IYPT 2027

Szakirodalom, jelenségvideók és releváns elméletek

A 17 probléma kutatásindító forrásjegyzéke

Cél. A dokumentum problémánként három dolgot gyűjt: (1) a lényeges szakirodalmat, (2) a hasznos jelenség- és kísérleti videókat, (3) a releváns elméleti kereteket és kulcsképleteket. Nem tartalmaz kész IYPT-megoldást.

Problémacímek. A magyar címek a HYPT (ELTE) versenyfeladat-oldaláról származnak; az eredeti angol cím minden fejezetben zárójelben szerepel.

Jelölések. A **[közvetlen]** forrás ugyanazt vagy nagyon közeli jelenséget vizsgál; az **[analóg/alapelmélet]** forrás egy részmechanizmushoz vagy modellhez ad hátteret.

Tartalomjegyzék

1. Találd fel magad: Lyukszemüveg (Invent yourself: Pinhole sunglasses) 3
1.1 Lényeges szakirodalom 3
1.2 Jelenség- és kísérleti videók 3
1.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 3

2. Lemezspektrométer (Disc spectrometer) 4
2.1 Lényeges szakirodalom 4
2.2 Jelenség- és kísérleti videók 4
2.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 4

3. Csigagömb (Snail ball) 5
3.1 Lényeges szakirodalom 5
3.2 Jelenség- és kísérleti videók 5
3.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 5

4. Éneklő kondenzátor (Singing capacitor) 6
4.1 Lényeges szakirodalom 6
4.2 Jelenség- és kísérleti videók 6
4.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 6

5. Y alakú inga (Y-shaped pendulum) 7
5.1 Lényeges szakirodalom 7
5.2 Jelenség- és kísérleti videók 7
5.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 7

6. A hang láthatóvá tétele (Seeing sound) 8
6.1 Lényeges szakirodalom 8
6.2 Jelenség- és kísérleti videók 8
6.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 8

7. Süllyedő tölcsér (Sinking funnel) 9
7.1 Lényeges szakirodalom 9
7.2 Jelenség- és kísérleti videók 9
7.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 9

8. Felfelé hajtott korong (Upward-driven disc) 10
8.1 Lényeges szakirodalom 10
8.2 Jelenség- és kísérleti videók 10
8.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 10

9. Fényképészeti bokeh (Photographic bokeh) 11
9.1 Lényeges szakirodalom 11
9.2 Jelenség- és kísérleti videók 11
9.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 11

10. Légörvény (Air vortex) 12
10.1 Lényeges szakirodalom 12
10.2 Jelenség- és kísérleti videók 12
10.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 12

11. Hangszigetelés (Sound isolation) 13
11.1 Lényeges szakirodalom 13
11.2 Jelenség- és kísérleti videók 13
11.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 13

12. Szaggatott vonal (Dotted line trick) 14
12.1 Lényeges szakirodalom 14
12.2 Jelenség- és kísérleti videók 14
12.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 15

13. Örvénykeltette inga (Vortex pendulum) 16
13.1 Lényeges szakirodalom 16
13.2 Jelenség- és kísérleti videók 16
13.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 16

14. Nemnewtoni férgek (Non-Newtonian worms) 17
14.1 Lényeges szakirodalom 17
14.2 Jelenség- és kísérleti videók 17
14.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 18

15. Hideg ital (Cold drink) 19
15.1 Lényeges szakirodalom 19
15.2 Jelenség- és kísérleti videók 19
15.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 20

16. Mágneses körhinta (Magnetic carousel) 21
16.1 Lényeges szakirodalom 21
16.2 Jelenség- és kísérleti videók 21
16.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 21

17. Lehulló könyvfedél (Falling book cover) 22
17.1 Lényeges szakirodalom 22
17.2 Jelenség- és kísérleti videók 22
17.3 Releváns elméletek és kulcsképletek 22

1. Találd fel magad: Lyukszemüveg (Invent yourself: Pinhole sunglasses)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**P. Kanclerz, R. Khoramnia, D. Atchison: Applications of the pinhole effect in clinical vision science. J. Cataract Refract. Surg. 50, 84-94 (2024). elérés
  Modern klinikai áttekintés a kis apertúrájú optika látásélességre és mélységélességre gyakorolt hatásáról.
- **[közvetlen]**W. S. Kim et al.: Comparison of objective and subjective changes induced by multiple-pinhole glasses and single-pinhole glasses. J. Korean Med. Sci. 32, 850-857 (2017). elérés
  Közvetlen összehasonlítás egy- és többlyukú szemüveggel.
- **[közvetlen]**M. Abolhassani, A. Akbari: Optical transfer function analysis of single pinhole glasses. Eur. J. Phys. 36, 065015 (2015). elérés
  OTF/MTF szemlélet; közvetlenül használható kvantitatív modellhez.
- **[közvetlen]** W. S. Kim, I. K. Park, Y. S. Chun: Quantitative analysis of functional changes caused by pinhole glasses. IOVS 55, 6679-6685 (2014). elérés
  Látásélesség, mélységélesség és kontraszt változása lyukszemüveg használatakor.
- **[közvetlen]**N. Abdul et al.: The effect of pinholes of different sizes on visual acuity under different refracting states and ambient lighting conditions. S. Afr. Optom. 68, 38-48 (2009). elérés
  Lyukméret- és megvilágításfüggés.
- **[közvetlen]**G. Colicchia et al.: Pinhole Glasses. Phys. Teach. 46, 26-28 (2008). elérés
  Oktatási célú, jól reprodukálható lyukrekeszes szemüvegkísérlet.
- **[analóg/alapelmélet]**M. Young: Pinhole optics. Appl. Opt. 10, 2763-2767 (1971). elérés
  Klasszikus lyukrekeszes optika: a geometriai elmosódás és a diffrakció kompromisszuma.
- **[analóg/alapelmélet]**R. E. Swing, D. P. Rooney: General transfer function for the pinhole camera. JOSA 58, 629-635 (1968). elérés
  Átviteli függvényes képminőségmodell.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Do Pinhole Glasses Really Work? I Tried Them So You Don't Have To** - Amer Chaaban. videó / oldal
- **Can Pinhole Glasses Improve Your Vision?** - Fraser Eye Care Center. videó / oldal
- **Pinhole Test (Best Corrected Visual Acuity)** - Ophthalmology with MAS. videó / oldal
- **How to Make Pinhole Glasses** - TheSurvivalDoctor. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Fraunhofer-diffrakció, Airy-korong.**

$$r_{\text{Airy}} \simeq 1.22\,\frac{\lambda L}{d}, \qquad \theta_{\text{diff}} \simeq 1.22\,\frac{\lambda}{d}$$

