

A fizika OKTV-t az előző évek gyakorlatához hasonlóan az elmúlt tanévben is három kategóriában és három fordulóban rendezték meg. Az első (iskolai) és a második (megyei) fordulón elméleti problémákat, a harmadik fordulón pedig mérési feladatokat oldottak meg a versenyzők. A végső sorrendet a második és a harmadik fordulóban elért pontszám összege alapján állapította meg a versenybizottság. Az alábbiakban ismertetjük a verseny II. fordulójának feladatait és azok megoldását.¹A III. (kísérleti) fordulóról a FIZIKA Módszertani Lapok 1996. szeptemberi számában olvasható részletes beszámoló.

Az I. kategória (szakközépiskolások) feladatai

1. feladat. Egy m_0 tömegű karika csúszásmentesen legördül egy α hajlásszögű lejtőn. Az indulás pillanatában a P pontra száll egy m tömegű bogár. Milyen erővel kell kapaszkodnia a bogárnak 5/4 fordulat befejezésekor, hogy megtartsa magát a karikán? ($\alpha = 20^\circ$, $m = 1$ g, $m_0 \gg m$.)

(Jurisits József)

Megoldás. A bogár szerepe elhanyagolható a karika mozgásában. A karika a gyorsulására és β szöggyorsulására felírható egyenletek:

$$m_0 g \sin \alpha - S = m_0 a, \quad SR = m_0 R^2 \beta, \quad a = R\beta,$$

ahol a a karika középpontjának gyorsulása. Az egyenletrendszerből adódik, hogy:

$$(1) \quad a = \frac{g \sin \alpha}{2}.$$

5/4 fordulat, vagyis $s = 5R\pi/2$ út megtétele után a középpont sebességének négyzete:

$$(2) \quad v^2 = 2as = \frac{5}{2} R\pi g \sin \alpha.$$

A kérdéses időpillanatban a bogár gyorsulásának radiális komponense egy egyenesbe esik a karika középpontjának gyorsulásával és a karika bogár által elfoglalt pontjának (a karikával együtt haladó – de nem forgó – koordináta-rendszerben mért) centripetális gyorsulásával (2. ábra). Ez utóbbi iránya ellentétes a középpont lejtő menti gyorsulásával, tehát a bogárnak ebben a pillanatban az inerciarendszerben középpont irányában (vagyis a lejtő mentén): $a_r = v^2/R - a$, a karika érintőjének irányában (vagyis a lejtőre merőlegesen) pedig a gyorsulása van.

Vegyük fel koordináta-rendszerünket a lejtőhöz rögzítve, azzal párhuzamos x és rá merőleges y tengelyekkel (3. ábra)! A bogár gyorsulását a nehézségi erővel együtt a kapaszkodással biztosított K erő hozza létre, amelynek komponensei K_x és K_y nagyságúak.

A bogár mozgásegyenlete x és y irányokra:

$$(3) \quad K_x - mg \sin \alpha = m \left(\frac{v^2}{R} - a \right),$$

$$(4) \quad mg \cos \alpha - K_y = ma.$$

(3)-ból (1) és (2) behelyettesítésével:

$$K_x = mg \sin \alpha + m \frac{5}{2} \pi g \sin \alpha - m \frac{g \sin \alpha}{2} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ N},$$

$$(4)\text{-ből pedig } K_y = mg \left(\cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{2} \right) = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}.$$

Az eredő kapaszkodási erő: $K = \sqrt{K_x^2 + K_y^2} = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ N}$. (Látható, hogy ekkora sebességnél már a sugárirányú gyorsulás dominál.) Az eredő erő iránya a lejtő lapjához viszonyítva: $\tan \gamma = K_y/K_x = 0,27$, innen $\gamma = \arctan 0,27 = 15^\circ$.

2. feladat. Soros RLC-körre $U = 200 \text{ V} \cdot \sin(628 \text{ s}^{-1} \cdot t)$ feszültséget kapcsolunk. Az áramerősség $I = 7,07 \text{ A} \cdot \sin(628 \text{ s}^{-1} \cdot t - \pi/4)$ függvény szerint változik. Az önindukciós együttható $L = 143 \text{ mH}$.

a) Határozzuk meg R és C értékét!

b) Határozzuk meg a tekercsen és a kondenzátoron a feszültség-idő függvényeket!

