Az 1998–99-es tanévi fizika pontverseny állása a szeptember–decemberi feladatok feldolgozása után

Mérési feladatok

1. *Hegedűs Ákos* 11. o.t. 24 pont; **2–3.** *Katona Gergely* 12. o.t., *Tamás 131 Levente* 11. o.t. 23 pont; **4.** *Kóspál Ágnes* 12. o.t. 22 pont; **5.** *Kovács 810 Géza* 11. o.t. 21 pont; **6.** *Ábrány Miklós* 12. o.t. 20 pont; **7–10.** *Geresdi Attila* 9. o.t., *Kiss 345 Gergely* 11. o.t., *Pénzes Andrea* 11. o.t., *Szathmári Emőke* 10. o.t. 19 pont; **11–13.** *Gáspár Merse Előd* 11. o.t., *Lipcsei Gábor* 10. o.t., *Patay Gergely* 11. o.t. 18 pont; **14–15.** *Flender Gyöngyi* 9. o.t., *Soós Péter* 9. o.t. 17 pont; **16.** *Malik Péter Károly* 10. o.t. 13 pont; **17–19.** *Gulyás 980 Nándor* 12. o.t., *Lengyel Tímea* 12. o.t., *Márton Noémi* 10. o.t. 12 pont; **20.** *Tóth Adrienn* 10. o.t. 11 pont; **21–23.** *Kovács 555 Zsolt* 9. o.t., *Kulcsár Tibor* 11. o.t., *Kupai József* 9. o.t. 10 pont; **24.** *Izsák Rudolf* 12. o.t. 9 pont; **25–29.** *Baranyi Gábor* 11. o.t., *Bartha 321 Ágnes* 9. o.t., *Kállai 999 Márton* 11. o.t., *Kóbor János* 10. o.t., *Pásztory L. Péter* 10. o.t. 8 pont; **30–34.** *Bálint László* 9. o.t., *Henits Péter* 10. o.t., *Horváth 713 György* 10. o.t., *Joó Péter* 10. o.t., *Kardos Dániel* 12. o.t. 7 pont; **35–40.** *Darabos Andrea* 10. o.t., *Ivády Balázs* 12. o.t., *Ivaskó György* 11. o.t., *Nagy 625 Tibor* 8. o.t., *Somorácz Áron* 10. o.t., *Tóth 612 Márton* 10. o.t. 6 pont; **41–45.** *Breuer János* 10. o.t., *Nagy Zoltán* 11. o.t., *Ócsai Katalin* 9. o.t., *Straubinger András* 9. o.t., *Virág Dorottya* 10. o.t. 5 pont; **46–60.** *Bálint Péter* 10. o.t., *Bán Zoltán* 9. o.t., *Bartha Szabolcs Mihály* 10. o.t., *Csermely Szabolcs* 11. o.t., *Gádoros Patrik* 10. o.t., *Gyarmati 983 Tamás* 10. o.t., *Imre Norbert* 11. o.t., *Mátis István* 11. o.t., *Medgyesi László* 10. o.t., *Novák Péter* 9. o.t., *Ozogány Katalin* 11. o.t., *Paksa Tamás* 10. o.t., *Pesti Gábor* 10. o.t., *Soós István* 11. o.t., *Tóth 777 Balázs* 10. o.t. 4 pont. Kevesebb pontja van 66 versenyzőnek.

Elméleti feladatok

Legfeljebb 8. osztályosok

1. *Birkner Tamás* 6. o.t. 58 pont; **2.** *Kalcsú Áron* 8. o.t. 55 pont; **3.** *Rácz Judit* 8. o.t. 46 pont; **4–5.** *Bilicz Sándor* 8. o.t., *Kiss Zsuzsanna* 8. o.t. 39 pont; **6.** *Szrnka Béla* 8. o.t. 36 pont; **7.** *Rácz Éva* 8. o.t. 35 pont; **8.** *Dolgos Márton* 8. o.t. 34 pont; **9.** *Bálint Norbert* 8. o.t. 32 pont; **10.** *Rárósi Ferenc* 8. o.t. 27 pont; **11.** *Hóbor Fruzsina* 8. o.t. 25 pont; **12.** *Magyar Emil* 8. o.t. 24 pont; **13–14.** *Juhász 110 Anikó* 8. o.t., *Kerekes Dávid* 8. o.t. 23 pont; **15–16.** *Kovács Imre Gergely* 8. o.t., *Papp Judit* 8. o.t. 22 pont; **17.** *Nagy 625 Tibor* 8. o.t. 21 pont; **18.** *Novák Zsófia* 7. o.t. 17 pont; **19.** *Kovács 623 György* 8. o.t. 16 pont; **20.** *Csorba Beáta* 7. o.t. 15 pont; **21–22.** *Beréti András* 8. o.t., *Tobak András* 8. o.t. 13 pont; **23–28.** *Fauszt Melinda* 8. o.t., *Palkó Nóra* 8. o.t., *Tabak András* 8. o.t., *Tarnóczy Emese* 8. o.t., *Tóth 816 Gergely* 8. o.t., *Tóth 313 Mátyás* 7. o.t. 12 pont; **29–34.** *Botos Renáta* 8. o.t., *Csiszer Ildikó* 8. o.t., *Hegyháti Máté* 7. o.t., *Katona Tamás* 8. o.t., *Klár Tamás* 8. o.t., *Surján Veronika* 8. o.t. 11 pont; **35–37.** *Hablicsek Márton* 7. o.t., *Mocsáry Judit* 8. o.t., *Rácz Balázs* 8. o.t. 10 pont; **38–39.** *Józsa Szabolcs* 8. o.t., *Kolozsi Csongor* 8. o.t. 9 pont; **40–44.** *Király Barna* 8. o.t., *Májer Viktor* 7. o.t., *Polgár Viktória* 8. o.t., *Rózsa Lídia Ivett* 8. o.t., *Végh András* 8. o.t. 8 pont; **45.** *Sotkó Levente Attila* 8. o.t. 7 pont. Kevesebb pontja van 21 versenyzőnek.

9. osztályosok

1. *Vadász Péter* 73 pont; **2–3.** *Flender Gyöngyi*, *Szalai Bence* 71 pont; **4–5.** *Elizabeth Ann Almasi*, *Pápai Tivadar* 69 pont; **6.** *Jesch Dávid* 67 pont; **7.** *Pap 131 László* 65 pont; **8.** *Nagy 725 János* 64 pont; **9.** *Dolgos Gergely* 61 pont; **10.** *Geresdi Attila* 59 pont; **11–12.** *Harangi Viktor*, *Siroki László* 58 pont; **13.** *Frankó Gábor* 56 pont; **14–15.** *Borosán Péter*, *Gligor Noémi* 55 pont; **16–17.** *Boróczki Lajos*, *Janáky Csaba* 53 pont; **18.** *Bényász László* 52 pont; **19.** *Farkas 327 Dóra* 51 pont; **20–21.** *Buza Krisztián Antal*, *Kerekes József* 49 pont; **22–23.** *Antal Miklós*, *Dénes Ferenc* 48 pont; **24.** *Földes Péter* 47 pont; **25.** *Nagy Ákos* 45 pont; **26.** *Bán Zoltán* 44 pont; **27–30.** *Ábel Dániel*, *Kovács 954 Szabolcs*, *Porcs-Makkay Ákos*, *Somogyi Péter* 43 pont; **31–33.** *Horváth Szabolcs*, *Molnár 354 Tamás*, *Tál Balázs* 42 pont; **34–35.** *Csikvári Péter*, *Soós Péter* 41 pont; **36.** *Vajk Tamás* 40 pont; **37–40.** *Bordács Sándor*, *Kiss 747 Andrea*, *Mészáros Nóra*, *Török Andrea* 39 pont; **41–42.** *Novák Péter*, *Terjéki László Dénes* 38 pont; **43–45.** *Darnai 729 András*, *Kupai József*, *Osztróczki Zsolt* 37 pont; **46–49.** *Drozdy Árpád*, *Raikovich Tamás*, *Szilágyi Péter*, *Szilva Attila* 36 pont; **50–51.** *Papp 932 Katalin*, *Szöllősi Balázs* 35 pont; **52–55.** *Agócs Angéla*, *Fukker Bertalan*, *Iberpaker Péter*, *Megyeri Gábor* 34 pont; **56–58.** *Fábián Zsuzsa*, *Mágori András*, *Molnár András* 33 pont; **59–62.** *Antal 193 Péter*, *Bogdán József*, *Pinizsi Katalin*, *Rétfalvi Teofil* 32 pont; **63–66.** *Aranyosi Gábor*, *Balogh 225 Gabriella*, *Farkas Melinda*, *Izsák Andrea* 31 pont; **67–71.** *Domonkos Zoltán*, *Kovács Balázs*, *Orosz Gergő*, *Steigerwald Gábor*, *Véber Andrea* 30 pont; **72–76.** *Lestyán Gyula*, *Nagy 279 Mónika*, *Répási Ivett*, *Ritzinger György*, *Simon András* 29 pont; **77–81.** *Bartha 321 Ágnes*, *Demsa Lóránd*, *Fegyveres Krisztína*, *Oros Eszter*, *Székely Ádám* 28 pont; **82.** *Csanádi Sándor* 27 pont; **83–85.** *Hochstein Nikoletta*, *Reiss Attila*, *Szabó Gabriella* 26 pont; **86–93.** *Csetényi Zoltán*, *Ipacs Bence*, *Lakatos Ádám*, *Marthy Gabriella*, *Oláh Csaba*, *Regula Gergely*, *Svoób Eszter*, *Szabó 984 Attila* 25 pont; **94–101.** *Boldizsár Bertalan*, *Erős Gábor*, *Görzsöny Erika*, *Magyar Dániel*, *Miskolczi Dóra*, *Nagy 742 Márton*, *Pálfi Zoltán*, *Tímár Gábor* 24 pont; **102–107.** *Fürst Ágnes*, *Gyökeres Ágnes*, *Károly Róbert*, *Papp 249 Diána*, *Schäffer Zsolt*, *Szintai Judit* 23 pont; **108–110.** *Győrke Diána*, *Hajdú Péter*, *Szilágyi Edit* 22 pont; **111–115.** *Gašpar Marika*, *Katona Richárd*, *Szakács Péter*, *Tóth 355 Zoltán*, *Völgyi Csaba* 21 pont; **116–122.** *Csépány Gábor*, *Deák Péter*, *Horváth Halas Péter*, *Loscsik László*, *Schmidt Nikolett*, *Schultz Norbert*, *Szabó 970 Tamás* 20 pont; **123–129.** *Dudás Péter*, *Farkas Viktor*, *Magócsi Anikó*, *Pári Viktor*, *Szántai Szabolcs*, *Tóth Rudolf*, *Víg Róbert* 19 pont; **130–135.** *Bús Katalin*, *Mánfai Balázs*, *Pogány Andrea*, *Rósa Gábor*, *Sebe Tamás*, *Takács Gábor* 18 pont; **136–140.** *Biczó Béla*, *Kovács Karolina*, *Sipos János*, *Szakál Péter*, *Tóth Katalin* 17 pont; **141–148.** *Almási András*, *Bagin Tibor*, *Eszenyi Gergely*, *Gyöngyösi Péter*, *Koreck Ferenc*, *Kovács Erika Renáta*, *Novák Attila*, *Róna Péter* 16 pont; **149–154.** *Baráth Emese*, *Rehák András*, *Ruzsás Sándor*, *Straubinger András*, *Ujj Nóra*, *Vozik Viktor* 15 pont; **155–165.** *Bazsala Emese*, *Fejes 207 János*, *Herman Rita*, *Majzik Péter*, *Nagy 213 Gergely*, *Ócsai Katalin*, *Pataki Péter*, *Simon 711 Judit*, *Szijjártó Zsuzsanna*, *Varga Zsuzsanna*, *Vereb Edina* 14 pont; **166–175.** *Bodó Gábor*, *Filó Vilmos*, *Huzella Balázs*, *Kálmán Gergely*, *Kovács Áron*, *Kovács 666 Péter*, *Liska Károly*, *Rozsnyai István*, *Viczkó Andrea*, *Villangó Roland* 13 pont; **176–183.** *Bein Márton*, *Dobos Tamás*, *Geszler Zoltán*, *Juhász Tamás*, *Kertész Dániel*, *Matusik 222 Szilárd*, *Török Bálint*, *Trella Várhelyi Tamás* 12 pont; **184–190.** *Ágas Attila*, *Bajkai Gyula*, *Balog Valéria*, *Hatyina László*, *Kosztin Béla*, *Lajkó Péter*, *Surányi Péter* 11 pont; **191–202.** *Bagi Fruzsina*, *Berkes Béla*, *Gaskó 804 Katalin*, *Hornuing András*, *Komlós Gábor*, *Murányi Tamás*, *Pap János*, *Rostás Attila*, *Soproni Attila*, *Szabados János*, *Szabó Zoltán*, *Varga Kálmán* 10 pont; **203–207.** *Beck Ákos*, *Csető Janka*, *Csomor Zoltán*, *Naszrai Tamás*, *Tóth Erna* 9 pont; **208–225.** *Arnold Eszter*, *Csiba Sándor*, *Csicsai Lenke*, *Dencs Norbert*, *Fodor László*, *Grósz Andrea*, *Horváth Illés*, *Kovács 555 Zsolt*, *László Sándor Elek*, *Madarász Zoltán*, *Molnár Réka*, *Nagy Csaba*, *Nagy Tamás*, *Plavecz Barnabás*, *Román András*, *Szabó 184 László*, *Tóth 527 Zoltán*, *Závori Zoltán* 8 pont. Kevesebb pontja van 88 versenyzőnek.