- **Geometriai fényáteresztés.**

$$\frac{I}{I_0} \simeq \frac{N\pi(d/2)^2}{A}$$

- **Vékony lencse / műszem.**

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s\prime}$$

- **Diffrakció és defókusz közelítő kvadratúraösszege.**

$$w_{\text{eff}}^2 \simeq w_{\text{defocus}}^2 + w_{\text{diff}}^2$$

- **Fourier-optika és MTF.**

2. Lemezspektrométer (Disc spectrometer)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**M. Di Mauro et al.: Low-cost measurements of the “resonant” wavelengths reflected by a compact disc under skimming light rays. Eur. J. Phys. 45, 015301 (2024). elérés
  CD mint reflexiós diffrakciós struktúra.
- **[áttekintés]**M. L. Kovarik, J. R. Clapis, K. A. Romano-Pringle: Review of student-built spectroscopy instrumentation projects. J. Chem. Educ. 97, 2185-2195 (2020). elérés
  Diák-spektrométerek mérnöki és kalibrációs megoldásai.
- **[közvetlen]**R. De Luca et al.: A compact disc under skimming light rays. Am. J. Phys. 86, 169-173 (2018). elérés
  CD barázdageometria és diffrakció.
- **[közvetlen]**M. Rodrigues, M. B. Marques, P. S. Carvalho: How to build a low cost spectrometer with Tracker for teaching light spectra. Phys. Educ. 51, 014002 (2016). elérés
  Olcsó kamerás spektrométer és kalibráció.
- **[közvetlen]**E. Widiatmoko et al.: A simple spectrophotometer using common materials and a digital camera. Phys. Educ. 46, 332-339 (2011). elérés
  Digitális kamera mint detektor.
- **[közvetlen]**F. Wakabayashi: Resolving spectral lines with a periscope-type DVD spectroscope. J. Chem. Educ. 85, 849-853 (2008). elérés
  Felbontóképesség-optimalizálás DVD-vel.
- **[közvetlen]**F. Wakabayashi, K. Hamada: A DVD spectroscope: A simple, high-resolution classroom spectroscope. J. Chem. Educ. 83, 56-58 (2006). elérés
  Klasszikus nagyfelbontású DVD-spektroszkóp.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Using CD/DVD as a Diffraction Grating** - The Physics Playground. videó / oldal
- **Diffraction grating demonstration** - GetAClass. videó / oldal
- **Lab 1: CD Spectrometer** - MIT OpenCourseWare. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Reflexiós rácsegyenlet.**
$$m\lambda = d(\sin\alpha + \sin\beta)$$
- **Felbontóképesség.**
$$R \equiv \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \simeq mN$$
- **Szögdiszperzió.**
$$\frac{d\beta}{d\lambda} = \frac{m}{d\cos\beta}$$
- **Rayleigh-kritérium.**
- **Instrumentális vonalszélesség: rés + pixel + defókusz + aberráció.**

3. Csigagömb (Snail ball)

1. Lényeges szakirodalom

- **[analóg/alapelmélet]**F. Y. Houdroge et al.: Fluid-structure interaction of a sphere rolling along an inclined plane. J. Fluid Mech. 962, A43 (2023). elérés
  Gördülő gömb és környező folyadék csatolása.
- **[analóg/alapelmélet]** H. O. Caldag, E. Demir, S. Yesilyurt: A numerical and experimental investigation of rolling and sliding motion of rotating spheres inside a cylinder. J. Fluid Mech. 935, A9 (2022). elérés
  Belső gördülő test és viszkózus közeg kölcsönhatásának hasznos analógiája.
- **[közvetlen]** S. Gladkov, S. Bogdanova: On the Moving Trajectory of a Ball in a Viscous Liquid between Two Concentric Rigid Spheres. Math. Comput. Appl. 23, 77 (2018). elérés
  Gömbhéj-geometriában, viszkózus folyadékban mozgó belső golyó.
- **[analóg/alapelmélet, előtanulmány]** R. B. Supekar, M. V. Panchagnula: Dynamics and stability of a fluid filled cylinder rolling on an inclined plane (2014). elérés
  Előtanulmány; részben vagy teljesen folyadékkal töltött gördülő test dinamikája.
- **[közvetlen]**S. Wagon: The geometry of the snail ball. Math. Mag. 83, 276-279 (2010). elérés
  A csigagolyó geometriai leírása.
- **[analóg/alapelmélet]**N. J. Balmforth et al.: Dissipative descent: Rocking and rolling down an incline. J. Fluid Mech. 590, 295-318 (2007). elérés
  Disszipatív gördülés és billegés lejtőn.
- **[analóg/alapelmélet]** Asian Physics Olympiad 2007, Theoretical Problem 1: Back-and-Forth Rolling of a Liquid-Filled Sphere. elérés
  Hasznos elméleti analóg folyadékkal töltött gömbre.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **The World’s Slowest Ball** - The Action Lab. videó / oldal
- **Slow ball / Медленный шарик** - Алексей Якушечкин. videó / oldal
- **Snail Ball** - Grand Illusions. videó / oldal
- **Make An Amazing Magic Ball!** - brusspup. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Csatolt transzláció és forgás.**

$$M\,a_{CM} = \sum F, \qquad I_{\text{eff}}\alpha = \sum \tau$$

- **Energia és disszipáció.**

$$T = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 + T_{\text{int}}, \qquad \frac{dE}{dt} = -P_{\text{visc}} - P_{\text{roll}} - P_{\text{impact}}$$

- **Stokes-féle és kvadratikus közegellenállás.**

$$F_D \simeq 6\pi\mu r v_{\text{rel}}, \qquad F_D \simeq \frac{1}{2}\rho C_D A v_{\text{rel}}^2$$