(Blészer Jenő)

Megoldás. a) Mivel az áram késik a feszültséghez képest, a kör induktív jellegű. A fáziskésés nagysága $\varphi = \pi/4 \text{ rad} = 45^\circ$. Az impedancia:

$$Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = \frac{U_{\text{max}}}{I_{\text{max}}} = \frac{200 \text{ V}}{7,07 \text{ A}} = 28,3 \Omega.$$

Az ohmikus ellenállás:

$$R = Z \cdot \cos 45^\circ = 28,3 \, \Omega \cdot \cos 45^\circ = 20 \, \Omega.$$

A 4. ábrán látható egyenlő szárú derékszögű háromszögből $X_L - X_C = R$, vagyis $\omega L - 1/(\omega C) = R$. Innen

$$C = \frac{1}{\omega(\omega L - R)} = 22,8 \, \mu\text{F}.$$

b) A tekercsen a feszültség maximuma $U_{L \max} = I_{\max} X_L$, így a feszültség csúcsértéke a tekercsen:

$$U_{L \max} = I_{\max} \cdot \omega L = 7,07 \, \text{A} \cdot 628 \, \text{s}^{-1} \cdot 0,143 \, \text{H} = 635 \, \text{V}.$$

Mivel a tekercs feszültsége a kör U feszültségéhez képest $\pi/4$ szöggel siet, a tekercsen eső feszültség időfüggvénye:

$$U_L = 635 \, \text{V} \cdot \sin \left(628 \frac{1}{\text{s}} \cdot t + \frac{\pi}{4} \right).$$

A kondenzátoron a feszültség maximuma:

$$U_{C \max} = I_{\max} X_C = I_{\max} \frac{1}{\omega C} = 494 \, \text{V},$$

és mivel a kondenzátoron eső feszültség a kapocsfeszültséghez képest $3\pi/4$ szöggel késik, a feszültség időfüggvénye:

$$U_C = 494 \, \text{V} \cdot \sin \left(628 \frac{1}{\text{s}} \cdot t + 3\frac{\pi}{4} \right).$$

3. feladat. A természetben található kálium egy része olyan izotóp (jelölése ^{40}K), amely radioaktív bomlással argonná alakul. A bomlás felezési ideje $1,2 \cdot 10^9$ év, ami azt jelenti, hogy ennyi idő alatt csökken a radioaktív magok száma a kezdeti érték felére, kétszer annyi idő alatt a negyedére, háromszor annyi idő alatt a nyolcadára és így tovább...

Az Apolló-program keretében egy olyan követ hoztak a Holdról a Földre, amely 4,0 g káliumot tartalmazott, amelynek 0,01%-a ^{40}K izotóp volt. Miközben a követ egy lezárt kályhában felmelegítették, a kőből argon szabadult ki. A kiszabadult argongáz térfogatát 20°C hőmérsékleten, 101,3 kPa nyomáson $2,4 \, \text{cm}^3$ -nek találták.

Számítsuk ki ennek alapján, hogy minimálisan milyen öreg lehet a Hold, ha feltételezzük, hogy a radioaktív kálium bomlása során keletkező összes argon a kőben maradt, továbbá más módon nem került argon a kőbe!

(Honyek Gyula)

Megoldás. 4 g kálium majdnem pontosan 0,1 mol, a benne található ^{40}K mennyisége tehát $n_{(^{40}\text{K})} = 10^{-5}$ mol. Az argon mennyisége a $pV = nRT$ gáztörvény alapján: $n_{\text{Ar}} \approx 1 \cdot 10^{-4}$ mol. A kezdeti ^{40}K mennyisége tehát

$$n_{(^{40}\text{K})}(0) = n_{(^{40}\text{K})}(t) + n_{\text{Ar}} = 10^{-5} \, \text{mol} + 10^{-4} \, \text{mol} = 1,1 \cdot 10^{-4} \, \text{mol}.$$

A bomlástörvény alapján:

$$n_{(^{40}\text{K})}(t) = n_{(^{40}\text{K})}(0) \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

Ebből $t = 3,46 \cdot T_{1/2} = 4,15 \cdot 10^9$ év adódik. A Hold tehát több mint 4 milliárd éves.

