne ako v časti a), využijeme, že podiel tlaku p a termodynamickej teploty T vzduchu v pneumatikách zostáva konštantný. Preto platí: $p_1 / T_1 = p_3 / T_3$.
Z tohto vzťahu vyjadríme neznámu teplotu T_3: $T_3 = T_1 \cdot p_3 / p_1$. Po dosadení číselných hodnôt T_1 = 287,15 K, p_1 = 500000 Pa, p_3 = 620000 Pa dostaneme:
$T_3 = 287{,}15\ \text{K} \cdot 620000\ \text{Pa} / 500000\ \text{Pa} = 356{,}066\ \text{K} = 82{,}916\ °\text{C} \approx$ **82,92 °C**.
Tlak vzduchu v pneumatikách by dosiahol hodnotu 620 kPa pri teplote 82,92 °C.

Správne odpovede: **a) A: zvýšil o 74,87 kPa** **b) 82,92 °C**
Bodovanie:
2 body za správnu odpoveď
2 body za odpoveď „A“ s hodnotou v int. od 74,75 do 75,0 v a)
2 body za hodnotu 82,916 v b)
1 bod za odpoveď „B“ s hodnotou v int. od 74,75 do 75,0 v a)
1 bod za odpoveď „A“ s nesprávnou číselnou hodnotou v a)
1 bod za hodnotu v intervale od 82,75 do 83,10 v b)
0 bodov za nesprávnu odpoveď

④ Označme si:
V = 4200 m^3 .... vnútorný objem balóna
m .... hmotnosť vzduchu v balóne
$m_{plášť}$ = 280 kg .... hmotnosť plášťa balóna
$m_{výbava}$ = 30 kg .... hmotnosť ostatnej výbavy balóna
$m_{posádka}$ = 140 kg .... hmotnosť posádky balóna
R_m = 8,31 J·K^{-1}·mol^{-1} .... molová plynová konštanta
M_m = 29 g·mol^{-1} .... molová hmotnosť vzduchu (podľa predpokladov zo zadania)
T_0 = 17 °C = 290,15 K .... teplota vzduchu v okolí balóna
p_0 = 100 kPa = 100000 Pa .... tlak vzduchu v okolí balóna
ρ_0 .... hustota vzduchu v okolí balóna
T_b = ? .... teplota vzduchu v balóne, keď sa začne vznášať nad zemou
p_b .... tlak vzduchu v balóne, keď sa začne vznášať nad zemou
ρ_b .... hustota vzduchu v balóne, keď sa začne vznášať nad zemou
m_b = ? .... hmotnosť vzduchu v balóne, keď sa začne vznášať nad zemou

Celková hmotnosť balóna je $m_{celk} = m + m_{plášť} + m_{výbava} + m_{posádka}$. Táto hmotnosť sa môže meniť, a to v závislosti od množstva (t.j. hmotnosti) vzduchu v balóne.
Celkový objem balóna V_{celk} je súčtom vnútorného objemu balóna V a objemu výbavy balóna a posádky. Vyjadruje, aký objem zaberá balón (so všetkým) v okolitom vzduchu. Podľa zadania je objem výbavy balóna a posádky zanedbateľný, a preto budeme brať $V_{celk} = V$.

a) Predstavme si, že by sa mravec pri tomto teste pohyboval rovnomerne zrýchleným pohybom s nejakým zrýchlením a. V takom prípade by za prvú sekundu pohybu (t.j. za čas $t_1 = 1\,\mathrm{s}$) prešiel dráhu $s_1 = 0{,}5 \cdot a \cdot t_1^2 + v_0 \cdot t_1 = 0{,}5 \cdot a \cdot t_1^2$, vzhľadom na to, že podľa zadania bola rýchlosť mravca na začiatku prvej sekundy nulová. Vieme však, že počas prvej sekundy sa mravec pohyboval priemernou rýchlosťou $v_{p1} = 1\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$, a preto za prvú sekundu musel prebehnúť dráhu $s_1 = 1\,\mathrm{m}$ ($v_{p1} = 1\,\mathrm{m \cdot s^{-1}} = s_1 / 1\,\mathrm{s}$). Preto ak bol pohyb mravca počas prvej sekundy rovnomerne zrýchlený, jeho zrýchlenie nemohlo byť hocijaké, ale také, aby platilo (pre dráhu s_1): $0{,}5 \cdot a \cdot (1\,\mathrm{s})^2 = 1\,\mathrm{m}$. Z toho výjde, že $a = (1\,\mathrm{m}) / (0{,}5 \cdot (1\,\mathrm{s})^2) = 2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$. Teda ak bol pohyb mravca pri tomto teste (počas prvej sekundy) rovnomerne zrýchlený, tak jeho zrýchlenie nemohlo byť iné ako $2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