- **Gördülési kényszer.**

$$v_{CM} = R\Omega$$

- **Időfüggő tömegközéppont és gravitációs nyomaték.**

4. Éneklő kondenzátor (Singing capacitor)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**X. Yan et al.: A methodology for predicting acoustic noise from singing capacitors in mobile devices. IEEE Trans. EMC 65, 1266-1270 (2023). elérés
  Akusztikai zaj előrejelzése és rendszerátvitel.
- **[áttekintés]**C. Covaci, A. Gontean: "Singing" multilayer ceramic capacitors and mitigation methods—A review. Sensors 22, 3869 (2022). elérés
  A legjobb modern áttekintés a jelenségről.
- **[közvetlen]** Y. Sun et al.: Measurement Methodologies for Acoustic Noise Induced by Multilayer Ceramic Capacitors of Power Distribution Network in Mobile Systems. IEEE Trans. Electromagn. Compat. 62, 1515-1523 (2020). elérés
  Mérési protokoll és spektrális karakterizáció.
- **[közvetlen]** T. Lu, M. Ding, K. Wu: Simulation and Characterization of Singing Capacitors in Consumer Electronics. Proc. IEEE EMC+SIPI (2019), 522-526. elérés
  Modellezés és karakterizáció fogyasztói elektronikai alkalmazásban.
- **[közvetlen]** W.-S. Ohm et al.: Control of electromechanical properties of multilayer ceramic capacitors for vibration reduction. J. Am. Ceram. Soc. 101, 1982-1990 (2018). elérés
  Elektromechanikai anyagparaméterek és rezgéscsökkentés.
- **[közvetlen]** B.-H. Ko et al.: Analysis of the correlation between acoustic noise and vibration generated by a multi-layer ceramic capacitor. Microsyst. Technol. 20, 1671-1677 (2014). elérés
  Rezgés és hallható zaj kapcsolatának közvetlen vizsgálata.
- **[analóg/alapelmélet]**B. Jaffe, W. R. Cook Jr., H. Jaffe: Piezoelectric Ceramics. Academic Press (1971). elérés
  Piezoelektromos alapelmélet.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **EEVblog #855 - Ceramic Capacitor Piezoelectric Effect** - EEVblog. videó / oldal
  Közvetlen, jól hallható demonstráció és mechanizmusmagyarázat.

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Piezoelektromos deformáció.**

$$S \simeq dE$$

- **Elektrostrikció.**

$$S \simeq QE^2$$

- **Gerjesztett csillapított rezonátor.**

$$\ddot{x} + 2\zeta\omega_0\dot{x} + \omega_0^2 x = \frac{F_0(V,f)}{m}\cos\omega t$$

- **Hangnyomásszint.**

$$\mathrm{SPL} = 20\log_{10}\left(\frac{p_{\mathrm{rms}}}{p_{\mathrm{ref}}}\right), \quad p_{\mathrm{ref}} = 20\,\mu\mathrm{Pa}$$

- **A nyomtatott áramköri lap (PCB) mechanikai átviteli függvénye.**

$$X(f) = H_{\mathrm{PCB}}(f)\,F_{\mathrm{MLCC}}(f)$$

5. Y alakú inga (Y-shaped pendulum)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**R. J. Whitaker: Harmonographs I. Pendulum design. Am. J. Phys. 69, 162-173 (2001). elérés
  Bowditch-/harmonográf-geometriák és módusok.
- **[közvetlen]**R. J. Whitaker: Harmonographs II. Circular design. Am. J. Phys. 69, 174-183 (2001). elérés
  Kétdimenziós inga és rajzolt görbék.
- **[közvetlen]**R. J. Whitaker: A note on the Blackburn pendulum. Am. J. Phys. 59, 330-333 (1991). elérés
  Klasszikus Y-felfüggesztésű inga.
- **[közvetlen]**Z. Navrátil, L. Poláček: Lissajous figures drawn by a Blackburn pendulum on phosphorescent foil. Phys. Educ. 48, 282-284 (2013). elérés
  Közvetlen vizualizáció.
- **[analóg/alapelmélet]**R. Salamon, H. Kamiński, P. Fritzkowski: Estimation of parameters of various damping models in planar motion of a pendulum. Meccanica 55, 1655-1677 (2020). elérés
  Csillapítás modellazonosítás.
- **[áttekintés]**R. J. Whitaker: Types of two-dimensional pendulums and their uses in education. Science & Education 13, 401-415 (2004). elérés
  Kétdimenziós ingák áttekintése.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Lissajous figures** - GetAClass - Physics. videó / oldal
- **Sand pendulum - Lissajous patterns** - RV TUTORIALS. videó / oldal
- **Sand pendulums - Lissajous patterns - part one** - Homemade Science with Bruce Yeany. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Két csillapított normálmód.**

$$x = A_x e^{-\gamma_x t}\cos(\omega_x t + \phi_x), \qquad y = A_y e^{-\gamma_y t}\cos(\omega_y t + \phi_y)$$

- **Lissajous-záródási feltétel.**

$$\frac{\omega_x}{\omega_y} = \frac{p}{q} \in \mathbb{Q}$$

- **Kis kitérésű sajátfrekvencia.**

$$\omega_i \simeq \sqrt{\frac{g}{L_{\text{eff},i}}}$$

- **Nemlineáris inga: amplitúdófüggő frekvencia és móduscsatolás.**

6. A hang láthatóvá tétele (Seeing sound)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**L. Poláček, J. Jurmanová, Z. Navrátil: Laser galvo mirrors: Perfect instrument for the demonstration of Lissajous figures. Phys. Educ. 54, 055002 (2019). elérés
  Optikai leképezés oszcilláló tükrökkel.
- **[analóg/alapelmélet]**J. Quereda et al.: Calibrating the frequency of tuning forks by means of Lissajous figures. Am. J. Phys. 79, 517-520 (2011). elérés
  Lissajous-mérés és frekvenciaarány.
- **[analóg/alapelmélet]**K. Bellof: Mini-laser spirograph. Phys. Teach. 42, 504-505 (2004). elérés
  Kétdimenziós lézerpályák.
- **[analóg/alapelmélet]**C. Chiaverina: A laser spirograph for under $3. Phys. Teach. 28, 606 (1990). elérés
  Egyszerű mechanikai lézerspirográf.
- **[analóg/alapelmélet]**J. M. D'Mura: Three-dimensional Lissajous figures. Phys. Teach. 27, 98-101 (1989). elérés
  Többmódusú görbék.
- **[analóg/alapelmélet]**D. Russell: Vibrational Mode Shapes of a Circular Membrane. Penn State. elérés
  Körmembrán Bessel-módusai és szemléltetése.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Laser + mirror + sound** - Steve Mould. videó / oldal
  A feladathoz nagyon közeli demonstráció.
- **Turn Your Notes into Geometric Art [LASER CYMATICS]** - Signals Music Studio. videó / oldal
- **Sound Visualizer & Chladni Patterns on a Plastic Bucket** - Homemade Science with Bruce Yeany. videó / oldal
- **Visualize Lissajous patterns with a pocket laser and your own voice** - Exploratorium Teacher Institute. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Kifeszített membrán hullámegyenlete.**

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c_m^2 \nabla^2 u, \qquad c_m = \sqrt{\frac{T}{\sigma}}$$