A II. és a III. kategória (valamennyi gimnazista) feladatai

1. feladat. Egy $L = 3 \, \text{m}$ hosszúságú, $M = 3 \, \text{kg}$ tömegű, homogén tömegeloszlású merev rudat vízszintes asztalon lévő két egyforma, vékonyfalú hengerre fektetünk. A két henger tengelye egymástól $d = 2 \, \text{m}$ -re van, továbbá a rúd szélső, ill. a másik végétől számított harmadoló pontja van a hengerek tengelye fölött. A hengerek egyenként $m = 1 \, \text{kg}$ tömegűek. A rúdra $F = 12 \, \text{N}$ vízszintes irányú, állandó nagyságú húzóerő hat. Mindkét henger csúszásmentesen gördül.

a) Mekkora sebességre gyorsul fel a rúd, miközben a bal oldali vége éppen a bal oldali henger tengelye fölé kerül?

b) Mekkora súrlódási erő és legalább mekkora súrlódási együttható szükséges a tiszta gördüléshez a hengerek és a rúd között?

c) Legalább mekkora a súrlódási együttható az asztal és a hengerek között?

(Zsúdel László)

Megoldás. Tekintsük először a vékonyfalú hengereket! A rúdtól származó $\mathbf{S}$ súrlódási erő nyilvánvalóan a rúd haladásának irányába mutat. A talajnál ható $\mathbf{F}_s$ súrlódási erőt vegyük fel ugyanebbe az irányba. (Az egyenletrendszer megoldása után F_s -re kapott előjel eldönti a valódi irányát.)

A hengerek tömegközéppontjára vonatkozó mozgásegyenlet az erők koordinátaival (egy egyenesbe eső vektorok lévén): $S + F_s = ma_s$, ahol a_s a henger tömegközéppontjának gyorsulása. A forgatónyomaték-tétel szerint: $(S - F_s)r =$

$\Theta_s \beta$. A csúszásmentesség kinematikai kényszerfeltétele: $a_s = r\beta$. Ezekből az egyenletekből kifejezhetjük a talaj által kifejtett súrlódási erőt:

$$F_s = \frac{mr^2 - \Theta_s}{\Theta_s + mr^2} S = 0.$$

(Felhasználtuk, hogy a vékonyfalú henger tengelyére vonatkozó tehetetlenségi nyomatéka $\Theta_s = mr^2$.) Az asztal és a hengerek között tehát nem hat súrlódási erő. Ezek szerint a hengerek csúszás nélkül gördülnek akár a *tökéletesen sima* felületen is!

Térjünk át most a hengerek és a rúd kapcsolatára! A rúd is csúszásmentesen mozog a hengereken (6. ábra), ezért a hengerek legfelső pontjainak sebessége és gyorsulása azonos a rúdéval. Ha viszont a talajon nincs súrlódás, akkor a rúddal érintkező pontokban ható súrlódási erőnek meg kell egyeznie mindkét henger esetében, mert csak úgy lehet mindkettőjük gyorsulása azonos. Ez tehát annak ellenére is úgy van, hogy a rúd mozgása közben a rúd és a henger között ható N_1 és N_2 (normál irányú) kényszererők állandóan változnak. N_1 nagysága $Mg/4$ -ről indul és maximális értéke $3Mg/4$ a folyamat végén, míg N_2 -re mindez fordítva érvényes: $3Mg/4$ -ről $Mg/4$ -re csökken (miközben mindvégig $N_1 + N_2 = Mg$). Ez természetesen csak úgy teljesülhet, hogy a hengerek és a rúd közötti tapadási súrlódási együttható olyan nagy legyen, hogy a minimális normálerő esetén is biztosítsa az aktuális S súrlódási erőt.

A mozgásegyenlet a rúdra: $F - 2S = Ma$. A tömegközéppont mozgásának tétele bármelyik hengerre: $a_s = S/m$. A mindkét felületen való csúszásmentes gördülés megköveteli, hogy $a_s = a/2$ legyen. Így $a/2 = S/m$, vagyis $2S = ma$. Ezt a mozgásegyenletbe helyettesítve: $F - ma = Ma$, azaz

$$a = \frac{F}{m+M} = 3 \text{ m/s}^2 \quad \text{illetve} \quad S = \frac{m}{2(m+M)} F = 1,5 \text{ N}.$$

Így a rúd és hengerek közötti minimális súrlódási együtthatóra

$$\mu_{\min} = \frac{S}{N_{\min}} = \frac{4S}{Mg} = 0,2$$

adódik. A rúd végsebessége: $v = \sqrt{2a(2L/3)} = 3,46 \text{ m/s}$.