10. osztályosok

1–4. *Ambrus Gergely*, *Horváth 713 György*, *Kisfügedi Viktória*, *Varjú Péter* 79 pont; **5.** *Belkovits Katalin* 77 pont; **6–7.** *Nagy 314 Ádám*, *Szintai Balázs* 76 pont; **8.** *Soós 740 Károly* 74 pont; **9–10.** *Pápai Péter*, *Szilágyi Tamás* 71 pont; **11–12.** *Bálint Gergely*, *Horváth Ákos* 69 pont; **13.** *Toka László* 67 pont; **14–15.** *Kóbor János*, *Kurucz Endre* 66 pont; **16.** *Wéner Balázs* 65 pont; **17.** *Zalán Péter* 64 pont; **18–19.** *Börzsönyi Ádám*, *Sebestyén Zsolt* 63 pont; **20–23.** *Darabos Andrea*, *Daróczy Bálint*, *Germán Tibor*, *Pogátsa Attila* 61 pont; **24–26.** *Békási Sándor*, *Lajtha Balázs*, *Varga Dávid* 60 pont; **27–29.** *Dombai Péter*, *Rénes Sándor*, *Szamosújvári Ilona* 58 pont; **30–31.** *Kulcsár István*, *Vert Péter* 57 pont; **32–33.** *Buti András*, *Szalai 123 Gábor* 56 pont; **34–39.** *Ballók István*, *Fehér Dávid*, *Pozsgay Balázs*, *Sztankó Balázs*, *Vajda Péter*, *Wolf Péter* 55 pont; **40.** *Király Attila* 54 pont; **41.** *Raffai Péter* 52 pont; **42.** *Tóth Szilveszter* 51 pont; **43–44.** *Árvay Eszter*, *Nagy 281 Dávid* 50 pont; **45–48.** *Gelányi András*, *Halasi Tamás*, *Somorácz Áron*, *Szakál Zoltán* 49 pont; **49–50.** *Csibi Attila*, *Jurányi Zsófia* 48 pont; **51–53.** *Görög Mihály*, *Kolláth Endre*, *Lipcsei Gábor* 47 pont; **54–56.** *Ádám Zoltán*, *Fazekas 533 Éva*, *Lukács Tóth Kálmán* 46 pont; **57–59.** *Szabó Géza*, *Tóth 007 Balázs*, *Vorobcsuk András* 45 pont; **60.** *Karácsonyi József Sándor* 44 pont; **61–62.** *Farkas Ákos*, *Kiss Tímea* 43 pont; **63.** *Kenyér Tímea* 42 pont; **64–66.** *Győri Márton*, *Hóbor Sándor*, *Répási Gábor* 41 pont; **67–70.** *Hantosi Eszter*, *Pethő Balázs*, *Tóth 777 Balázs*, *Vajda 174 Tamás* 40 pont; **71–72.** *Almási Angelika*, *Henits Péter* 39 pont; **73–75.** *Erdős János*, *Gáspár András*, *Péter Kálmán* 38 pont; **76–80.** *Ádám Gábor*, *Czuriga Dániel*, *Faragó Péter*, *Horváth Zoltán*, *Pósa Ádám* 37 pont; **81–83.** *Frey Dóra*, *Hocsák Róbert*, *Kalmár Levente* 36 pont; **84–88.** *Fodor 133 Gyula*, *Kovács Katalin*, *Molnár Annamária*, *Pekk Enikő*, *Reviczky Ádám János* 35 pont; **89–91.** *Antal Ágnes*, *Enyingi Katalin*, *Tallián Miklós* 34 pont; **92–93.** *Bálint Péter*, *Szentirmai Dávid* 33 pont; **94–97.** *Csapó Ágnes*, *Gál 959 Balázs*, *Seres András Tamás*, *Talabér Gergely* 32 pont; **98–102.** *Bogatin György*, *Braun Melinda*, *Cseh Péter*, *Rudas Rozália*, *Tóth 612 Márton* 31 pont; **103–107.** *Horváth 004 Tamás*, *Moldvai Levente*, *Révész Ágnes*, *Sepsei Ivett*, *Vas Szabolcs* 30 pont; **108–111.** *Komolai Zoltán*, *Kovács 371 Zoltán*, *Letenyei Gábor*, *Orosz Mihály* 29 pont; **112–119.** *Béres Attila*, *Dani Bence*, *Fehér Ádám*, *Kubán Lóránt*, *Pesti Gábor*, *Szabó 777 Gergő*, *Vértényi Péter*, *Vizy Sándor* 28 pont; **120–122.** *Gádoros Patrik*, *Ngnyen Thank*, *Tarr Adrienn* 27 pont; **123–128.** *Bokor Barna*, *Friedrich Ádám*, *Puskás 85 Károly*, *Sedivi Márk*, *Tóthpál Csaba*, *Virág Dorottya* 26 pont; **129–135.** *Bartha Szabolcs Mihály*, *Horváth Péter*, *Jauernik Judit*, *Nagy Friderika*, *Tóth Adrienn*, *Varga Viktor*, *Varga 466 Zoltán* 25 pont; **136–143.** *Czanek Péter*, *Hangya Dániel*, *Kecskeméti Andrea*, *Naal Alexander*, *Németh 513 Róbert*, *Papp Ágnes*, *Szabó 636 Bálint*, *Szőts Miklós* 24 pont; **144–147.** *Csekő Tamás*, *Paál Csaba*, *Tatár András*, *Úri János* 23 pont; **148–156.** *Borbély Sándor*, *Borsos Gyula*, *Dános László*, *Kiss 183 Árpád*, *Medgyesi László*, *Szegedi Attila*, *Szlovák Tamás*, *Tóth Lajos*, *Visnovitz Tamás* 22 pont; **157–162.** *Czakó Gyula*, *Hegedűs 913 Vera*, *Kelemen Zsolt*, *Kiss 111 Péter*, *Koch Dénes*, *Szenes Áron* 21 pont; **163–171.** *Apanowicz Róbert*, *Dobán Szilárd*, *Fenyvesi Zsuzsanna*, *Káli Gábor*, *Kóródi Gábor*, *Nemes Incze Péter*, *Németh Brigitta*, *Sirok Eszter*, *Takács Tímea* 20 pont; **172–182.** *Decsi Tamás*, *Demeter Katalin*, *Görföl Tamás*, *Hizsák Gábor*, *Ivancsó Borbála*, *Jámbor Lajos*, *Kézér Krisztina*, *Kiss 189 Csaba*, *Sebestyén Zita*, *Ujlaki Mátyás*, *Vető Bálint* 19 pont; **183–192.** *Borza László*, *Gályász Péter*, *Gombás Péter*, *Hosszú Balázs*, *Kapitány Benedek*, *Karáth Krisztián*, *Lőrinczi Krisztián*, *Mihály Helga*, *Sebestyén Gábor*, *Tomasovics Attila* 18 pont; **193–197.** *Jobbágy István*, *Kovács 606 Péter*, *Polyák Zita*, *Sárközi Réka*, *Somosköví Áron* 17 pont; **198–202.** *Batu Levente*, *Dankó Tímea*, *Medve Kinga Sára*, *Pintér László*, *Szabó 515 István* 16 pont; **203–210.** *Gábor Csaba*, *Gombás Balázs*, *Kerekes 333 Attila*, *Musicz Ágnes*, *Óvári András*, *Szalai Csaba*, *Szathmári Marcell*, *Várkonyi Dániel* 15 pont; **211–219.** *Baka Nóra*, *Földi Csaba*, *Horváth Szilárd*, *Karácsony Ádám*, *Kele Zsuzsanna*, *Korcsmáros Adél*, *Paksa Tamás*, *Sárközi Dóra*, *Tóth Vilmos* 14 pont; **220–234.** *Ávéd János*, *Barta Annamária*, *Csaba Péter*, *Fitzl Csaba*, *Kaló Anikó*, *Kéri Zoltán Ádám*, *Koczka Csaba*, *Medveczky Csaba*, *Nagy 712 Gábor*, *Rajcsányi Ferenc*, *Sándor Olivér*, *Szalai Irén*, *Szekeres 761 András*, *Tóth 444 István*, *Zákányi Balázs* 13 pont; **235–248.** *Bálint Benjámin*, *Bölcskei András*, *Chalupa László*, *Csomán Gábor*, *Czupi Márton*, *Égerházi László*, *Fábián István*, *Ferencz Hajnal*, *Katona István*, *Kiss Tamás*, *Kovács 777 Péter*, *Ladányi Gergő*, *Mayer Adrienn*, *Novák Zoltán* 12 pont; **249–263.**

Dudás Pál Miklós, *Ekler Márton*, *Fábián Ágnes*, *Farkas 555 János*, *Fritz Zoltán*, *Góbor Krisztina*, *Karaszi Mihály*, *Kerekes Attila*, *Kiss Ádám*, *Makai Zoltán*, *Nagy 777 Péter*, *Pálszabó Krisztián*, *Péter Szilvia*, *Pinczés László*, *Tamás Milán* 11 pont; **264–271.** *Arató Orsolya*, *Baji Zsófi*, *Bárnai Ferenc*, *Bruzsa Géza*, *Katona Richárd László*, *Nagy Bálint*, *Palotás Ferenc*, *Stefán István* 10 pont; **272–276.** *Dávid László*, *Holobrádi Péter*, *Meggyes Péter*, *Nagy 202 Zoltán*, *Tóth 982 Ádám* 9 pont; **277–282.** *Csikós Dávid*, *Garai Zsolt*, *Hegedűs 472 Gergely*, *Szabó 182 Péter*, *Szarka Botond*, *Virág Viktor István* 8 pont; **283–298.** *Bata Róbert*, *Czigány Balázs*, *Havasi András*, *Hirt Szabolcs*, *Kálmán Zoltán*, *Kárász Endre*, *Kiss 111 Péter*, *Komeiner Zsanett*, *Moldvay Balázs*, *Molnár Dóra*, *Popovics Péter*, *Radok Edina*, *Szabó 007 Gabriella*, *Sztrunga Szabina*, *Varga Kornél*, *Zagarits Ágota* 7 pont. Kevesebb pontja van 36 versenyzőnek.