- **Körmembrán sajátmódusai.**

$$u_{mn} \propto J_m(k_{mn} r)\cos(m\theta)\cos(\omega_{mn} t + \phi)$$

- **Sajátfrekvenciák.**

$$f_{mn} = \frac{\alpha_{mn}}{2\pi R}\sqrt{\frac{T}{\sigma}}$$

- **Tükörszög kétszerezése.**

$$\Delta\theta_{\text{laser}} \simeq 2\Delta\theta_{\text{mirror}}, \qquad \Delta x \simeq 2L\Delta\theta$$

- **Módusszuperpozíció és Lissajous-dinamika.**

7. Süllyedő tölcsér (Sinking funnel)

1. Lényeges szakirodalom

- **[analóg/alapelmélet]**J. Otto, C. E. Mungan: Flow of water out of a funnel. Eur. J. Phys. 45, 055007 (2024). elérés
  Tölcsérgeometria és kvázistacionárius kifolyás.
- **[analóg/alapelmélet]**B. Voisin: Buoyancy oscillations. J. Fluid Mech. 984, A29 (2024). elérés
  Felhajtóerő-vezérelt oszcillációk.
- **[analóg/alapelmélet]** M. Carpineti, I. Spongano, F. Croccolo, A. Vailati: A Cartesian diver to study oscillations and internal gravity waves in a stratified fluid. Eur. J. Phys. 45, 045803 (2024). elérés
  Légzseb, kompresszibilitás és felhajtóerő-vezérelt oszcilláció.
- **[közvetlen]**S. Jaikumar, L. Yang: Theoretical and experimental study of motion and sinking time of Saxon bowls. Eur. J. Phys. 43, 024001 (2022). elérés
  Süllyedő, vízzel telődő test dinamikája.
- **[analóg/alapelmélet]**R. P. Smith, E. H. Matlis: Gravity-driven fluid oscillations in a drinking straw. Am. J. Phys. 87, 433-435 (2019). elérés
  Folyadékoszlop-oszcilláció.
- **[analóg/alapelmélet]**H. E. Schulz, D. Z. Zhu: Oscillations of water levels in vertical semi-immersed tubes. J. Appl. Fluid Mech. 10, 1515-1525 (2017). elérés
  Félig merülő cső és csillapított folyadékoszcilláció.
- **[analóg/alapelmélet]**J. Güémez, C. Fiolhais, M. Fiolhais: The Cartesian diver and the fold catastrophe. Am. J. Phys. 70, 710-714 (2002). elérés
  Felhajtóerő-stabilitás és bifurkáció.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Reproduction of Dancing Funnel** - Alex Mirkin. videó / oldal
  Közvetlen reprodukció.
- **Reproduction of Dancing Funnel with additional weight** - Alex Mirkin. videó / oldal
- **IYPT 2020 Problem 6 Saxon Bowl Demonstration** - Canadian Young Physicists' Tournament. videó / oldal
  Erős analóg.
- **Saxon bowl** - GetAClass. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Függőleges erőegyensúly.**

$$M_{\text{eff}}(t)\ddot{z} = M_{\text{eff}}(t)g - B(z, V_{\text{air}}) - D(\dot{z}) + F_{\text{flux}}$$

- **Archimédész-törvény.**

$$B = \rho g V_{\text{displaced}}$$

- **Torricelli-törvény / nyíláson átáramlás.**

$$Q \simeq C_d A\sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad \text{vagy} \quad Q \simeq C_d A\sqrt{2g\Delta h}$$

- **Politróp légzseb.**

$$pV^{\kappa} \simeq \text{const.}$$

- **Dőlési stabilitás.**

$$I_\theta\ddot{\theta} + c_\theta\dot{\theta} + K_\theta\theta = \tau_{\text{flow}}$$

- **Metacentrikus magasság / hajóstabilitás.**

8. Felfelé hajtott korong (Upward-driven disc)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**K. T. McDonald: A driven disk with chaotic motion. Am. J. Phys. 94, 486-488 (2026). elérés
  Közvetlen folytatás és elemzés.
- **[közvetlen]**L. Maas: The upward-driven disk, a steadily forced chaotic pendulum. Am. J. Phys. 93, 620-632 (2025). elérés
  A feladat jelenségének alapcikke.
- **[analóg/alapelmélet]**G. Litak, M. Borowiec, K. Dąbek: The transition to chaos of pendulum systems. Appl. Sci. 12, 8876 (2022). elérés
  Ingarendszerek bifurkációi és káosza.
- **[analóg/alapelmélet]** S. P. Kuznetsov, V. P. Kruglov, Y. V. Sedova: Mechanical Systems with Hyperbolic Chaotic Attractors Based on Froude Pendulums. Russian Journal of Nonlinear Dynamics 16(1), 51-58 (2020). elérés
  Froude-inga és súrlódásvezérelt kaotikus dinamika.
- **[analóg/alapelmélet]** T. Piatkowski, M. Wolski: Analysis of selected friction properties with the Froude pendulum as an example. Mech. Mach. Theory 119, 37-50 (2018). elérés
  Súrlódási karakterisztika Froude-ingával.
- **[analóg/alapelmélet]**M. Denny: Stick-slip motion: An important example of self-excited oscillation. Eur. J. Phys. 25, 311-322 (2004). elérés
  Öngerjesztett rezgés és tapadás-csúszás (stick-slip).

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Supplementary Material to “The upward-driven disk”** - Leo Maas / Figshare. videó / oldal
  A közvetlen cikk kísérleti videói.
- **AJP Video Abstracts - The upward-driven disk** - AAPT / American Journal of Physics. videó / oldal
  A cikkhez tartozó videóabsztrakt elérési oldala.

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Redukált szögdinamika.**

$$I(\theta)\ddot{\theta} + \frac{1}{2}I'(\theta)\dot{\theta}^2 = \tau_g(\theta) + \tau_{\text{fric}}(\theta, \dot{\theta}, \Omega) - c\dot{\theta}$$

- **Fizikai inga alapmodellje.**

$$I_O\ddot{\theta} + mgh\sin\theta = 0$$

- **Coulomb/Froude súrlódás.**

$$\tau_f \simeq -\tau_0\ \mathrm{sgn}(v_{\text{rel}})$$

- **Ciklusonkénti energiamérleg.**

$$\Delta E_{\text{drive}} - \Delta E_{\text{loss}} = 0$$

- **Bifurkációs diagram, Poincaré-metszet, Lyapunov-exponens.**
- **Lorenz-típusú redukált dinamika.**