2. feladat. A régiek úgy gondolták, hogy a Föld egy nagy, lapos korong. Képzeljük el, hogy a Föld valóban nem R sugarú gömb, hanem igen nagy sugarú, H vastagságú lapos korong. Mekkora H vastagság esetén tapasztalnánk a korong felszínén (a szélétől messze), hogy a gravitációs gyorsulás ugyanakkora, mint amekkorának a gömb alakú Föld felszínén tapasztaljuk? ($R = 6370 \text{ km}$. A két „Föld”-modellben a sűrűségeket tekintsük állandónak és egymással egyenlőnek.)

(Szegedi Ervin)

Megoldás. Ismeretes, hogy az R sugarú, M tömegű, ρ sűrűségű Föld felületén a gravitációs gyorsulás a következő alakban adható meg:

$$(1) \quad g = \gamma \frac{M}{R^2} = \gamma \frac{\rho \cdot (4R^3\pi/3)}{R^2} = \frac{4}{3}\gamma\rho R\pi.$$

A feladat megoldásához meg kell határoznunk egy H vastagságú, igen nagy sugarú, ρ_m sűrűségű korong fedőlapján a gravitációs gyorsulás nagyságát (távol a korong szélétől). Viszonylag könnyen célt érhetünk, ha kihasználjuk az elektrosztatikus és gravitációs kölcsönhatás erőtvénnyé közötti analógiát.

Pontszerű, nyugvó elektromos töltésekre ható elektrosztatikus erő, illetve a pontszerű testek között ható gravitációs erőhatás erőtvénnyei azonos jellegűek:

$$\mathbf{F} = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r^3} \cdot \mathbf{r}, \quad \text{illetve} \quad \mathbf{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^3} \cdot \mathbf{r},$$

ahol $k = 1/(4\pi\epsilon_0)$. Látható, hogy az m tömegnek („gravitációs töltésnek”) a q elektromos töltés, a γ gravitációs állandónak az $1/(4\pi\epsilon_0)$ és a $g = F/m$ gravitációs gyorsulásnak az $E = F/q$ elektromos térerősség felel meg. Ha tehát meghatároztuk egy homogén töltéssűrűségű, nagyon nagy sugarú korong elektromos térerősségét a korongon kívül, a megfelelő mennyiségek helyettesítésével a gravitációs gyorsulást is megkapjuk a hasonló geometriával bíró tömegeloszlás esetén.

Az elektromos megfelelőt Gauss tétele alapján határozhatjuk meg: $N_E = (1/\epsilon_0) \sum q$, ahol az elektromos „forrás-erősség” a 7. ábrán látható elrendezésben $N_E = 2AE$. Ha az elektromos töltéssűrűség ρ_q , akkor a zárt mérőfelület által körülölelt összes töltés $\sum q = \rho_q AH$, tehát $2EA = \frac{1}{\epsilon_0} \rho_q AH$, ahonnan az elektromos térerősség

$$(2) \quad E = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{\rho_q H}{2}.$$

A gravitációs gyorsulás tehát az egymásnak megfelelő mennyiségek átírásával (2)-ből:

$$g = 4\pi\gamma \frac{\rho_m H}{2}.$$

Ennek kell a homogénnek tekintett Föld felszínén mérhető gravitációs gyorsulással megegyeznie, amely (1) alapján:

$$g_{\text{gömb}} = g_{\text{korong}} = \gamma \frac{4R\pi\rho_m}{3} = 4\pi\gamma \frac{\rho_m H}{2},$$

ahonnan a „lapos Föld” korongjának vastagsága:

$$H = \frac{2}{3}R = \frac{2}{3} \cdot 6370 \text{ km} = 4250 \text{ km}.$$

3. feladat. Egy m tömegű, q töltésű kicsiny gyöngyöt R sugarú, szigetelő anyagból készült, vízszintes síkú, vékony karikára fűzünk. A körpályán a gyöngy súrlódás nélkül mozoghat és kezdetben nyugalomban van. Ezután olyan (a t tengelyre) hengerszimmetrikus mágneses mezőt hozunk létre, amelyben a mágneses indukció pályasíkra merőleges komponense csak a középponttól mért r távolságtól és a t időtől függ: $B(r, t) = E_0 \cdot t/r$, ahol E_0 adott konstans. (Az $r = 0$ elhanyagolható kiterjedésű környezetében az indukció valamilyen véges érték.)

a) Határozzuk meg a gyöngy sebesség-idő függvényét!

b) Hogyan alakul a gyöngy és a pálya között ható nyomóerő sugárirányú komponense az idő függvényében?