11. osztályosok

1. *Gáspár Merse Előd* 96 pont; **2.** *Hegedűs Ákos* 94 pont; **3.** *Máthé András* 85 pont; **4.** *Lábó Eszter* 84 pont; **5.** *Lábó Melinda* 83 pont; **6.** *Hamar Gábor* 78 pont; **7.** *Gajdos Béla* 76 pont; **8–9.** *Árki István*, *Székely Attila* 75 pont; **10.** *Friedl Zita* 74 pont; **11.** *Tóth 888 János* 73 pont; **12.** *Kiss 345 Gergely* 72 pont; **13.** *Buruzs Ádám* 71 pont; **14–17.** *Bacsárdi László*, *Enyedi Balázs*, *Fábián 016 Ákos*, *Kurucz Keve* 70 pont; **18.** *Mihics Henrik* 68 pont; **19–21.** *Antal András*, *Horváth 413 László*, *Jung János* 67 pont; **22.** *Horváth 013 Balázs* 66 pont; **23.** *Sax Balázs* 64 pont; **24.** *Bankó Krisztián* 63 pont; **25.** *Szima Ernő* 62 pont; **26.** *Schmeiszer Krisztián* 61 pont; **27–30.** *Horváth Lajos*, *Kasztner Tamás*, *Kiss Balázs*, *Perényi Marcell* 60 pont; **31–32.** *Patay Gergely*, *Tamás 131 Levente* 59 pont; **33–34.** *Erdélyi Ildikó*, *Kiss 123 József* 58 pont; **35–36.** *Nagy 387 János*, *Révai Balázs* 57 pont; **37–40.** *Jekkel Balázs*, *Molnár 454 Miklós*, *Zágoni 123 Csaba*, *Závodi Tamás* 56 pont; **41.** *Illés Balázs* 55 pont; **42–43.** *Gátszegi Ákos*, *Schmeiszer Kornél* 54 pont; **44.** *Csornai Gyula* 53 pont; **45–48.** *Madarász Ádám*, *Mezősi Balázs*, *Nagy Gergő*, *Pesti 421 Péter* 52 pont; **49–52.** *Hosszú Tamás*, *Mátyássy Gábor*, *Németh Gergely*, *Szélig Nikoletta* 51 pont; **53–54.** *Geri Péter*, *Tillinkó Zsanett* 50 pont; **55–57.** *Cziegler István*, *Drávavölgyi Tamás*, *Fábián Tamás* 49 pont; **58–59.** *Havasi Gergely*, *Menyhárt Sándor* 48 pont; **60.** *Molnár László Milán* 47 pont; **61–65.** *Csontos Gergő*, *Ekler Bálint*, *Héder Zoltán*, *Laudisz Balázs*, *Tóth 716 Bence* 46 pont; **66–68.** *Bicskey Viktor*, *Bodnár 111 Imre*, *Ozogány Katalin* 44 pont; **69–71.** *Kis 111 Benedek*, *Németh Zalán*, *Robotka Zsolt* 43 pont; **72–75.** *Balogh Tímea*, *Hajdu Péter*, *Klinda Gábor*, *Pereszlényi Attila* 42 pont; **76–77.** *Majzik Krisztina*, *Nagy 505 Attila* 41 pont; **78–80.** *Kovács 512 Zoltán*, *Kővári Mátyás*, *Láng Péter* 40 pont; **81–85.** *Hegedűs 107 Tamás*, *Lázár Zsolt*, *Nagy Bernadett*, *Raics Zoltán*, *Szabó Kornél* 39 pont; **86–87.** *Balogh 222 Balázs*, *Jekkel Csaba* 38 pont; **88–91.** *Gaál Zselyke*, *Kovács Kitti*, *Molnár Adrián*, *Szépe Bálint* 37 pont; **92–100.** *Alvarez Rafael*, *Gajári Dávid*, *Goda Benedek*, *Kovács Zoltán*, *Kővágó Gergely*, *Pálfi 888 István*, *Papp 290 Gábor*, *Radics Roland*, *Vastag Krisztián* 36 pont; **101–103.** *Domján Áron*, *Kiss 360 Sándor*, *Simon Zoltán* 35 pont; **104–107.** *Antal István*, *Gémes Miklós Ottó*, *Mátis István*, *Nagy István* 34 pont; **108–111.** *Kádár Tibor*, *Nederman János*, *Révész Péter*, *Soós István* 33 pont; **112–114.** *Gyöngy András*, *Jakab 444 Balázs*, *Zábrádi Gergely* 32 pont; **115–118.** *Fehér 018 Zsolt*, *Pálmay Mária-Julianna Dalma*, *Papp Dávid*, *Schwarz Tamás* 30 pont; **119–125.** *Beöthy Miklós*, *Demeter Zsolt*, *Kiss 101 Levente*, *Manrique Dávid*, *Sáfár Dénes*, *Szabó Krisztián*, *Togobickij Vera* 29 pont; **126–128.** *Balog Tamás*, *Eőry Tamás Tibor*, *Ritzinger 789 Ferenc* 28 pont; **129–131.** *Gulácsi Attila*, *Imre Norbert*, *Németh 222 Éva* 27 pont; **132–135.** *Czigány András*, *Ivaskó György*, *Karácsony Béla*, *Tóth 587 Viktória* 26 pont; **136–139.** *Benke Noémi*, *Soltész Noémi*, *Vajda Milán*, *Varga Gergely* 25 pont; **140–142.** *Gyenes Zoltán*, *Homonnai János Zsombor*, *Nagy 125 Tamás* 24 pont; **143–148.** *Ikladi Richárd*, *Lovász Zsolt*, *Madarász András*, *Pap Zsolt*, *Szabó 777 Pál*, *Vértesi Vera* 23 pont; **149–154.** *Busa Gábor*, *Csabai András*, *Föglein Ágnes*, *Kovács Benedek*, *Lődör Zoltán*, *Mihályi Balázs* 22 pont; **155–160.** *Cseh András*, *Csiszár Gábor*, *Kápolnai Richárd*, *Kulcsár Tibor*, *Ludányi Zoltán*, *Weisz György* 21 pont; **161–163.** *Fehér Edit*, *Papp 517 József*, *Rajna Ákos* 20 pont; **164–169.** *Bódis Szomorú András*, *Krekács László Szilárd*, *Péter Szilárd*, *Szekeres Nóra*, *Szivós Zoltán*, *Triebl László* 19 pont; **170–183.** *Balogh Zsuzsanna*, *Barta Gergely*, *Csathó Csaba*, *Dénes Csaba*, *Lantos János*, *Musch Zoltán*, *Pozsonyi Gergő*, *Schlotter Ildikó*, *Schmerl Gábor*, *Siteri Arnold*, *Szalai 313 János*, *Tóth 606 Károly*, *Venter György*, *Vörös Csaba* 18 pont; **184–197.** *Angi Balázs*, *Balogh László*, *Balogh Szilveszter*, *Jancski Dóra*, *Kelemen Anna*, *Kovács 751 Róbert*, *Kövesárki Péter*, *Matin Tamás*, *Oroszlány Endre*, *Szabó 482 Béla*, *Szentpéteri Róbert*, *Taraza Busra*, *Vidra Zsolt*, *Virág József Róbert* 17 pont; **198–206.** *Babjuk Balázs*, *Kollár István*, *Konaka Noémi Rika*, *Meinczinger Tamás*, *Pfeffer I. Ferenc*, *Sebestyén Balázs*, *Sebő Attila*, *Sipőcz Tamás*, *Szakál Tivadar* 16 pont; **207–213.** *Földi Ágota Anna*, *Gebauer György*, *Kiss Norbert*, *Kleinheincz Zoltán*, *Kurucz Pál*, *Madarász Éva*, *Thier Gergely* 15 pont; **214–218.** *Bognár Tamás*, *Csuka Bernát*, *Hekk Andrea*, *Horváth 530 András*, *Varga 425 Álmos* 14 pont; **219–224.** *Döme Botond*, *Hassan Basil*, *Hegedűs Árpád*, *Kalamár Mária*, *Patkós Gyula*, *Takács Gergely* 13 pont; **225–232.** *Barics Krisztián János*, *Berta Andrea*, *Bíró Erika*, *Bíró 21 János*, *Kőmíves Csilla*, *Ladányi Gábor*, *Molnár 1082 Péter*, *Pintér Melinda* 12 pont; **233–241.** *Bachraty Gergely*, *Estók Előd*, *Hajdrik Ildikó*, *Ivánszki Szilvia*, *Iványi István*, *Kubinyi Iván*, *Reményi Gábor*, *Végi András*, *Wohner Nikolett* 11 pont; **242–247.** *Csernus Attila*, *Fekete Gábor*, *Jusztin Balázs*, *Kovács Zoltán*, *Péter Attila*, *Volasek Szabolcs* 10 pont; **248–256.** *Felföldi Zita*, *Hartman Zoltán*, *Iváncsik Ervin*, *Jászberényi István*, *Kovács Zsombor*, *Kutas Roland*, *Schneider László*, *Szente Bálint*, *Tóth 183 Eleonóra* 9 pont. Kevesebb pontja van 81 versenyzőnek.

12. osztályosok

1. *Katona Gergely* 96 pont; **2.** *Terpai Tamás* 88 pont; **3.** *Ravasz Mária-Magdolna* 86 pont; **4.** *Tóth 768 Bálint* 85 pont; **5.** *Lengyel Tímea* 82 pont; **6–7.** *Kenyeres Péter*, *Lenk Sándor* 79 pont; **8.** *Németh Péter* 78 pont; **9.** *Buella Csaba* 77 pont; **10.** *Takács Gábor* 75 pont; **11.** *Horváth 202 Gábor* 74 pont; **12.** *Ábrány Miklós* 73 pont; **13–14.** *Huszár Péter*, *Varga 007 István* 71 pont; **15.** *Szenderák András* 70 pont; **16.** *Péterfalvi Csaba Géza* 69 pont; **17–18.** *Kóspál Ágnes*, *Szabó László* 68 pont; **19.** *Gál Csaba* 67 pont; **20–21.** *Mach Tivadar*, *Végh A. László* 66 pont; **22.** *Száraz Zoltán* 64 pont; **23.** *Kárpáti Zoltán* 62 pont; **24.** *Gueth Krisztián* 61 pont; **25.** *Berényi Melinda* 60 pont; **26.** *Samu Axel* 59 pont; **27–29.** *Deliága Judit*, *Heil Zalán*, *Vető Bálint* 56 pont; **30.** *Hegyi Péter* 55 pont; **31–32.** *Gyöpös Noémi*, *Pári Csaba* 54 pont; **33–35.** *Dési Balázs*, *Józsa Georgina*, *Kardos Dániel* 53 pont; **36–37.** *Dobos Gábor*, *Váry György* 52 pont; **38.** *Nagy 333 Kálmán* 51 pont; **39.** *Tóth Bálint* 47 pont; **40.** *Mersich András* 46 pont; **41–42.** *Hangya Balázs*, *Mező Tamás* 44 pont; **43.** *Szerencsi Judit* 43 pont; **44–45.** *Bosznay Tamás*, *Pályi András* 42 pont; **46.** *Varga Sándor* 41 pont; **47–50.** *Gönci Balázs*, *Gulyás 980 Nándor*, *Kovács 567 Lajos*, *Lukács Árpád* 39 pont; **51.** *Krejcarek Máté* 37 pont; **52–53.** *Tőzsér 169 Imre*, *Ungvári Gergely* 36 pont; **54–55.** *Simon Zoltán*, *Takaró Gábor* 35 pont; **56–57.** *Kerner Ferenc*, *Szőcs Teodóra* 33 pont; **58.** *Borbély András* 32 pont; **59–60.** *Illés Dániel*, *Nagy 512 Marianna* 31 pont; **61.** *Sallay Réka* 30 pont; **62–65.** *Czethoffer Balázs*, *Kovács 232 Péter*, *Palásti Gábor*, *Szoboszlai Réka* 29 pont; **66–68.** *Garamszegi Zoltán*, *Paukovics Diána*, *Szokolóczi Dorottya* 28 pont; **69.** *Nagy Róbert* 27 pont; **70–71.** *Fehér Gergely*, *Tóth Gábor* 26 pont; **72–73.** *Föglein Anna*, *Szabó 997 Péter* 25 pont; **74.** *Sipos Tünde* 24 pont; **75–77.** *Majzik Róbert*, *Stoll Péter*, *Tóth 999 Attila* 23 pont; **78.** *Ráth Krisztián* 22 pont; **79–80.** *Bányász Katalin*, *Végh Zoltán* 21 pont; **81–84.** *Banga Csilla*, *Cseke Botond*, *Molnár Csaba*, *Szekeres Nóra* 19 pont; **85–90.** *Bozsó Dávid*, *Czoevek Imre*, *Ivády Balázs*, *Mészáros András*, *Szarvas Viktor*, *Szilágyi Attila* 18 pont; **91.** *Bujtár 256 Péter* 17 pont; **92–93.** *Kiss 540 Balázs*, *Sipos Zoltán* 16 pont; **94–98.** *Dancsó Zsuzsanna*, *Gáspár Zsolt*, *Kálmán Csaba*, *Klinger János*, *Tóth László* 15 pont; **99–104.** *Ispánovity Péter Dusán*, *Jakab Gábor*, *Lőrincz Vilmos*, *Maknics Dávid*, *Rusznák Luca*, *Szép László* 14 pont; **105–106.** *Lászka Éva*, *Náfrádi Bálint* 13 pont; **107–110.** *Légár Ágnes*, *P. Tóth András*, *Szabó Orsolya*, *Varga 577 István* 12 pont; **111–113.** *Csigás Zoltán*, *Kundráth Péter*, *Malkó Tibor* 11 pont; **114–117.** *Bálint Endre*, *Fehér Emese*, *Kicsiny 153 Richárd*, *Sarkadi Péter* 10 pont; **118–120.** *Kiss Marianna*, *Nagy-György Renáta*, *Szolomájer Csaba* 9 pont. Kevesebb pontja van 20 versenyzőnek.