9. Fényképészeti bokeh (Photographic bokeh)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**A. N. K. Reddy, D. K. Sagar: Defocused point spread function of asymmetrically apodized optical imaging systems with slit apertures. J. Biomed. Photonics Eng. 2, 030302 (2016). elérés
  Közvetlen résapertúra pontátviteli függvény (PSF).
- **[analóg/alapelmélet]**T. McGraw: Fast bokeh effects using low-rank linear filters. Vis. Comput. 31, 601-611 (2015). elérés
  Bokeh-konvolúciós mag és képfeldolgozás.
- **[analóg/alapelmélet]** L. McIntosh, B. E. Riecke, S. DiPaola: Efficiently Simulating the Bokeh of Polygonal Apertures in a Post-Process Depth of Field Shader. Comput. Graph. Forum 31, 1810-1822 (2012). elérés
  Apertúraalak és defókuszkép kapcsolata.
- **[analóg/alapelmélet]**C. Zhou, S. Nayar: What are good apertures for defocus deblurring? ICCP (2009). elérés
  Kódolt apertúrák és PSF-optimalizáció.
- **[analóg/alapelmélet]** C.-K. Liang et al.: Programmable aperture photography: multiplexed light field acquisition. ACM Trans. Graph. 27 (2008). elérés
  Programozható apertúra, alakfüggés és fénytér-mintavételezés.
- **[analóg/alapelmélet]**A. Levin et al.: Image and depth from a conventional camera with a coded aperture. ACM Trans. Graph. 26, 70 (2007). elérés
  Kódolt apertúra és defókusz-információ.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Focus is Overrated** - Boris FX. videó / oldal
- **I Built a Spinning Camera Filter and This Happened!** - Lensevision. videó / oldal
- **Video Game & Complex Bokeh Blurs** - Computerphile. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Vékony lencse.**

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s\prime}$$

- **Fourier-optikai PSF.**

$$\mathrm{PSF}(x,y) \propto \left| \mathcal{F}\left\{ P(u,v) e^{i\Phi_{\mathrm{def}}(u,v)} \right\} \right|^2$$

- **Résdiffrakció skálája.**

$$\Delta x_{\mathrm{diff}} \sim \frac{\lambda f}{w}$$

- **Konvolúciós képalkotás.**

$$I_{\mathrm{image}} = I_{\mathrm{object}} * \mathrm{PSF}$$

- **Szóródási kör (circle of confusion) és mélységélesség.**
- **MTF/OTF, aberrációk és apertúrafüggvény.**

10. Légörvény (Air vortex)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**L. P. Honts, Y. Zhu, D. B. Quinn: Free surface vortex dynamics during water-to-air amphibious rotor transitions. J. Fluid Mech. 1022, A18 (2025). elérés
  Szabadfelszíni örvény és levegőmag kialakulása.
- **[közvetlen]**L. Kahouadji et al.: Transition to aeration in turbulent two-phase mixing in stirred vessels. Flow 2, E30 (2022). elérés
  Aerációs átmenet és levegőcsatorna.
- **[közvetlen]**D. Kim, D. Kim: Free-surface vortex formation and aeration by a submerged rotating disk. Chem. Eng. Sci. 243, 116787 (2021). elérés
  Forgó test, szabadfelszín, aeráció.
- **[analóg/alapelmélet]** T. Yamamoto, Y. Fang, S. V. Komarov: Surface vortex formation and free surface deformation in an unbaffled vessel stirred by on-axis and eccentric impellers. Chem. Eng. J. 367, 25-36 (2019). elérés
  Szabadfelszín-deformáció és kritikus örvényképződés.
- **[közvetlen]** T. Mahmud et al.: Measurements and modelling of free-surface turbulent flows induced by a magnetic stirrer in an unbaffled stirred tank reactor. Chem. Eng. Sci. 64, 4197-4209 (2009). elérés
  Mágneses keverővel létrehozott szabadfelszíni turbulens áramlás közvetlen mérése és modellje.
- **[közvetlen]**G. Halász et al.: Vortex flow generated by a magnetic stirrer. Am. J. Phys. 75, 1092-1098 (2007). elérés
  Klasszikus közvetlen modell.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Vortex in a magnetic stirrer** - GetAClass - Physics in experiments. videó / oldal
- **DIY a Water Vortex with Magnets** - Magnetic Games. videó / oldal
- **Vortex in a magnetic stirrer** - GetAClass - Physics in experiments. videó / oldal
- **Build A Magnetic Stirrer (Vortex Mixer)** - TechBuilder. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Radiális nyomásegyensúly.**

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \rho \frac{v_\theta^2}{r}$$

- **Szabadfelszín alakja.**

$$\frac{dz}{dr} = \frac{v_\theta^2}{gr}$$

- **Merevtest-forgás.**

$$v_\theta = \Omega r \quad \Rightarrow \quad z(r) = z(0) + \frac{\Omega^2 r^2}{2g}$$

- **Rankine-örvény.**

$$v_\theta \propto r \ (r < a), \qquad v_\theta \propto r^{-1} \ (r > a)$$

- **Dimenziótlan számok.**

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho \Omega a^2}{\mu}, \quad \mathrm{Fr} = \frac{\Omega^2 a}{g}, \quad \mathrm{We} = \frac{\rho \Omega^2 a^3}{\gamma}$$

- **Turbulens kétfázisú átmenet / aeráció.**

11. Hangszigetelés (Sound isolation)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen, előtanulmány]** J. Sumaya-Martinez, J. Mulia-Rodriguez: Achieving extraordinary acoustic transmission in a single slit by boundary impedance engineering. arXiv:2601.00778 (2026). elérés
  Előtanulmány (preprint), nem lektorált folyóiratcikk; keskeny rés rezonáns átvitele.
- **[közvetlen]** J. R. Holley, O. Schnitzer: Extraordinary transmission through a narrow slit. Wave Motion 91, 102381 (2019). elérés
  Aszimptotikus elmélet szub-hullámhosszú keskeny résre.
- **[közvetlen]**J. Poblet-Puig, A. Rodríguez-Ferran: Modal-based prediction of sound transmission through slits and openings between rooms. J. Sound Vib. 332, 1265-1287 (2013). elérés
  Szobákat összekötő nyílás közvetlen modellje.
- **[közvetlen]**M.-J. Kim: In-situ sound insulation performance of interior doors with slit-shaped apertures. J. Asian Archit. Build. Eng. 11, 205-212 (2012). elérés
  Ajtórések közvetlen mérése.
- **[közvetlen]** N. Trompette et al.: Sound transmission loss of rectangular and slit-shaped apertures: Experimental results and correlation with a modal model. J. Acoust. Soc. Am. 125, 31-41 (2009). elérés
  Kísérleti eredmények és modális modell rés alakú nyílások hangátvitelére.
- **[analóg/alapelmélet]**J. Christensen et al.: Theory of resonant acoustic transmission through subwavelength apertures. Phys. Rev. Lett. 101, 014301 (2008). elérés
  Sérülékeny intuíció: kis résen is lehet rezonáns nagy átvitel.
- **[közvetlen]**V. Hongisto: Sound insulation of doors—Part 1: Prediction models for structural and leak transmission. J. Sound Vib. 230, 133-148 (2000). elérés
  Ajtó és hangszivárgási rés modellje.
- **[közvetlen]** D. J. Oldham, X. Zhao: Measurement of the sound transmission loss of circular and slit-shaped apertures in rigid walls of finite thickness by intensimetry. J. Sound Vib. 161, 119-135 (1993). elérés
  Klasszikus mérés merev falban kialakított kör- és résnyílások hangátvitelére.
- **[közvetlen]**F. P. Mechel: The acoustic sealing of holes and slits in walls. J. Sound Vib. 111, 297-336 (1986). elérés
  Klasszikus analitikus alap.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Acoustic Leak Detection in Building Envelopes - Laboratory and Field Tests** - INIVE. videó / oldal
- **How to Soundproof ANY Door** - Soundproof Guide. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Hangátviteli veszteség.**