(Szegedi Ervin)

Megoldás. a) Határozzuk meg a körpálya által körülvelt fluxust az idő függvényében! Mivel az indukció a sugár mentén változik, olyan kis tartományokra osztjuk a körterületet, amelyeken belül a mágneses mező homogénnek vehető (9. ábra).

Jelöljük ki ezért egy r sugarú, $\Delta r \ll r$ szélességű körgyűrűt, amelynek fluxusa: $\Delta\Phi = B(r, t) \cdot 2r\pi \cdot \Delta r$. A feladat követelménye szerint $\Delta\Phi = \frac{E_0}{r}t \cdot 2r\pi \cdot \Delta r$. Összegezzük az elemi fluxust:

$$\Phi(t) = \sum \Delta\Phi = 2\pi E_0 t \sum_i \Delta r_i = 2\pi E_0 t R,$$

azaz $\Phi(t) = 2\pi E_0 R t$.

A hengerszimmetria miatt a kialakuló indukált elektromos mező is hengerszimmetrikus, és így térerőssége a gyöngy helyén:

$$E(R) = \frac{1}{2\pi R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{1}{2\pi R} \cdot \frac{2\pi R E_0 \Delta t}{\Delta t} = E_0.$$

A gyöngyre érintő irányban állandó nagyságú elektromos erő hat, tehát sebessége az idő függvényében: $v(t) = \frac{E_0 q}{m} \cdot t$.

b) Sugár irányban alkalmazva a mozgásegyenletet: $qvB + N = mv^2/R$, ahol N a pálya által kifejtett kényszererő. Ennek nagysága $v(t)$ fentebb kiszámított kifejezésének felhasználásával:

$$N = qvB - m \frac{v^2}{R} = q \cdot \frac{E_0 q}{m} t \cdot \frac{E_0 t}{R} - \frac{m}{R} \frac{E_0^2 q^2 t^2}{m^2} = 0.$$

A gyöngyszem és a karika között tehát nem hat erő az ilyen szerkezetű mágneses mezőben. Mivel a pálya nem fejt ki sugárirányú nyomóerőt, akár ott sem kell lennie! Ez a *betatron részecskegyorsító* elve.

A fizika I. kategória végeredménye

1. **Guti Lajos** (Budapest, Puskás Tivadar Távközlési Technikum, III. o.t.),

tanára: Beregszászi Zoltán;

2. **Prókai Tibor** (Szeged, Déri Miksa Ip. Szki., IV. o.t.),

tanára: Horváth László;

3. **Vörös Sándor** (Paks, Energetikai Szakképzési Int., III. o.t.),

tanára: Árokszállási Tibor;

4. **Simon Kornél** (Miskolc, Andrassy Gy. Műsz. Szki., IV. o.t.), tanára: Dobos Zsolt; 5. **Erdei Zoltán** (Bp., Bolyai J. Műsz. Szki., IV. o.t.), tanára: Jakab Emese; 6. **Molnár Zsolt** (Paks, Energetikai Szakképzési Int., IV. o.t.), tanára: Csajági Sándor; 7. **Kiss Béla** (Vác, Boronkay Gy. Műsz. Szki., IV. o.t.), tanára: Arany Tóth László; 8. **Pap Gábor** (Bp., Trefort Á. Műsz. Szki., III. o.t.), tanára: Pecsénye Sándor; 9. **Dányádi Attila** (Kaposvár, Eötvös L. Műsz. Szki., III. o.t.), tanára: Sárdi Zoltán; 10. **Pribelszki János** (Bp., Puskás T. Távk. Techn., IV. o.t.), tanára: Nagy Józsefné; 11. **Mészáros Balázs** (Paks, Energetikai Szakképzési Int., IV. o.t.); 12. **Sebestyén Balázs** (Bp., Újpesti Műsz. Szki., IV. o.t.); 13. **Brezniczky János** (Eger, Gép- és Műszerip. Szki., III. o.t.); 14. **Mikó Péter** (Debrecen, Gábor D. Műszaki Középisk., IV. o.t.); 15. **Szabadi Péter** (Paks, Energetikai Szakképzési Int., IV. o.t.); 16. **Jurác László** (Vác, Boronkay Gy. Műsz. Szki., IV. o.t.).