CSILLAGÁSZAT

Rovatvezető: Horányi Gábor

Újdonságok

Gamma sugarakban fürdött a Föld

1998. augusztus 27-én Földünk olyan erős gammakitörésben „fürdött”, hogy számos Föld körül keringő, illetve naprendszerbeli űrszonda ezt a magas értéket már mérni sem tudta. A sugárzás forrása az Aquila (Sas) csillagképben, tőlünk kb. 20 ezer fényévre levő, erősen mágneses SGR 1900+12 neutroncsillag volt. Ezt az ún. magnetart már hetek óta figyelték a csillagászok, de mielőtt felfedezéséről beszámolhattak volna, a csillag „kérge” viharos erősségű gamma-sugárzás kíséretében megrepedt. Az objektum mágneses tere 800 trilliószor erősebb, mint a Földé, és kb. 100-szorosa az eddig ismert legerősebb mágneses terű égitestekének.

Egészen más természetű gamma-felvillanást észleltek 1999. január 23-án. Az ilyen kitörések észlelésére készen álló automatikus, műholdas és földi megfigyelők már néhány másodperccel a felvillanás észlelése után értesítették egymást, s kb. 20 másodperccel később megkezdték a kérdéses égterület fényképezését. Ekkor a gammakitörés hevessége még egyre fokozódott, s csak azután kezdett gyengülni, miután már a második, 5 s expozíciós idejű felvétel is elkészült róla. Az ezt követő optikai és rádióészlelések egy távoli galaxist találtak a kitörés forrásának irányában, de kiderült, hogy a kitörés nem ebből a galaxisból ered. A galaxis optikai színképében mérhető vöröseltolódás nem egyezett a felvillanás forrására jellemző vöröseltolódással. A számítások szerint a gammasugárzás forrása az észlelhető Világegyetem sugarának kb. 80%-át kitevő távolságra van tőlünk. Valószínű, hogy a távoli gammaforrás sugárzását az előtte elhelyezkedő közeli galaxis gravitációs lencse-hatása térítette felénk.

Új bolygók naptípusú csillagok körül

A Naprendszerünkön kívül talált bolygók száma mára egy tucat fölé emelkedett. A múlt évben a Keck I. obszervatórium 10 m átmérőjű óriástávcsövével két új bolygót is találtak. Az egyik a SAO 68845 jelű 7.9 magnitúdó látszó fényességű csillag körül kering; tömege a Jupiteréhez lehet hasonló, pályasugara mindössze 6 millió km, keringési ideje 3 nap. A másik újonnan felfedezett bolygó az első olyan égitest, amely Föld-Nap távolságnyira kering saját csillagától, a SAO 145906-tól. E 6.6 magnitúdós csillag az Aquarius csillagképben van, s frissen felfedezett bolygója 437 nap alatt kerüli meg.

Baj van a gravitációs törvénnyel?

Az Ulysses űrszonda elnyúlt pályáján halad el a Nap pólusai fölött, és jut el egészen a Jupiterig. A pályakoordináták folyamatos megfigyelése arra a meglepő eredményre vezetett, hogy a szonda nem követi pontosan a gravitációs törvényből számított pályát. A NASA Jet Propulsion Laboratory egyik munkatársa szerint az Ulysses, valamint a

Pioneer-10 és a Pioneer-11 rádiójeleinek elemzése alapján megállapítható, hogy az űrszondákra ható gravitációs erő nagyon kis mértékben eltér attól, amit a Nap és a bolygók hatásából számoltak. A különbség nem magyarázható kisebb naprendszerbeli testek zavaró hatásával, relativisztikus hatással, a Föld forgási sebességének változásával vagy az űrszonda gázkibocsátásával. Nem zárható ki azonban, hogy az eltérést egy még felderítetlen szisztematikus hiba okozza. Ha azonban valóban létezik ez a hatás, akkor alapvetően megváltoztathatja a gravitációra vonatkozó ismereteinket.

Makk Péter és **Csaba György Gábor**
Veres Péter Gimnázium

Kozmológia

Kik vagyunk? Hol vagyunk? Miért vagyunk itt? Miért pont egy ilyen helyen létezünk? Miért pont mi? Miért pont most? Egyáltalán, miért létezünk? Miért van a világ? S mi lenne, ha nem lenne semmi sem? Mi az, hogy semmi?

Amióta ember az ember, próbálja megfejteni az Univerzum titkait. Mítoszok, legendák, tudományos elméletek születtek. Isteneket, hősöket, fizikai elméleteket, matematikai képleteket hívtunk segítségül, hogy megoldást találjunk a talányokra. Hogyan keletkezett a Világegyetem? Hogyan alakult ki az anyag, amikor az Univerzum még csak sugárzások tüzes pokla volt? És vajon milyen lesz az Univerzum halála? Heves gravitációs összeroppanás, vagy pedig lassú hőhalál?

Ezek a kérdések mindenkit foglalkoztatnak. A válaszok a szabadon szárnyaló fantázia világában, az olykor egymásnak is ellentmondó fizikai modellek világában születnek meg. A természettudományos mítoszok világa ez, a mítoszoké, amelyek nagyon alkalmasak arra, hogy felkeltsék kíváncsiságunkat.

Manapság aligha vitatható, hogy az Univerzum egy hatalmas erejű robbanásban keletkezett. A Nagy Bumm óta Világegyetemünk egyre hűl, tere tágul. A robbanás során hihetetlen mennyiségű energia koncentrálódott rendkívül kis helyen. Az elméletek mikroszkopikus fekete lyukak keletkezéséről, szupernehéz, kvarkokra és antikvarkokra bomló X-részecskékről, kvantummechanikai hatások következményeiként hirtelen felfúvódó Kozmoszról mesélnek. A felfúvódás azonban nem volt tökéletesen egyenletes. Parányi aszimmetria jött létre az Univerzum anyageloszlásában, és ezt a szabálytalanságot azóta a gravitáció tovább fokozta, s így az évmilliárdok alatt galaxisok, galaxishalmazok keletkezhettek. Azután 15–20 milliárd évvel a kezdetek után, egy átlagos galaxis átlagos spirálkarjában, egy átlagos csillag körül keringő átlagos kőzetbolygón létrejött az élet, és megszülettünk mi, intelligens lények – talán éppen azért, hogy megpróbáljuk megérteni a körülöttünk lévő világot.

`http://cosmo.supernova.akg.hu` – AKG Csillagászati szakkör – Kozmológia. A legfontosabb kozmológiai elméletek összefoglalása, a kozmológia története, filozófiai kérdések, a kozmológiai elméletekbe beépült modern fizikai elméletek ismertetése, a kozmológia legújabb eredményei.
`http://www.flash.net/~csmith0/` – A modern kozmológia legnehezebb problémái, közérthető módon megfogalmazva. Egyesített elmélet, féreglyukak, 10-dimenziós hiperterek, időutazás, sötét anyag. Érdekes cikkek híres professzoroktól.
`http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/public/cos_home.html` – A Cambridge Egyetem kozmológia honlapja. Kitűnő összefoglaló anyagok találhatók itt többek között az ősrobbanásról, a galaxisok, galaxishalmazok kialakulásáról, a mikrohullámú háttérsugárzásról, a kozmikus szuperhúrokról és a felfúvódás-elméletről is.

http://www.sciam.com/specialissues/0398cosmos/0398peebles.html – A Világegyetem evolúciója. Hubble-törvény, állandó-állapot modell, távoli galaxisok. A Scientific American anyaga.
http://www.sciam.com/specialissues/0398cosmos/0398freedman.html – Találgatások az Univerzum méretéről és koráról. Spirálgalaxisok távolsága a Földtől. A Scientific American anyaga.
http://www.sciam.com/specialissues/0398cosmos/0398linde.html – Minden fontos dolgot megtalálhatunk itt a felfúvódási elméletről. Önmagától fejlődő kozmikus buborékok rendszere a Világegyetem? A Scientific American anyaga.
http://www.sciam.com/specialissues/0398cosmos/0398rubin.html – Összefoglaló a sötét anyagról, amely gravitációs erejével összetartja a galaxisokat, és alapvetően befolyásolja a Világegyetem sorsát. Scientific American.
http://www.pbs.org/wnet/hawking/html/home.html – Stephen Hawking világa. Rendkívül ízlésesen kivitelezett honlap. Megoldatlan rejtélyek, a kozmológia nagy alakjai, lehetséges Univerzum-modellek. Információk Stephen Hawkingról.
http://www.edge.org/3rd_culture/smolin/smolin_p1.html – Talán a kvantumkozmológia képes lesz választ adni arra, hogy mi történt az ősrobbanás előtt? Nem valami látványos honlap, mégis sok érdekesség olvasható rajta.

Münz Márton
Alternatív Közgazdasági Gimn.

Könyvismertetés

Rákóczi Ferenc: Életünk a légkör. A könyv 15 fejezeten keresztül tárgyalja a légkörre vonatkozó valamennyi lényeges ismeretet. Foglalkozik a levegőfizika (sugárzások, termodinamika, kinematika, fény- és akusztikai jelenségek, légköri elektromosság) főbb kérdéseivel, tárgyalja a turbulencia problémáit és a szennyező anyagok diffúz terjedését is.

A levegőkémia területéről olvashatunk a légkört alkotó alap- és vendéggázok mennyiségéről, a légköri ózon problémáiról, a savas esőkről, a radioaktivitás kérdéseiről, beleértve ezek biológiai hatásait is.

Kimondottan meteorológiai tárgyú részeknek tekinthetők a légtömegekről, a frontokról, a ciklonokról és anticiklonokról, valamint a légkör általános cirkulációjáról írott fejezetek. Az időjárás előrejelzésének klasszikus módszerei mellett megismerkedhet az Olvasó a számítógépes numerikus előrejelzés módszereivel, a meteorológiai radarral és a meteorológiai mesterséges holdak nyújtotta információk hasznosságával.

A Föld légkörének jobb megismerését és a többi bolygókéval való összehasonlítását célozza a két utolsó fejezet, amely a Vénusz és a Mars légköréről szól.

A jó stílusban megírt könyv hasznos segítséget adhat a fizika, kémia, földrajz és biológia szakos tanároknak a tanításhoz és a szakköri munkához, a légköri folyamatok iránt érdeklődő tanulók pedig önállóan is forgathatják.

(Mundus Kiadó, 1083 Bp., Ludovika tér 2., 302 oldal, 78 ábra.)

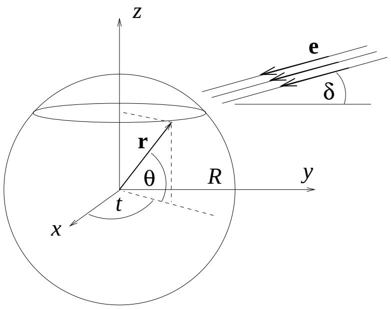
Fizika gyakorlatok és feladatok megoldása

FN. 3118. *Azt mondják, december* 22. *az év legrövidebb napja. A zsebnaptárak adatai szerint december* 11*-én nyugszik le a Nap a legkorábban (Budapesten* 15 h 53*-kor), viszont január* 2*-án kel fel a legkésőbb (Budapesten* 7 h 32*-kor). Magyarázzuk meg a jelenséget!*

Közli: *Vankó Péter,* Budapest

Megoldás. A jelenség arra vezethető vissza, hogy a napok deleléstől delelésig számított hossza az év során változik. Budapest a keleti szélesség 19. fokán van, az időzóna közepétől 4 fokkal keletre, ezért a Napnak (téli közép-európai idő szerint) 16 perccel dél előtt, 11 óra 44 perckor kellene delelnie. Az ettől való eltérést megadó összefüggést a csillagászok időegyenletnek nevezik. A delelés időpontjából levonva, illetve hozzáadva a nappal hosszának felét megkapjuk a napkelte, illetve a napnyugta időpontját, ezeket hasonlíthatjuk össze a zsebnaptárak adataival.