$$\mathrm{TL} = 10\log_{10}\left(\frac{W_i}{W_t}\right) \approx 20\log_{10}\left|\frac{p_i}{p_t}\right|$$

- **Hullámszám és apertúra-rezsim.**

$$k = \frac{2\pi f}{c}, \qquad ka \ll 1 \text{ vs. } ka \sim 1$$

- **Helmholtz-rezonancia közelítés.**

$$f_H \simeq \frac{c}{2\pi}\sqrt{\frac{A}{V L_{\text{eff}}}}$$

- **Keskeny rés mint akusztikai hullámvezető; levágási frekvencia és Fabry-Pérot-jellegű rezonancia.**
- **Sugárzási impedancia és szobamódusok.**

12. Szaggatott vonal (Dotted line trick)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**J. W. Sanders: Could chalk hopping be caused by reverse chatter? ASME DSCC 2018, V003T39A001. elérés
  A legközvetlenebb szakirodalmi előzmény.
- **[analóg/alapelmélet]**J. González-Carbajal et al.: The role of dynamic friction in the appearance of periodic oscillations in mechanical systems. Nonlinear Dyn. 112, 21587-21603 (2024). elérés
  Sebességfüggő súrlódás és periodikus instabilitás.
- **[analóg/alapelmélet]**R. Barsotti et al.: Non-linear dynamics of simple elastic systems undergoing friction-ruled stick-slip motions. CivilEng 5, 420-434 (2024). elérés
  Tapadás-csúszás (stick-slip) dinamikai modell.
- **[analóg/alapelmélet]**D. Tonazzi et al.: Numerical and experimental analysis of the bi-stable state for frictional continuous system. Nonlinear Dyn. 102, 1361-1374 (2020). elérés
  Kontinuum + súrlódás.
- **[analóg/alapelmélet]**S. Kapelke et al.: Effect of longitudinal high-frequency in-plane vibrations on a 1-DoF friction oscillator. Nonlinear Dyn. 88, 3003-3015 (2017). elérés
  Rezgés által modulált súrlódás.
- **[analóg/alapelmélet]** A. R. Champneys, P. L. Várkonyi: The Painlevé paradox in contact mechanics. IMA J. Appl. Math. 81, 538-588 (2016). elérés
  Merevtest-kontaktus, Coulomb-súrlódás és Painlevé-paradoxon.
- **[analóg/alapelmélet]**T. Putelat, J. H. Dawes, J. R. Willis: On the microphysical foundations of rate-and-state friction. J. Mech. Phys. Solids 59, 1062-1075 (2011). elérés
  Állapot- és sebességfüggő (rate-and-state) súrlódás elmélete.
- **[analóg/alapelmélet]**M. Denny: Stick-slip motion: An important example of self-excited oscillation. Eur. J. Phys. 25, 311-322 (2004). elérés
  Didaktikus tapadás-csúszás (stick-slip) alapmodell.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Chalk Trick IPT 2022-2023** - Piotr Jakuc. videó / oldal
  Közvetlen versenyelőzmény.
- **Learn to Draw Dotted Lines on a Chalkboard** - Mike Boyd. videó / oldal
- **Walter Lewin’s Dotted Lines Explained!** - Aero B. videó / oldal
- **How to draw dotted lines like Walter Lewin** - Justin Van Horne. videó / oldal
- **HOW TO CHATTER POTTERY: EASY!** - Michelle Wen. videó / oldal
  Analóg pattogó-rezgéses (chatter) jelenség.

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Súrlódásvezérelt önrezgés.**

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_{\text{friction}}(v_{\text{rel}}, N)$$

- **Coulomb-féle tapadás-csúszás (stick-slip).**

$$|F_t| \leq \mu_s N \text{ (tapadás)}, \qquad F_t = -\mu_k N \,\text{sgn}(v_{\text{rel}}) \text{ (csúszás)}$$

- **Stribeck-féle és állapotfüggő (rate-and-state) súrlódás; negatív effektív csillapítás.**
- **Euler-Bernoulli hajlítás.**

$$EI\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \rho A\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = q(x,t)$$

- **Ponttávolság skálázás.**

$$\ell \simeq \frac{v_{\text{drag}}}{f_{\text{hop}}}$$

- **Painlevé-paradoxon / dinamikus beszorulás (jamming).**

13. Örvénykeltette inga (Vortex pendulum)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**F. J. Huera-Huarte: Energy harvesting from vortex-induced vibrations using a pendulum. J. Fluids Struct. 140, 104449 (2026). elérés
  Közvetlen inga-VIV analógia.
- **[közvetlen]** F. J. Huera-Huarte: Vortex and wake-induced vibrations of a circular cylinder pendulum. J. Fluids Struct. 146, 104619 (2026). elérés
  Kifejezetten hengeres inga VIV/WIV dinamikája; válaszágak és frekvenciabefogás közvetlen vizsgálata.
- **[közvetlen]**G. K. Jankee et al.: Scaling and dynamics of vortex lock-in for circular cylinders in an oscillating flow. J. Fluid Mech. 1002, A37 (2025). elérés
  A frekvenciabefogás (lock-in) skálázása.
- **[közvetlen]** A. Duranay et al.: Circular cylinders exposed to vortex-induced vibrations in restricted waters: VIV response from the bottom to the free surface. Appl. Ocean Res. 154, 104430 (2025). elérés
  Szabadfelszín és geometriai korlátozás hatása az örvénykeltette rezgésekre.
- **[analóg/alapelmélet]**T. Gold et al.: Dynamics of heavy subaqueous spherical pendulums. J. Fluid Mech. 978, A19 (2024). elérés
  Víz alatti nehéz inga és örvénykölcsönhatás.
- **[analóg/alapelmélet]**T. Pan et al.: Frequency lock-in mechanism in the presence of blockage effects. Phys. Fluids 36, 077132 (2024). elérés
  Frekvenciabefogás (lock-in) és csatornaelzárási hatások.
- **[áttekintés]**C. H. K. Williamson, R. Govardhan: Vortex-Induced Vibrations. Annu. Rev. Fluid Mech. 36, 413-455 (2004). elérés
  Klasszikus áttekintés az örvénykeltette rezgésekről (VIV).