A fizika II. kategória végeredménye

1. **Tóth Gábor Zsolt** (Budapest, Árpád Gimn., IV. o.t.),
tanára: Vankó Péter;
2. **Várkonyi Péter** (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., III. o.t.),
tanára: Horváth Gábor;
3. **Böde Csaba** (Nagykanizsa, Batthyány Lajos Gimn., IV. o.t.),
tanára: Soós Sándor;
4. *Kovács Balduin* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o.t.), tanára: Horváth Gábor; 5. *Vörös Zoltán* (Tiszavasvári, Váci M. Gimn., IV. o.t.), tanárai: Víg Csaba, dr. Szegedi Ervin; 6. *Perényi Márton* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o.t.), tanára: Horváth Gábor; 7. *Hegyi Barnabás* (Zalaegerszeg, Zrínyi M. Gimn., IV. o.t.), tanára: Orbán Edit; 8. *Tóth Péter* (Miskolc, Földes F. Gimn., IV. o.t.), tanára: Zámboreszky Ferenc; 9. *Bárász Mihály* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o.t.), tanára: Horváth Gábor; 10. *Elek Péter* (Budapest, Árpád Gimn., IV. o.t.), tanára: Vankó Péter; 11. *Király Csaba* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o.t.); 12. *Braun Gábor* (Bp., Szent István Gimn., IV. o.t.); 13. *Göller Ákos* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o.t.); 14. *Frenkel Péter* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., III. o.t.); 15. *Burcsi Péter* (Pápa, Türr I. Gimn., IV. o.t.); 16. *Gyukics Mihály* (Szolnok, Varga K. Gimn., IV. o.t.); 17. *Péli Gergely* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o.t.); 18. *Wagner Róbert* (Pannonthalma, Bencés Gimn., IV. o.t.); 19. *Koncz Imre* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., III. o.t.); 20. *Laczkó Gábor* (Pécs, Janus Pannonius Gimn., IV. o.t.); 21. *Hegedűs Márton* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., IV. o.t.); 22. *Várszegi Zsolt* (Zalaegerszeg, Ságvári E. Gimn., III. o.t.); 23. *Varró Gergely* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., III. o.t.); 24. *Mátrai Tamás* (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn., III. o.t.).

A fizika III. kategória végeredménye

1. **Lovas Rezső** (Debrecen, KLTE Gyak. Gimn., IV. o.t.),
tanárai: Dudics Pál, dr. Kirsch Éva, dr. Szegedi Ervin;
2. **Lestyán Zsolt** (Kecskemét, Katona József Gimn., IV. o.t.),
tanára: dr. Szablics Bálint;
3. **Várnagy Gábor** (Budapest, ELTE Apáczai Csere János Gyak. Gimn., IV. o.t.),
tanára: Flórik György;
4. *Véber Miklós* (Veszprém, Lovassy L. Gimn., IV. o.t.), tanára: Schultz Zoltán; 5. *Pongrácz Gergely* (Mosonmagyaróvár, Kossuth L. Gimn., IV. o.t.), tanárai: Horváth László, Sipőcz István; 6. *Fabó Márton* (Bp., Berzsenyi D. Gimn., III. o.t.), tanára: Gyenes Gábor; 7. *Holcsek Balázs* (Veszprém, Lovassy L. Gimn., IV. o.t.), tanára: Király László; 8. *Kurucz Zoltán* (Szolnok, Varga K. Gimn., IV. o.t.), tanára: Vincze Gábor; 9. *Fábián Zoltán* (Kecskemét, Katona József Gimn., IV. o.t.), tanára: dr. Szablics Bálint; 10. *Agod Attila* (Debrecen, Tóth Á. Gimn., IV. o.t.), tanára: Kovács Miklós; 11. *Volk János* (Bp., ELTE Radnóti M. Gyak. Gimn., IV. o.t.); 12. *Gubás Lóránd* (Miskolc, Földes F. Gimn., III. o.t.); 13. *Gombkötő Ákos* (Bp., ELTE Radnóti M. Gyak. Gimn., IV. o.t.); 14. *Rácz Attila* (Debrecen, KLTE Gyak. Gimn., IV. o.t.); 15. *Payrits Szabolcs* (Sopron, Széchenyi I. Gimn., IV. o.t.); 16. *Szabó Gábor* (Veszprém, Lovassy L. Gimn., IV. o.t.); 17. *Pályi Balázs* (Szeged, JATE Ságvári E. Gyak. Gimn., IV. o.t.); 18. *Nős Bálint* (Pécs, Széchenyi I. Gimn., IV. o.t.); 19. *Vágvölgyi Attila* (Bp., ELTE Radnóti M. Gyak. Gimn., IV. o.t.); 20. *Bartal Balázs* (Pécs, JPTE Babits M. Gyak. Gimn., IV. o.t.).

Holics László