Először a nappal hosszát számítjuk ki. A napkelte és a napnyugta azzal jellemezhető, hogy a Nap sugarai merőlegesek a Föld középpontjából az adott földrajzi pontba mutató vektorra (*1. ábra*). Ha a Nap sugarai δ szöget zárnak be az Egyenlítő síkjával (vagyis a Nap az Ekliptikán a δ szélességi körön jár), akkor a sugarak irányvektora



1. ábra

$$\mathbf{e} = (0,\ -\cos\delta,\ -\sin\delta).$$

A θ földrajzi szélességi pont helyvektora

$$\mathbf{r} = R(\cos\theta\cos t,\ \cos\theta\sin t,\ \sin\theta),$$

ahol $t = 360^\circ/24$ óra $\cdot$ az eltelt idő (valamely kezdeti időponthoz képest). A vektorok merőlegességéből adódik, hogy

$$\mathbf{er} = -R(\cos\theta\cos t\cos\delta + \sin\theta\sin\delta) = 0,$$

amiből

$$\cos t = -\mathrm{tg}\,\theta\,\mathrm{tg}\,\delta. \qquad (1)$$

Az egyenlet t_1 és t_2 gyökeinek különbsége megadja az adott földrajzi szélességen és az adott napállásnál a nappal hosszát. Például az északi féltekén ($\theta > 0$) nyáron ($\delta > 0$) $t_1 - t_2 > 12\,\mathrm{h}$. Előfordulhat, hogy az (1) egyenletnek nincs megoldása, mert a jobb oldal értéke nagyobb 1-nél. Ez azt jelenti, hogy az adott földrajzi szélességen a Nap nem megy le, vagy nem kel föl.

A következő feladat az időegyenlet megmagyarázása. Az egyes lexikonokban megtalálható furcsa alakú függvény két hatás együttes eredményeként származtatható: 1. A Föld az ellipszis pályán nem állandó szögsebességgel kering a Nap körül. 2. A Föld tengelyferdesége miatt a Nap látszólagos pályája (az Ekliptika) $\gamma = 23^\circ 27'$ szöget zár be az

Egyenlítővel, és a Nap az Ekliptikán mozog közelítőleg egyenletesen. Mindkét effektus kicsi, ezért hatásukat külön-külön határozzuk meg, majd ezeket összegezzük.

1. A Föld $T_{cs} = 23^h\,56'\,4''$ alatt fordul meg a tengelye körül az állócsillagokhoz képest (csillagnap). Kepler II. törvénye (a perdületmegmaradás) szerint a keringés szögsebessége a Naptól való távolság négyzetével fordítottan arányos. Az átlagos szögsebesség $\Omega_{\acute{a}tl} = 2\pi/(365{,}241$ nap, ezért a Földnek átlagosan $\alpha_{\acute{a}tl} = 2\pi/365{,}241$ szöggel kell déltől délig (napi nap) többet fordulnia, mint egy teljes fordulat. Ezért egy napi nap átlagosan $\Delta T_{\acute{a}tl} = T_{cs} \cdot \alpha_{\acute{a}tl}/(2\pi) = 236$ s időtartammal hosszabb, mint egy csillagnap: $T_n = T_{cs} + 236\ \mathrm{s} = 24\,\mathrm{h}$.

A Nap–Föld távolság $R_{min} = 147{,}1 \cdot 10^6$ km és $R_{max} = 152{,}1 \cdot 10^6$ km között változik, átlagos értéke $R_{\acute{a}tl} = 149{,}6 \cdot 10^6$ km. Kepler II. törvényét felhasználva azt kapjuk, hogy a csillagnaptól való legnagyobb, illetve legkisebb eltérés $\Delta T_{max} = \Delta T_{\acute{a}tl} \cdot (R_{\acute{a}tl}/R_{min})^2 \approx 228$ s, illetve $\Delta T_{min} = \Delta T_{\acute{a}tl} \cdot (R_{\acute{a}tl}/R_{max})^2 \approx 224$ s.

A Föld január 1-én, 2-án van legközelebb a Naphoz, ezért a napi nap ekkor a leghosszabb, $T_{max} = 24^h 8''$, július 3-án van a legtávolabb, ekkor $T_{min} = 23^h\,59'\,52''$. A pályaegyenlet alapján levezethető, hogy a kis excentricitás miatt a napok hossza közelítőleg egy $A_{\Delta T} \approx 8$ s amplitúdójú koszinusz-függvény szerint változik:

$$T = 24\mathrm{h} + A_{\Delta T} \cdot \cos\frac{2\pi(d-1{,}5)}{365},$$

ahol d az év elejétől eltelt napok száma, az 1,5-ös szám pedig a függvény január 1. és 2. közötti maximumából adódik. A kifejezés második tagja a delelés időpontjának egy napra jutó megváltozását adja meg, ezért a delelés időpontja (integrálással):

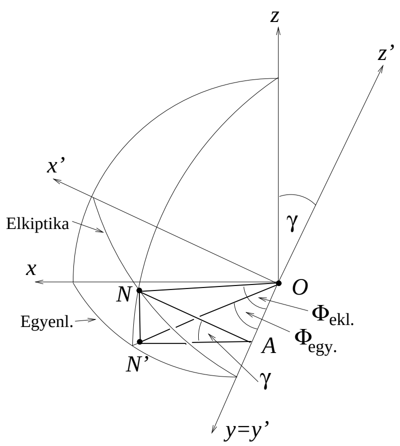
$$t_D = t_{D0} + \frac{365}{2\pi} \cdot A_{\Delta T} \cdot \sin\frac{2\pi(d-1{,}5)}{365} \approx 11^h\,44' + 7{,}7' \cdot \sin\frac{2\pi(d-1{,}5)}{365}.$$

2. A Nap látszólagos mozgását az Ekliptikán közelítőleg egyenletesnek tekinthetjük (most elhanyagoljuk az ellipszispályából adódó kis hatásokat). Az Ekliptika az Egyenlítő síkjával $23°27'$ szöget zár be, a Napnak az Egyenlítő mentén mért Φ_{egy} koordinátája nem egyenletesen változik. A *2. ábra* alapján

$$\mathrm{tg}\,\Phi_{ekl} = \frac{NA}{NO}, \qquad \mathrm{tg}\,\Phi_{egy} = \frac{N'A}{N'O}$$
$$N'A = NA \cdot \cos\gamma.$$

A fentiekből következik, hogy

$$\mathrm{tg}\,\Phi_{egy} = \cos\gamma \cdot \mathrm{tg}\,\Phi_{ekl}.$$



2. ábra

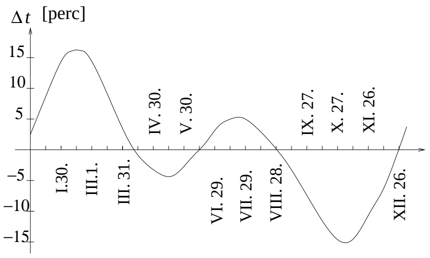
Az eltérésből $\tau = 24^h(\Phi_{ekl} - \Phi_{egy})/360°$ időeltolódás adódik. (A Földnek még ennyit kell fordulnia ahhoz, hogy ott deleljen a Nap, ahol delelne akkor, ha az Ekliptika egybeesne az Egyenlítővel.) Meg lehet mutatni, hogy a $\Phi_{ekl} - \Phi_{egy}$ különbség maximális értéke kb. 2,5°. Kihasználva ennek kicsinységét, és azt, hogy $\cos\gamma$ közel van 1-hez, levezethető, hogy az így adódó időeltolódás jó közelítéssel

$$\tau = 9{,}8' \cdot \sin\frac{4\pi(d+9)}{365},$$

ahol d ismét az év elejétől eltelt napok száma, a +9 pedig abból adódik, hogy a függvény december 22-én, a téli napfordulókor (és a nyári napfordulónál, meg a napéjegyenlőségek idején) veszi fel a nulla értéket. (Ekkor ugyanis $\Phi_{ekl} = \Phi_{egy}$.)

A delelés időpontját tehát (közelítőleg) a

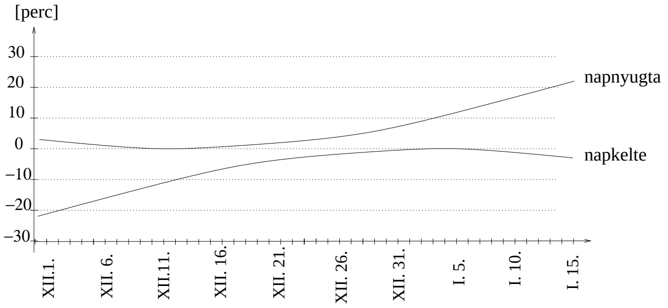
$$(2) \qquad t_D = 11^{h}\,44' + 7{,}7' \cdot \sin\frac{2\pi(d-1{,}5)}{365} + 9{,}8' \cdot \sin\frac{4\pi(d+9)}{365} = 11^{h}44' + \Delta t$$



3. ábra

függvény adja meg. A napkeltének és a napnyugtának a *deleléshez viszonyítva* egyszerre van szélsőértéke, nevezetesen december 22-én és június 22-én. A napkelte és a napnyugta *valódi ideje* viszont az időegyenlet miatt már nem ugyanakkor veszi fel szélsőértékét. Az időegyenletet a *3. ábra*, a napkelte és napnyugta téli szélsőértékeit a *4. ábra* mutatja.

Megjegyezzük még, hogy a nappal hosszát a fentieken kívül a légkör optikai hatása is befolyásolja (például március 21-én, a „napéjegyenlőségkor" a nappal kb. $12^{h}\,10'$ hosszú).



4. ábra

G. L. és *V. P.*

19 dolgozat érkezett. Kicsit hiányos (4 pont) Sipos András Árpád dolgozata, 3 pontot kapott Kocsis Bence, Sarlós Ferenc és Zawadowski Ádám. Hiányos (1–2 pont) 6, hibás 8, nem versenyszerű (név nélküli) 1 dolgozat.

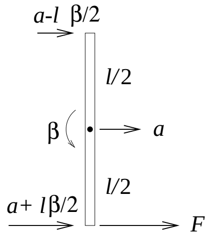
FF. 3178. *Egy* 20 cm *hosszú,* 0,05 kg *tömegű vonalzó fekszik egy légpárnás asztalon. Adott pillanatban a nyugalomban levő vonalzó egyik végére* 0,01 N *erő hat, a vonalzó hosszára merőlegesen, vízszintes síkban. Mekkora ebben a pillanatban a másik végpont gyorsulása?*

(5 pont) *Nagy László verseny,* Kazincbarcika

Megoldás. A rúd tömegközéppontjának gyorsulása a tömegközépponti tétel értelmében

$$a=\frac{F}{m}=\frac{0{,}01\ \mathrm{N}}{0{,}05\ \mathrm{kg}}=0{,}2\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}.$$

A rúd a tömegközéppontja körül gyorsuló forgómozgást is végez. Szöggyorsulása



$$\beta=\frac{M}{\Theta}=\frac{\frac{1}{2}Fl}{\frac{1}{12}ml^2}=\frac{6F}{ml}=6\ \mathrm{s}^{-2},$$

a végpontjainak a tömegközépponthoz viszonyított „kerületi” gyorsulása pedig

$$a_k=\frac{l}{2}\beta=\frac{3F}{m}=0{,}6\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}.$$

A rúd másik végének gyorsulása az erőhatás pillanatában $a_1=a-a_k=-0{,}4\ \mathrm{m/s^2}$. A negatív előjel arra utal, hogy a rúd másik, erőhatástól látszólag mentes vége a külső erővel ellentétes irányban, „visszafelé” kezd el gyorsulni.

Több megoldás alapján

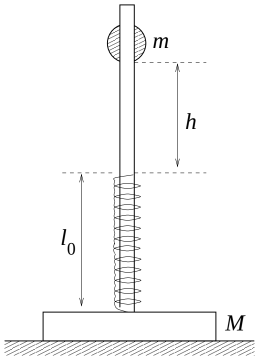
140 dolgozat érkezett. Helyes 108 megoldás. Kicsit hiányos (4 pont) 1, hiányos (1–3 pont) 25, hibás 6 dolgozat.

FF. 3181. *Az* ábrán *látható függőleges rúd és talapzatának együttes tömege M, az $l_0=16$ cm nyújtatlan hosszúságú húzó-nyomó rugó alsó vége a talapzathoz van rögzítve. A rúdon az $m=0{,}1$ kg tömegű átfúrt golyó súrlódásmentesen csúszhat. Ha a golyót óvatosan a rugóra helyezzük, akkor az összenyomódás $x_0=2$ cm lesz.*

a) Mekkora a rugóállandó?

b) Milyen h magasságból kell elengedni a golyót, hogy a rugó maximális összenyomódása $x_1=8$ cm legyen?

c) Tegyük fel, hogy a b) esetben a golyó és a rugó összekapcsolódik! Legalább mekkora az M tömeg értéke, ha a talapzat nem emelkedik meg?