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Vortex Induced Vibrations demo** - Gabe Weymouth. videó / oldal
- **Vortex Shedding in Water** - Harvard Natural Sciences Lecture Demonstrations. videó / oldal
- **Vortex-induced vibration on cylinder (Re=150)** - Engineer Leo. videó / oldal
- **VIV of Rigid Cylinder** - Narakorn Srinil. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Reynolds-szám.**

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho U D}{\mu}$$

- **Strouhal-szám / leválási frekvencia.**

$$\mathrm{St} = \frac{f_s D}{U} \simeq 0.2$$

- **Emelőerő.**

$$F_L = \frac{1}{2}\rho U^2 C_L D L_{\mathrm{sub}}$$

- **Inga sajátfrekvenciája.**

$$f_n \simeq \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K_\theta}{I_{\mathrm{eff}}}}, \qquad K_\theta \simeq mg\ell_g - \rho g V_{\mathrm{sub}}\ell_b$$

- **Redukált sebesség.**

$$U_r = \frac{U}{f_n D}$$

- **Frekvenciabefogás (lock-in), hozzáadott tömeg, folyadékcsillapítás és ébresztettörvény-oszcillátor modell.**

14. Nemnewtoni férgek (Non-Newtonian worms)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]** M. Kobayashi et al.: Dynamic Behaviors of Concentrated Colloidal Silica Suspensions: Dancing, Bouncing, Solidifying, and Melting Under Vibration. Liquids 5, 18 (2025). elérés
  Rezgésnek kitett tömény szuszpenzió több dinamikai állapota.
- **[analóg/alapelmélet]**M. Kobayashi et al.: Climbing colloidal suspension. Liquids 3, 40-47 (2023). elérés
  Felfelé kúszó tömény szuszpenzió.
- **[analóg/alapelmélet]** A. S. Baumgarten, K. Kamrin: A general constitutive model for dense, fine-particle suspensions validated in many geometries. PNAS 116, 20828-20836 (2019). elérés
  Modern konstitutív modell sűrű szuszpenziókra.
- **[analóg/alapelmélet]**T. Shinbrot et al.: Paradoxical ratcheting in cornstarch. Phys. Fluids 27, 103101 (2015). elérés
  Nemlineáris irányított mozgás vibrált kukoricakeményítőben.
- **[áttekintés]**E. Brown, H. M. Jaeger: Shear thickening in concentrated suspensions: phenomenology, mechanisms, and relations to jamming. Rep. Prog. Phys. 77, 046602 (2014). elérés
  Alapvető áttekintés a nyírási sűrűsödésről.
- **[közvetlen]**S. von Kann et al.: Phase diagram of vertically vibrated dense suspensions. Phys. Fluids 26, 113302 (2014). elérés
  Fázisdiagram függőleges gerjesztésre.
- **[közvetlen]**Y. Xu et al.: Evolution of the initial hole in vertically vibrated shear thickening fluids. Phys. Rev. E 83, 056311 (2011). elérés
  Lyukképződés és fejlődés.
- **[közvetlen]**H. Ebata, M. Sano: Self-replicating holes in a vertically vibrated dense suspension. Phys. Rev. Lett. 107, 088301 (2011). elérés
  Önreplikáló struktúrák.
- **[közvetlen]**R. D. Deegan: Stress hysteresis as the cause of persistent holes in particulate suspensions. Phys. Rev. E 81, 036319 (2010). elérés
  Stresszhiszterézis mechanizmus.
- **[közvetlen]**F. S. Merkt et al.: Persistent holes in a fluid. Phys. Rev. Lett. 92, 184501 (2004). elérés
  A klasszikus közvetlen cikk; tartós lyukak és ujjszerű struktúrák.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **How oobleck works: The mystery of shear-thickening cornstarch solutions** - Cornell University. videó / oldal
- **Non-Newtonian Fluid on a Speaker Cone** - Ben Howard. videó / oldal
- **Non-Newtonian Fluid in Slow Motion** - The Slow Mo Guys. videó / oldal
- **Неньютоновская Жидкость в Мощной Колонке** - Тимур Сидельников. videó / oldal
- **Неньютоновская жидкость на динамике** - Игорьіныч. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Nyírásra sűrűsödő reológia.**

$$\tau = \eta_{\text{eff}}(\dot{\gamma}, \phi)\dot{\gamma}, \qquad \frac{d\eta_{\text{eff}}}{d\dot{\gamma}} > 0$$

- **Vertikális gerjesztés.**

$$z = A\sin\omega t, \qquad \Gamma = \frac{A\omega^2}{g}$$

- **Faraday-féle szubharmonikus alapmodell.**

$$f_{\text{Faraday}} \sim \frac{f_{\text{drive}}}{2} = \frac{\omega}{4\pi}$$

- **Dilatancia, pórusnyomás és súrlódó érintkezési hálózat.**
- **A beszorulási (jamming) határ közelsége és konstitutív szuszpenziómodellek.**
- **Hiszterézis és többstabilitás.**