Predstavme si teda, že by sa mravec pri tomto teste (počas prvých troch sekúnd) pohyboval rovnomerne zrýchleným pohybom so zrýchlením $a = 2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$. V takom prípade by za prvé dve sekundy (t.j. za čas $t_2 = 2\,\mathrm{s}$) prešiel dráhu $s_{12} = 0{,}5 \cdot a \cdot t_2^2 = 0{,}5 \cdot 2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}} \cdot (2\,\mathrm{s})^2 = 4\,\mathrm{m}$. Pritom vieme, že za prvú sekundu prebehol dráhu $s_1 = 1\,\mathrm{m}$, a tak by za druhú sekundu mal prejsť (rovnomerne zrýchleným pohybom) dráhu $s_2 = s_{12} - s_1 = 4\,\mathrm{m} - 1\,\mathrm{m} = 3\,\mathrm{m}$; v takom prípade by priemerná rýchlosť mravca počas druhej sekundy bola $v_{p2} = 3\,\mathrm{m} / 1\,\mathrm{s} = 3\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$. No zo zadania vieme, že pri tomto teste bola počas druhej sekundy pohybu priemerná rýchlosť mravca $2\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Preto sa mravec nemohol pri tomto teste pohybovať rovnomerne zrýchleným pohybom so zrýchlením $a = 2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$ (a ani s iným zrýchlením – to sme zistili už vyššie). Teda pri tomto teste **pohyb mravca nebol rovnomerne zrýchlený.**

b) Budeme postupovať tak isto ako v časti a). Zo zadania vieme, že pri tomto teste bola počas prvej sekundy priemerná rýchlosť mravca $v_{p1} = 0{,}6\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$. To znamená, že za prvú sekundu prebehol mravec dráhu $s_1 = 0{,}6\,\mathrm{m}$ ($v_{p1} = 0{,}6\,\mathrm{m \cdot s^{-1}} = s_1 / 1\,\mathrm{s}$). Ak prešiel mravec počas prvej sekundy túto dráhu rovnomerne zrýchleným pohybom s nejakým zrýchlením a, tak pre túto dráhu platí $0{,}6\,\mathrm{m} = 0{,}5 \cdot a \cdot (1\,\mathrm{s})^2$. Z toho dostaneme pre zrýchlenie a:
$a = 0{,}6\,\mathrm{m} / (0{,}5 \cdot (1\,\mathrm{s})^2) = 0{,}6\,\mathrm{m} / (0{,}5\,\mathrm{s}^2) = 1{,}2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$. To znamená, že ak bol pohyb mravca pri tomto teste (počas prvej sekundy) rovnomerne zrýchlený, tak jeho zrýchlenie nemohlo byť iné ako $1{,}2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

Predstavme si teda, že by sa mravec pri tomto teste (počas prvých troch sekúnd) pohyboval rovnomerne zrýchleným pohybom so zrýchlením $a = 1{,}2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$. V takom prípade by za prvé 2 sekundy (za čas $t_2 = 2\,\mathrm{s}$) prešiel dráhu $s_{12} = 0{,}5 \cdot a \cdot t_2^2 = 0{,}5 \cdot 1{,}2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}} \cdot (2\,\mathrm{s})^2 = 2{,}4\,\mathrm{m}$ a za prvé 3 sekundy (za čas $t_3 = 3\,\mathrm{s}$) dráhu $s_{123} = 0{,}5 \cdot a \cdot t_3^2 = 0{,}5 \cdot 1{,}2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}} \cdot (3\,\mathrm{s})^2 = 5{,}4\,\mathrm{m}$. Čiže za druhú sekundu by prešiel (rovnomerne zrýchleným pohybom) dráhu $s_2 = s_{12} - s_1 = 2{,}4\,\mathrm{m} - 0{,}6\,\mathrm{m} = 1{,}8\,\mathrm{m}$ a za tretiu sekundu dráhu $s_3 = s_{123} - s_{12} = 5{,}4\,\mathrm{m} - 2{,}4\,\mathrm{m} = 3{,}0\,\mathrm{m}$. V tomto prípade by bola priemerná rýchlosť mravca počas druhej sekundy $v_{p2} = 1{,}8\,\mathrm{m} / 1\,\mathrm{s} = 1{,}8\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$ (v súlade so zadaním úlohy) a počas tretej sekundy $v_{p3} = 3{,}0\,\mathrm{m} / 1\,\mathrm{s} = 3{,}0\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$ (tiež v súlade so zadaním úlohy).

Vidíme, že pri tomto teste (počas prvých troch sekúnd) sa mravec mohol pohybovať rovnomerne zrýchleným pohybom so zrýchlením $a = 1{,}2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$ – tento pohyb vyhovuje podmienkam uvedeným v zadaní úlohy. To však samo osebe ešte neznamená, že sa takto aj pohyboval – mohol sa totiž pohybovať aj ináč (nie rovnomerne zrýchleným pohybom), pokiaľ by pri tom boli splnené podmienky uvedené v zadaní. (Napríklad by sa mohol pohybovať prvú štvrtinu sekundy so zrýchlením $0{,}6\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$, druhú a tretiu štvrtinu prvej sekundy so zrýchlením $1{,}8\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$, štvrtú štvrtinu prvej sekundy opäť so zrýchlením $0{,}6\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$ a ďalej so zrýchlením $1{,}2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$ – presvedčte sa sami, že takýto pohyb vyhovuje zadaným podmienkam.)
Takže **na základe údajov uvedených v zadaní úlohy sa nedá jednoznačne rozhodnúť.**

Správne odpovede: **a) A: nebol** **b) C: nedá sa jednoznačne rozhodnúť**

Bodovanie:
2 body za správnu odpoveď
2 body za odpoveď „B“ s hodnotou $1{,}2\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$ v b)
0 bodov za nesprávnu odpoveď