(5 pont) *Bay Zoltán verseny,* Gyula

Megoldás. *a)* Mivel a D rugóállandójú rugó x_0 összenyomódás esetén tart egyensúlyt az mg nehézségi erővel, a rugóállandó

$$D=\frac{mg}{x_0}=49\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\approx 0{,}5\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}.$$

b) Amikor a rugó összenyomódása maximális, akkor a golyó sebessége éppen nulla, tehát a mozgási energiája is nulla. Alkalmazva a munkatételt:

$$-mg(h+x_1)+\frac{1}{2}Dx_1^2=0,$$

ahonnan az ejtés magassága

$$h = \frac{Dx_1^2}{2mg} - x_1 = \frac{x_1^2}{2x_0} - x_1 = 8 \text{ cm}.$$

c) A rugóhoz kapcsolódott golyó harmonikus rezgőmozgást végez. A rezgés amplitúdója a rugó legnagyobb összenyomódásának és az egyensúlyi helyzetnek megfelelő összenyomódásnak a különbsége, tehát $x_1 - x_0 = 6$ cm.

A golyó legnagasabb helyzeténél legnagyobb a rugó megnyúlása: 4 cm; ez x_0-nak éppen a kétszerese. Ebben a helyzetben a rugóerő:

$$F_{\max} = D \cdot 4 \text{ cm} = 2mg.$$

A talapzat akkor nem emelkedik fel, ha a $F_{\max} \leqslant Mg$, vagyis ha $M \geqslant 2m = 0{,}2$ kg.

Árki István (Paks, Vak Bottyán Gimn., 11. o.t.)

368 dolgozat érkezett. Helyes 183 megoldás. Kicsit hiányos (4 pont) 49, hiányos (1–3 pont) 134, hibás 2 dolgozat.

FGy. 3189. *Egy diák A Hale–Bopp üstökösről 4 perces expozíciós idővel készített felvételeket. A Föld forgásának következtében a képen a csillagok „csíkot húztak” maguk után.*

Becsüljük meg a következő adatokból a Föld forgási szögsebességét: A fényképezőgép objektívjének fókusztávolsága 300 mm*, a negatívokról* 4*-szeres nagyítást kért, ezen az egyik csillag nyomát* 23 mm*-nek mérte.*

(4 pont) Közli: *Friedl Zita,* Sopron, Széchenyi I. Gimn.

Megoldás. A csillagokból érkező fény – a csillagok nagyon nagy távolsága miatt – gyakorlatilag párhuzamos fénynyalábnak tekinthető, emiatt a képük a fókuszsíkban, a lencsétől 300 mm-re alakul ki. Ha $t = 4$ perc alatt a Föld radiánban mérve α szöggel elfordul, akkor a csillag képe a filmen $s = 300 \text{ mm} \cdot \alpha$ távolsággal eltolódik. A megadott számadatok szerint ez a távolság 23 mm$/4 = 5{,}75$ mm, ahonnan $\alpha \approx 0{,}02$ rad, ez $1{,}1^\circ$-nak felel meg. A Föld forgási szögsebességének becsült értéke

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \approx 8 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}.$$

A Föld 4 perc alatt ténylegesen 1°-ot fordul el, s ennek megfelelően a szögsebessége $7{,}3 \cdot 10^{-5}$ s^{-1}. Ez a becsült értéknél 10 százalékkal kisebb. Az eltérés a kinagyított csillagnyom mért hosszának, vagy esetleg a negatívról készített nagyítás értékének mérési hibájából adódhat.

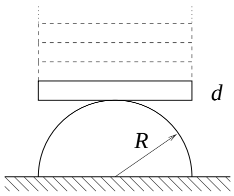
Visnovitz Tamás (Fazekas M. Főv. Gyak. Gimn. 10. o.t.) dolgozata alapján

Megjegyzések. 1. A megoldásban leírt becslésnél feltételeztük, hogy a csillag az égi egyenlítő közelében helyezkedett el. A Sarkcsillag képe például még hosszú expozíciós idő esetén sem „húz csíkot”, a hozzá „közeli” csillagok pedig rövidebb csíkot húznak, mint a „távolabbiak”. Ez azonban nem ad magyarázatot a 10 százalékos eltérésre, mert éppen ellenkező irányban módosítja a becslésünket, mint amerre az a pontos(abb) értéktől eltér.

2. A megadott számadatok pontatlansága nem indokolja, hogy a csillagnap és a napi nap közötti különbséget figyelembe vegyük. Ugyancsak indokolatlan, hogy a kb. 10 % pontos adatokból számolt „becsült” szögsebességet 5 (vagy esetleg még több) tizedesjegy pontossággal megadjuk.

108 dolgozat érkezett. Helyes 37 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 45, hiányos (1–2 pont) 10, hibás 4, nem versenyszerű 12 dolgozat.

FF. 3192. *Helyezzünk el egy dominót egy, a lapján fekvő félhenger tetejére az ábrán látható módon. Ha a dominót kis szöggel kitérítjük, majd elengedjük, periodikus, billegő mozgást végez a félhenger tetején. Hány dominót helyezhetünk egymás tetejére úgy, hogy ilyen billegések létrejöhessenek? Mekkora lehet egy* $2R$ *hosszú dominó legnagyobb szögkitérése, hogy még éppen ne csússzon le a félhengerről, ha közöttük a tapadó súrlódási együttható* $\mu = 0{,}1$*? (A dominó vastagsága* $d = 5$ mm, *a henger sugara* $R = 3$ cm.*)*



(6 pont) Közli: *Holics László,* Budapest

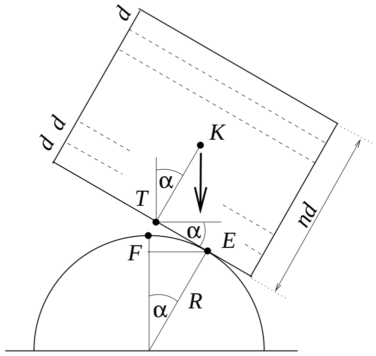
Megoldás. Tételezzük fel először, hogy a tapadó súrlódás elegendően nagy (tehát a dominók sem egymáson, sem pedig a félhengeren csúsznak meg), és vizsgáljuk meg, hogy milyen erők hatnak a dominó-oszlop α szöggel kibillent helyzetében. Az *1. ábrán* látható jelöléseket használva állíthatjuk, hogy TE megegyezik az EF ív hosszával, azaz $R\alpha$-val, hiszen a dominók tisztán gördülnek a félhengeren. Stabil billegés akkor alakulhat ki, ha az n dominóból álló merev test K tömegközéppontban ható nehézségi erő hatásvonala az E érintkezési ponttól balra esik, vagyis teljesül az

$$\frac{nd}{2}\operatorname{tg}\alpha = KT \cdot \operatorname{tg}\alpha < TE = R\alpha,$$

vagy az ezzel egyenértékű

$$n < \frac{2R}{d} \cdot \frac{\alpha}{\operatorname{tg}\alpha} < \frac{2R}{d} = 12$$

feltétel. Eszerint 11 dominóból álló oszlopot rakhatunk fel félhenger tetejére, ha stabil billegést akarunk létrehozni. (Ha α elegendően kicsi, akkor $\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$, tehát ilyenkor – nem túl nagy szögkitérések esetén – valóban fennáll a fenti egyenlőtlenség.)

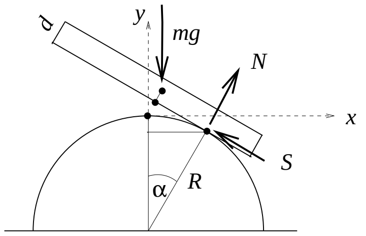


1. ábra

Másképp is érvelhetünk. A K tömegközéppont magassága – avagy az ezzel arányos helyzeti energia – a dominók vízszintes ($\alpha = 0$) helyzetében kell legyen a legkisebb, innen kicsit kibillentve a rendszert a helyzeti energiának növekednie kell. (Ha α növekedtével csökkenne a helyzeti energia, akkor a mozgási energia egyre nagyobb lenne, s ez ellentmond a stabil billegés feltevésének.) A tömegközéppont magassága a félhenger alapsíkja felett

$$h(\alpha) = R\cos\alpha + R\alpha\sin\alpha + \frac{nd}{2}\cos\alpha \approx \left(R + \frac{nd}{2}\right) + \alpha^2\left(\frac{R}{2} - \frac{nd}{4}\right).$$

(Felhasználtuk, hogy kicsiny szögekre $\sin\alpha \approx \alpha$ és $\cos\alpha \approx 1 - \alpha^2/2$.) Látható, hogy a rendszer helyzeti energiájának akkor lesz minimuma $\alpha = 0$-nál, ha $n < 2R/d = 12$, vagyis legfeljebb 11 dominót rakhatunk egymásra, ha periodikusan billegő mozgást akarunk létrehozni.



2. ábra

Foglalkozzunk most egyetlen dominó megcsúszásának problémájával! Vegyük fel a dominó α szöggel kibillentett helyzetében a testre ható erőket (*2. ábra*), majd írjuk fel a mozgásegyenleteket! A test tömegközéppontjának koordinátái:

$$x = R\sin\alpha - R\alpha\cos\alpha + \frac{d}{2}\sin\alpha \approx \frac{d}{2}\alpha,$$

$$y = \frac{d}{2}\cos\alpha + R\alpha\sin\alpha - R(1-\cos\alpha) \approx R + \frac{d}{2}.$$

(Ismét alkalmaztuk a kicsiny szögek szögfüggvényeire vonatkozó közelítő formulákat, továbbá α négyzetét és magasabb hatványait elhanyagoltuk.)

A mozgásegyenletek:

$$N\sin\alpha - S\cos\alpha = ma_x,$$
$$mg - N\cos\alpha - S\sin\alpha = ma_y,$$
$$S\frac{d}{2} - NR\alpha = \Theta\beta,$$

ahol Θ a dominó tehetetlenségi nyomatéka a tömegközéppontján átmenő tengelyre vonatkoztatva, β pedig a szöggyorsulása. (Mivel $d \ll R$, a dominót tekinthetjük vékony lemeznek, melyre a rúdhoz hasonlóan $\Theta \approx \frac{1}{3}mR^2$.)

A mozgásegyenletekben is közelítve a szögfüggvényeket és tömegközépponti koordináták, valamint a szögelfordulás közötti kapcsolatot kihasználva a következő egyenleteket kapjuk:

$$N\alpha - S = m\frac{d}{2}\beta,$$
$$N - mg = 0,$$
$$S\frac{d}{2} - NR\alpha = \frac{1}{3}mR^2\beta.$$

Az egyenletrendszert megoldva megkaphatjuk a szöggyorsulás és a szögkitérés kapcsolatát:

$$\beta = -\alpha\cdot\frac{3g}{R^2}\left(R - \frac{d}{2}\right).$$

Stabil harmonikus rezgés akkor jöhet létre, ha a zárójelben álló kifejezés pozitív, vagyis ha $d < 2R$. (Ez a megadott számértékekkel nyilván teljesül, de ha d helyébe nd-t írunk, megkapjuk az n darab dominó rezgésének korábban meghatározott $n < 2R/d$ feltételét is.)

A mozgásegyenletek fenti közelítő alakjából kiszámíthatjuk az S súrlódási erőt, az N nyomóerőt, majd ezek segítségével a megcsúszás elkerülésének feltételét is:

$$S(\alpha) \approx mg\alpha\left(1 + \frac{3d}{2R}\right) < \mu N \approx \mu mg.$$

Látható, hogy α növekedtével S is növekszik, az N nyomóerő pedig gyakorlatilag változatlan (nevezetesen az mg-vel egyezik meg), emiatt a csúszásmentes gördülés feltétele a legnagyobb szögkitérésnél a leginkább kritikus. Ez a maximális szögkitérés

$$\alpha_{\max} < \mu\left(1+\frac{3d}{2R}\right)^{-1} \approx 0{,}08,$$

ami fokokra átszámítva kb. 4,6°-nak felel meg.

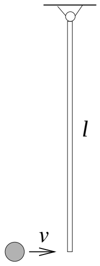
Több dolgozat alapján

Megjegyzések. 1. A legnagyobb kitérésre adódó szög viszonylag kicsiny számértéke utólag „megerősíti” a számolás során alkalmazott közelítések jogosságát (vagy legalább azt mutatja, hogy nincs ellentmondás az alkalmazott közelítés és a kapott végeredmény között). Néhányan kevesebb közelítéssel éltek, és a viszonylag bonyolult formulákat numerikusan vagy grafikusan értékelték ki. Ők a kitérés felső korlátjára 4,61°-ot kaptak.

2. Sokan – tévesen – azt állították, hogy az α szögben kibillentett dominó lényegében egy α szögű lejtőn „érzi magát”, és azon a megcsúszás határszögének ismert $\mu = \operatorname{tg}\alpha$ képletéből $\alpha < \operatorname{arctg}\mu = 5{,}7^\circ$-ot kaptak. Ebben a gondolatmenetben ott a hiba, hogy nem veszi figyelembe a sztatikus helyzet és a gyorsuló mozgás közötti különbséget. A dominó tömegközéppontja – közelítőleg – harmonikus rezgőmozgást végez, a szélső helyzetben tehát van gyorsulása (sőt mi több, ott a legnagyobb a gyorsulása!), emiatt a súrlódási erőnek nem csak a súlyerő megfelelő komponensével kell egyensúlyt tartania, hanem a gyorsításhoz szükséges „többletet” is fedeznie kell.

61 dolgozat érkezett. Helyes (6 pont) Gáspár Merse Előd, Hegedűs Ákos, Katona Gergely, Péterfalvi Csaba, Ravasz Mária-Magdolna és Terpai Tamás megoldása. Kicsit hiányos (5 pont) Kiss Gergely és Tóth Bálint dolgozata, hiányos (1–3 pont) 4, hibás 9 dolgozat.

FGy. 3197. *Egy* 2 kg *tömegű test* 0,3 m/s *vízszintes sebességgel rugalmasan ütközött az egyik végén felfüggesztett* 1,5 m *hosszú és* 3,36 cm *átmérőjű, homogén rúd alsó végével, s közben teljes mozgási energiáját átadta a tőle elpattanó rúdnak. Milyen anyagból készülhetett a rúd? Mekkora szögsebességgel indult el, s mennyi idő múlva haladt át újra a kiindulási helyzeten?*
(4 pont) Közli: *Simon Péter,* Pécs



Megoldás. Az ütközés rugalmas, emiatt a rendszer teljes mechanikai energiája (a golyó mozgási energiájának és a rúd forgási energiájának összege) nem változik meg. Másrészt a felfüggesztési pontra vonatkoztatva az ott ható erőknek nincs forgatónyomatéka, így a rendszer teljes perdülete sem változhat meg az ütközés során:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\Theta\,\omega^2,$$
$$mvl = \Theta\,\omega,$$

ahol v az m tömegű test sebessége az ütközés előtt, ω pedig az M tömegű, l hosszúságú, tehát a végpontjára vonatkoztatva $\Theta = Ml^2/3$ tehetetlenségi nyomatékú rúd szögsebessége közvetlenül az ütközés után. A fenti egyenletekből $\omega = v/l$, illetve $M = 3\Theta/l^2 = 3m = 6$ kg adódik.

A rúd tömegének és geometriai méreteinek ismeretében kiszámíthatjuk a sűrűségét: $\varrho = 4{,}51$ kg/m^3 értéket kapunk. Eszerint a rúd pl. titánból, vagy egy azzal megegyező sűrűségű ötvözetből készülhetett.

Az ütközés után a rúd fizikai ingaként leng. A legnagyobb kitérése α szöge a munkatételből határozható meg:

$$\frac{1}{2}\Theta\,\omega^2=\frac{Mgl}{2}(1-\cos\alpha),$$

ahonnan $\alpha\approx 3{,}6^\circ$ adódik. Ez a szög elegendően kicsiny ahhoz, hogy az inga lengésidejének képletét alkalmazzuk. A kiindulási helyzeten a rúd egy fél lengésidő múlva halad át ismét. Ez az idő

$$t=\frac{T}{2}=\pi\sqrt{\frac{2\Theta}{Mgl}}=\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}=1{,}00\ \text{ s.}$$

Több dolgozat alapján

231 dolgozat érkezett. Helyes 102 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 47, hiányos (1–2 pont) 59, hibás 20, nem versenyszerű 3 dolgozat.

Mérési feladatok megoldása

201. *Mérjük meg a lépéshossz, illetve a lépések frekvenciájának sebességfüggését – lassú sétától a gyors futásig!*

(6 pont) Közli: *Szabó Endre,* Révkomárom

Megoldás. Célszerű a mérést egy ismert (vagy egyszeri méréssel meghatározható) L hosszúságú távon (sportpályán, mérőszalaggal megmért hosszúságú folyosón, utcaszakaszon) végezni. A táv megtételéhez szükséges T idő stopperral vagy másodpercmutatós karórával) mérhető, a lépések n száma „fejben” számolható. Elegendő kettesével vagy négyesével számolni a lépéseket, ez a tempó jobban megfelel az átlagos adatfeldolgozási (fejszámolási) sebességünknek. Azok jártak el körültekintően, akik nem a „rajtvonaltól” indultak, hanem néhány méterrel távolabbról, s a mérés kezdőpontjához már állandónak tekinthető sebességgel érkeztek. Ha a mérési hossz elegendően nagy (40-50 méter), a lépések száma is elég nagy lesz; ilyenkor nem kell törődnünk az első és az utolsó lépés egész vagy tört értékének kérdésével. A rövidebb távolságokon mérőknek ez gondot okozott.

Volt olyan kísérletező, aki nem mérte meg „méterben” a kiválasztott táv hosszát, hanem azt mondta: éppen ezt a távolságot választom hosszegységnek. Ez megtehető, az ő mérési adatainak egymáshoz viszonyított *arányai* függetlenek a hosszegységtől. Mégsem célszerű az önkényes egységek használata, mert megakadályozza különböző emberek különböző helyeken és más-más időben végzett mérési eredményeinek összevetését. (Gondoljuk csak végig, mennyire nehézkes és félreérthető volt a régebben használt sokféle hossz-, tömeg- és térfogategység.)

Többen kihasználták, hogy a mérés idején éppen havas volt a föld, így a lábnyomok számát és akár az egyes lépések távolságát is meg tudták határozni. Mások benedvesített cipőjükkel száraz aszfalton vizes lábnyomokat hagytak, majd ezeket a nyomokat értékelték ki. Ezek elvben helyes módszerek, de nagyon megnövelik a mért adatok számát és megnehezítik az adatfeldolgozást. Voltak, akik sok lépés hosszát egyenként megmérték, majd a mért adatok átlagát (számtani közepét) képezték. Eredményük megegyezik azzal, mintha a teljes távot elosztották volna a lépések számával. (Igaz ugyan, hogy a részletes adatsor ingadozásából, a lépéshosszak eltéréséből felvilágosítást kaphatunk a mérés hibájáról, de ezért nagy árat fizetünk. Célszerűbb a teljes táv megtételét többször megismételni, s az adatok ilyenkor is fellépő szórásából következtetni a mérés hibájára.)

Egy-egy mérés adataiból kiszámíthatjuk az átlagos $l=L/n$ lépéshosszat, a lépések $f=n/T$ frekvenciáját (egy lépés átlagos idejének reciprokát), valamint a $v=L/T$ átlagsebességet, majd grafikonon ábrázolhatjuk az összetartozó $l(v)$ és $f(v)$ értékeket. A tapasztalat azt mutatja, hogy a lépésfrekvencia a sebesség monoton növekvő függvénye, de a növekedés nem egyenletes, kb. 2–3 m/s-nál szinte állandó a frekvencia. A lépések hossza ugyanebben a tartományban visszaesik, majd a sebesség növekedtével ismét nő. Többen megfogalmazták azt a sejtést, hogy a váltás akkor következik be, amikor (amekkora sebességnél) a gyaloglásról futásra térünk át. Voltak, akik éppen ellenkező jellegű váltást tapasztaltak: azt figyelték meg, hogy amikor sietős gyaloglásról nagyjából hasonló sebességű lassú futásra térnek át, akkor a lépéseik hossza megnyúlik, miközben a lépések gyakorisága lecsökken.

Kevesen figyeltek fel rá, hogy az $f(v)$ és az $l(v)$ függvények nem függetlenek egymástól, hiszen a szorzatuk éppen v-vel egyenlő. Emiatt lehetetlen, hogy mindkét függvény lineáris legyen, tehát hibás az a próbálkozás, hogy mindkét adatsorra egyenest illesszünk. Néhányan a lépéshosszat a frekvencia függvényében is ábrázolták. (Ez sem független a többi összefüggéstől, ennek ellenére hasznos lehet, mert más oldalról mutatja be a mérési adatokban rejlő információkat.) Néhányan rájöttek az $l\cdot f=v$ kapcsolatra, de ebből – tévesen – arra következtettek, hogy mind a lépéshossz, mind pedig a lépések frekvenciája arányos *kell* legyen a sebességgel. Az is hibás feltételezés (indokolatlan extrapoláció), ha a mért l és v adatokra az origón átmenő $l(v)$ függvényt erőltetünk. Nagyon kicsiny (még lassú sétálásnak sem nevezhető) sebességeknél általában nem lépünk nagyon kicsiket, csak a lépések gyakoriságát (frekvenciáját) csökkentjük le. Természetesen ha szándékosan „természetellenesen” járunk, akkor a „tipegéstől” az „osonásig” sokféleképpen érhetünk el kicsiny haladási sebességet.

Legtöbben saját magukon „kísérleteztek”, néhányan azonban az osztálytársaik segítségét is igénybe vették. Ha több ember is részt vesz a mérésben, akkor több és megbízhatóbb adatot nyerhetünk (hiszen pl. az időmérés és a lépések számlálásának feladata megosztható). Voltak, akik kapcsolatot kerestek a mozgó személy testmagassága és a járási stílusa között. Azt a sejtést is megfogalmazták, hogy kellő számú „kalibrációs” mérés után egy ismeretlen személy $l(v)$ vagy $f(v)$ grafikonjából következtetni tudnának a személy magasságára.

40 dolgozat érkezett. 6 pontot kapott Gáspár Merse Előd, Hegedűs Ákos, Katona Gergely, Kiss Gergely, Kóspál Ágnes, Kovács Géza és Lengyel Tímea megoldása. Kicsit hiányos (5 pont) 9, hiányos (1–4 pont) 23, nem versenyszerű (névtelen) 1 dolgozat.

202. *Mérjük meg a beesési szög függvényében, hogy egy műanyag vonalzó a ráeső fény hányad részét veri vissza, hányad részét engedi át, s hányad részét nyeli el!*

(6 pont) Közli: *Radnai Gyula,* Budapest

Megoldás. A mérés kényes pontja: hogyan mérjük meg a fény erősségét? A versenyzők többféle módszer között is választhattak. Voltak, akik egy fényképezőgép fénymérőjét használtál fel a méréshez. Ez közvetlenül lux egységekben mutatja a megvilágítás (egységnyi idő alatt egységnyi területre eső fényenergia) nagyságát, sajnos nem túl pontosan. *Katona Gergely* (ELTE Trefort Á. Gyak. Isk. 12. o.t.) mikroszkóp-tárgylemezek sorozatát helyezte a fénymérő elé, és sok lemez jól mérhető fényelnyelő hatásából meghatározta, hogy egy-egy lemez a fény mekkora hányadát nyeli el. Ismerve a lemezek áteresztési tényezőjét a tényleges mérésnél (a vonalzó bizonyos szögű helyzeténél) annyi üveglemezkét tett a fénymérő elé, hogy az egy jól leolvasható egész értéket mutasson. Ily módon a fénymérést visszavezette a mikroszkóp-lemezek számának mérésére.

Mások fényelem, vagy fototranzisztor (és árammérő műszer) segítségével határozták meg a vonalzón áthaladó, illetve visszaverődő fény erősségét. Általában feltételezték, hogy az áramerősség arányos a megvilágítással. Ha nem élünk ezzel a feltevéssel, akkor kalibrálnunk (hitelesítenünk) kell a mérőeszközünket. Ezt meg is tehetjük, ha egy pontszerűnek tekinthető fényforrást különböző távolságokra helyezünk el a berendezéstől, és megvizsgáljuk, hogy az áramerősség a távolság négyzetével fordított arányban csökken-e. Amennyiben igen, a műszerünk lineárisnak tekinthető, ha nem, akkor az eltérésből kiszámíthatjuk, hogy az áramerősség és a megvilágítás között milyen a tényleges kapcsolat.

Bartha Ágnes (Kézdivásárhely, Nagy Mózes Líceum 9. o.t.) különböző ideig megvilágított, majd előhívott fotopapír segítségével 10-es beosztású skálát készített, majd a vonalzón keresztül haladó, illetve azon visszaverődő fénnyel megvilágított fotopapír feketedését ezzel a skálával hasonlította össze. Módszerénél az a kérdés merül föl, hogy milyen határok között tekinthetjük a fotopapír megfeketedését a rá eső fény energiájával arányosnak; mennyire igaz az, hogy a rövidebb ideig erősebb fénnyel megvilágított fotopapír feketedése ugyanolyan mértékű, mint a hosszabb ideig gyengébb fénnyel megvilágítotté.

Akinek semmiféle fénymérő műszer nem állt rendelkezésére, de ismerte a Bunsen-féle zsírfolt-módszert (lásd pl. Budó: Kísérleti fizika I.), ezzel is el tudta végezni a mérést. A módszer lényege: azért látszik egy zsírfolt a papíron, mert a folton keresztül a papír két oldalának különböző megvilágítása miatt a környező részekhez képest több vagy kevesebb fény jut a szemünkbe. Ha a két oldal megvilágítottsága egyforma, a zsírfolt „láthatatlanná” válik. Ezzel a módszerrel elég pontosan el lehet dönteni, hogy két megvilágítás mikor egyforma erősségű, s a fényforrás távolságának változtatásával (a reciprok távolságnégyzetes törvény alapján) eltérő erősségű fényforrásokat is össze tudunk hasonlítani.

A vonalzón áthaladó, illetve a visszaverődő fény erőssége a fenti módszerek valamelyikével mérhető, s viszonyítható a vonalzóra eső fény erősségéhez. A két érték összege általában kisebb, mint 100 százalék, a különbség a vonalzóban elnyelődött fényről ad felvilágosítást. Néhányan felvetették, hogy a fény egy része szóródik: nem az eredeti irányban halad át a vonalzón, nem is a visszaverődésnek megfelelő irányban, de nem is nyelődik el az anyagban.

Több versenyző lézerrel kísérletezett, mert annak fényét (az egységnyi felületre jutó fényáramot) a kicsiny összteljesítmény ellenére erősebbnek találta, mint az hagyományos fényforrásokét. A lézeres kísérleteknél arra kell ügyelni, hogy a nyaláb nem (vagy csak nagyon kis mértékben) széttartó, emiatt a távolság növekedtével a megvilágítás nem csökken számottevően. Emellett a lézer fénye polarizált, s a műanyagvonalzóról visszaverődő fény erőssége bizonyos szögeknél érzékenyen függ a polarizáció irányától. Sajnos ezt a jelenséget egyik versenyző sem tanulmányozta.

A mérési eredmények azt mutatják, hogy merőleges, vagy ahhoz közeli beesési szögeknél a visszaverődés csak néhány százalékos, a fény kb. 80 százaléka áthalad az anyagon, tehát az elnyelt fény mennyisége kb. 20 %. Nagyobb szögeknél a visszaverődés egyre meghatározóbbá válik. Az elnyelés mértéke eleinte nő (már csak azért is, mert a fény hosszabb utat tesz meg az anyagban), nagyobb beesési szögeknél azonban (a teljes beeső fény mennyiségéhez viszonyítva) ismét elhanyagolhatóvá válik.

A mérés pontosságára a szögmérés, a távolságmérés, fotodiódás módszernél az árammérés hibájából következtethetünk. Ezekhez járulnak még szisztematikus hibaforrások (pl. a fénymérő kalibrációjának elmulasztása). Sok megoldó megfeledkezett arról, hogy az általa mért adatok pontosságáról nyilatkozzon, a hiba nagyságrendjére becslést adjon.

24 dolgozat érkezett. 6 pontot kapott Gáspár Merse Előd, Hegedűs Ákos, Katona Gergely, Kóspál Ágnes, Pénzes Andrea és Tamás Levente. Kicsit hiányos (5 pont) Flender Gyöngyi, Geresdi Attila, Kiss Gergely, Kovács Géza, Lipcsei Gábor és Szatmári Emőke dolgozata. Hiányos (1–4 pont) 12 mérési jegyzőkönyv.

Fizikából kitűzött gyakorlatok és feladatok

206. mérési feladat. Mérjük meg, hogy a perforálás milyen mértékben csökkenti a papír szakítószilárdságát! Kísérleteinkhez használhatunk gyárilag perforált papírt (pl. jegyzettömböt), de magunk is előállíthatunk megadott lyuktávolságú perforációt egy papírlapon, például varrógéppel.

(6 pont) Közli: *Radnai Gyula,* Budapest

FGy. 3244. Hány liter levegőt szív be percenként a 20 literes akvárium levegőztetője, ha egy buborék átlagosan 2 másodpercig tartózkodik a vízben, és a 980 kg/m^3 sűrűségű fakocka éppen lebeg a buborékos vízben?

(3 pont) Közli: *Simon Péter,* Pécs

FGy. 3245. Szódavíz készítésekor a szén-dioxid 22 %-a oldódik fel az 1 liter vízben, mely felett betöltéskor még 2 dl „üres” tér maradt. Legalább hány gramm CO_2-nek kell lennie a patronban, hogy a szifonból kinyomja a vizet?

(4 pont) Közli: *Szilágyi György,* Budapest

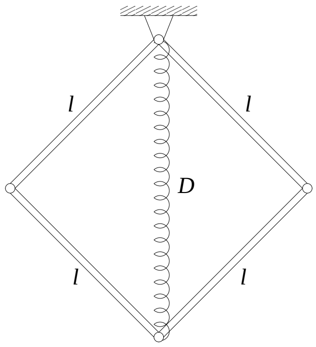
FGy. 3246. Reggel 10 °C hőmérsékleten egy 100 cm hosszúságú, egyik végén zárt csövet függőleges helyzetben nyitott szájával lefelé kissé vízbe süllyesztünk. (A cső vége beleér a vízbe, de a bemerülés elhanyagolható.) Napközben a cső helyzetét nem változtatjuk. Este – amikor ismét 10 °C a hőmérséklet – azt látjuk, hogy a csőben 5 cm magasan áll a víz.

a) Mekkora volt az aznapi csúcshőmérséklet?

b) Mikor nagyobb a csőbe zárt levegő belső energiája, reggel vagy az aznapi csúcshőmérsékleten?

A légköri nyomás mindvégig 10^5 Pa, a víz sűrűségét tekinthetjük 1000 kg/m^3-nek.

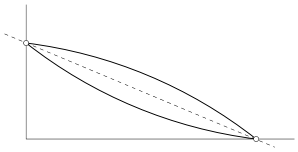
(4 pont) Közli: *Szegedi Ervin,* Debrecen



FGy. 3247. Az *ábrán* látható, kezdetben négyzet alakú csuklós szerkezet 4 darab l hosszúságú, m tömegű homogén rúdból és egy nyújtatlan, D direkciós állandójú rugóból áll. Mekkora a rugó hossza a rendszer egyensúlyi helyzetében?

(5 pont) Közli: *Varga István,* Békéscsaba

FF. 3248. Mikor ér hamarabb a lejtő aljára a síelő: ha a domború, vagy ha a homorú körív alakú lejtőn siklik le? A két körív sugara ugyanakkora, a súrlódás elhanyagolható.



(4 pont) Közli: *Lang Ágota,* Sopron

FF. 3249. Egy galvánelem maximálisan P teljesítményt tud leadni, és van 60 darab ilyen galvánelemünk. Az elemek milyen kapcsolásai esetén és mekkora külső ellenállásokon vehető ki belőlük pontosan $60\,P$ teljesítmény?

(4 pont) Közli: *Radnai Gyula,* Budapest

FF. 3250. Becsüljük meg, hogy egy gyors neutronokból álló részecskenyalábnak legalább hányad része hatol át egy 10 cm vastag vaslemezen!

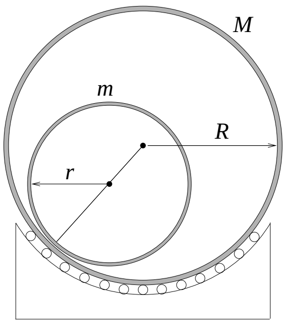
(4 pont) Közli: *Radnóti Katalin,* Budapest

FF. 3251. Egy r sugarú tömör, homogén golyót ω_0 szögsebességgel megpörgetünk vízszintes tengely körül. A pörgő golyót $h = \omega_0^2 r^2/(2g)$ magasságból elejtjük. A golyó és a talaj közti ütközési szám k, a súrlódási együttható μ. Mi a feltétele annak, hogy a pattogás megszűnése után még ne gördüljön a golyó, hanem csúszva forogjon?

(5 pont) Közli: *Szabó Szilárd,* Budapest

FF. 3252. Mi korlátozza inkább az emberi szem felbontóképességét: a pupilla nagysága, vagy a retina idegsejtjeinek sűrűsége?

(5 pont) Közli: *Kedves Ferenc,* Budapest



FN. 3253. Egy M tömegű, R sugarú, vékonyfalú cső vízszintes tengely körül szabadon foroghat. A belsejében csúszásmentesen gördülhet egy m tömegű, r sugarú másik cső.

a) Hány szabadsági fokú ez a rendszer? (Hány független adattal jellemezhető pillanatról pillanatra a helyzete?)

b) Válasszunk alkalmas koordinátákat, és adjuk meg az ezekre vonatkozó mozgásegyenleteket!

c) Oldjuk meg az egyenleteket olyan esetben, amikor kezdetben a nagyobb cső áll, a kisebb pedig a legmélyebb helyzetében kicsiny sebességgel mozog.

(6 pont) Közli: *Gnädig Péter*, Budapest

A fizika feladatok megoldásai a következő címre küldendők:

Eötvös Loránd Fizikai Társulat, KöMaL feladatok

Budapest, Pf. 433. 1371

A beküldési határidő: **1999. május 11.**

Physics

Experimental problem: 206. Measure to what extent perforation decreases the tensile strength of paper. You may use paper perforated in the factory for the experiments (e.g. memo pad), but you can also make perforations with holes at given distances using a sewing-machine. **New exercises: 3244.** How many litres of air does the aerator of a 20-litre aquarium suck in per minute if a bubble spends an average of 2 seconds in the water and a wooden cube with a density of 980 kg/m^3 floats in the bubbly water? **3245.** When making soda water, 22 % of the carbon dioxide dissolves in 1 litre of water above which there was initially 2 dl of 'empty' space. How many grams of CO_2 should there at least be in the cartridge to press the soda out? **3246.** In the morning, at a temperature of 10°C, a tube with a length of 100 cm, closed at one end, is slightly immersed into water in a vertical position, its open end downwards. (The end of the tube touches the water, but the immersion is negligible.) The position of the tube is not changed during the day. In the evening – when the temperature is again 10°C – there is a 5 cm high column of water in the tube. a) What was the maximum daily temperature? b) When is the internal energy of the air enclosed in the tube higher: in the morning or at the maximum daily temperature? The atmospheric pressure is 10^5 Pa all day and the density of water can be considered as $1000\ \mathrm{kg/m^3}$. **3247.** The initially square, jointed system shown in the figure consists of 4 homogeneous rods of length l and mass m and an unstretched spring with spring constant D. What is the length of the spring at the equilibrium position of the system?

New problems: 3248. When does a skier reach the bottom of the slope more quickly: when the slope is a convex or a concave circular arc? The radius of the circular arcs is identical, friction is negligible. **3249.** The maximum power output of a galvanic cell is P and we have 60 such cells. In what arrangements and across what external resistances can exactly $60\,P$ be taken out of them? **3250.** Estimate the minimum proportion of a fast neutron beam that can penetrate a 10 cm thick iron plate. **3251.** A solid, homogeneous ball of radius r is spun about a horizontal axis with angular velocity ω_0. The spinning ball is dropped from height $h=\omega_0^2r^2/(2g)$. The collision number between the ball and the ground is k, the coefficient of friction is μ. In what conditions will the ball not roll yet, but slide and spin when it stops bouncing? **3252.** What is the stronger limit for the resolution of human eye: the size of the pupil or the density of the neurones in the retina? **3253.** A tube of mass M, radius R and with thin walls can revolve freely about a horizontal axle. Inside, another tube of mass m and radius r can roll without sliding. a) How many degrees of freedom does this system have? (How many independent data can describe its position in each instant? b) Chose appropriate co-ordinates and give the equations of motion using them. c) Solve the equations in the case when the larger tube is initially at rest and the smaller one is moving at a low velocity at its bottom position.

Bonus problem (April special): Can we experience 10 Sundays in February in a year?