15. Hideg ital (Cold drink)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]** A. Goldmann, B. Yavari, D. Sklar: Effect of Ice Consistency and Sodium Chloride Additives on Cooling Speed and Final Temperature for Cold Water-Ice Immersion in Heat Stroke. West. J. Emerg. Med. 27, 286-290 (2026). elérés
  Jég-só hűtőkeverék hűlési sebessége és végső hőmérséklete.
- **[közvetlen]** T. R. Johnson et al.: A Low-Cost and Simple Demonstration of Freezing Point Depression and Colligative Properties with Common Salts and Ice Cream. J. Chem. Educ. 99, 3590-3594 (2022). elérés
  Fagyáspontcsökkenés és kolligatív tulajdonságok oktatási kísérlete.
- **[közvetlen]** M. M. Conde, M. Rovere, P. Gallo: Molecular dynamics simulations of freezing-point depression of TIP4P/2005 water in solution with NaCl. J. Mol. Liq. 261, 513-519 (2018). elérés
  NaCl-oldat fagyáspontcsökkenésének molekuladinamikai vizsgálata.
- **[közvetlen]** P. Cézac et al.: Description of ice slurry composition and enthalpy calculation from G^E models: application to water-ethanol systems. Chem. Eng. Commun. 196, 715-728 (2009). elérés
  Etanol-víz-jég elegyek entalpiája és fázisaránya.
- **[közvetlen]**R. T. Bailey, W. L. Elban: Thermal performance of aluminum and glass beer bottles. Heat Transf. Eng. 29, 643-650 (2008). elérés
  Csomagolás hőátadása.
- **[közvetlen]**K. Takaizumi, T. Wakabayashi: Freezing process in methanol-, ethanol-, and propanol-water systems. J. Solution Chem. 26, 927-939 (1997). elérés
  Etanol-víz fázisviselkedés.
- **[közvetlen]**R. Bodnar: Revised equation and table for determining freezing point depression of H2O-NaCl solutions. Geochim. Cosmochim. Acta 57, 683-684 (1993). elérés
  NaCl-víz fagyáspont-adatok.
- **[közvetlen]**M. Vollmer: Newton's law of cooling revisited. Eur. J. Phys. 30, 1063-1084 (2009). elérés
  A Newton-féle lehűlési modell és a koncentrált hőkapacitású közelítés érvényességi feltételei.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Как замерзает антифриз?** - GetAClass - Physics in experiments. videó / oldal
  Etanol-víz fagyási analógia.
- **Raoult laws / Законы Рауля** - GetAClass - Physics in experiments. videó / oldal
- **Cool a drink with ice and salt!** - Science Sparks. videó / oldal
- **How to Cool Your Drinks FAST!** - Museum of Science. videó / oldal
- **Salt “freezer”** - MEL Chemistry. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Koncentrált hőkapacitású modell energiaegyenlete.**

$$m_b c_b \frac{dT_b}{dt} = -hA(T_b - T_{\text{bath}})$$

- **A hűtőfürdő energiaegyenlete látens hővel.**

$$m_{\text{eff}} c_{\text{eff}} \frac{dT_{\text{bath}}}{dt} + L_f \dot{m}_{\text{melt}} = hA(T_b - T_{\text{bath}}) + \dot{Q}_{\text{env}}, \quad \dot{m}_{\text{melt}} \geq 0$$

- **Kolligatív fagyáspontcsökkenés.**

$$\Delta T_f = i K_f m$$

- **NaCl-H2O eutektikum.**

$$T_{\text{eut}} \approx -21.2^{\circ}\text{C}, \qquad w_{\text{NaCl}} \approx 23.2\%$$

- **Biot-szám.**

$$\text{Bi} = \frac{hL_c}{k}$$

- **NaCl-H2O, etanol-H2O és ternér fázisdiagramok.**

16. Mágneses körhinta (Magnetic carousel)

1. Lényeges szakirodalom

- **[analóg/alapelmélet]** L. M. Barker et al.: Revisiting the far-field model of the force and torque induced on a conductive nonmagnetic sphere by a rotating magnetic dipole. Sci. Rep. 15, 18194 (2025). elérés
  Forgó mágneses dipólus által vezető, nem mágneses gömbre kifejtett erő és nyomaték.
- **[analóg/alapelmélet]**L. N. Pham et al.: Dexterous magnetic manipulation of conductive non-magnetic objects. Nature 598, 439-443 (2021). elérés
  Örvényáramos manipuláció.
- **[közvetlen]**J. Farago et al.: Counterrotation of magnetic beads in spinning fields. Phys. Rev. E 102, 042201 (2020). elérés
  Közvetlen ellenforgás.
- **[közvetlen]**Y. Y. Chau, R.-Y. Zhang, W. Wen: Reverse rotation of soft ferromagnetic ball in rotating magnetic field. J. Magn. Magn. Mater. 476, 376-381 (2019). elérés
  Közvetlen lágy ferromágneses golyó ellenforgása.
- **[analóg/alapelmélet]**C. Gissinger: Wave-induced motion of magnetic spheres. EPL 112, 50003 (2015). elérés
  Mágneses golyók nemtriviális pályamozgása.
- **[analóg/alapelmélet]**S. C. Bhargava: Non-synchronous operation of a hysteresis machine. PhD thesis, Aston Univ. (1972). elérés
  Hiszterézismotor és aszinkron fáziscsúszás.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **Magnetic anomaly / rotating magnetic carousel demonstration** - Игорь Белецкий. videó / oldal
  A feladathoz közeli demonstráció.
- **How does a hysteresis motor work?** - GetAClass - Physics. videó / oldal
  Hiszterézisen alapuló ellenirányú és aszinkron mozgás analógiája.
- **Как работает гистерезисный двигатель?** - GetAClass. videó / oldal

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Dipólus energia, erő, nyomaték.**

$$U = -\mathbf{m}\cdot\mathbf{B}, \qquad \mathbf{F} = \nabla(\mathbf{m}\cdot\mathbf{B}), \qquad \boldsymbol{\tau} = \mathbf{m}\times\mathbf{B}$$

- **Hiszterézis és fáziskésés.**

$$\mathbf{m} = \mathbf{m}[\mathbf{H}(t), \text{history}]$$

- **Gördülési kényszer.**

$$v = r\omega_{\text{spin}}$$

- **Utazó mágneses potenciál.**

$$U(\phi, t) = U_0 \cos[n(\phi - \Omega t) + \delta]$$

- **Fáziszárás, fáziscsúszás és Arnold-nyelv-szerű tartományok.**
- **Örvényáram/Lenz-törvény lehetséges hozzájárulása.**

17. Lehulló könyvfedél (Falling book cover)

1. Lényeges szakirodalom

- **[közvetlen]**J. Pantaleone: How the air slows a closing book. Am. J. Phys. 92, 7-13 (2024). elérés
  A feladat legközvetlenebb alapcikke.
- **[közvetlen]**J. Pantaleone: Jet propulsion from a closing book. Eur. J. Phys. 45, 035006 (2024). elérés
  A kilépő levegősugár impulzusárama.
- **[szakmai összefoglaló]** K. De Lange: Fluid forces on a closing book. Scilight 2023, 511103 (2023). elérés
  Szakmai összefoglaló a záródó könyvfedél körüli áramlási erőkről.
- **[analóg/alapelmélet]**J. Lang, S. Santhanam, Q. Wu: Exact and approximate solutions for transient squeezing flow. Phys. Fluids 29, 103606 (2017). elérés
  Tranziens szorítóáramlás elmélete.
- **[analóg/alapelmélet]** A. Moy, D.-A. Borca-Tasciuc, J. Tichy: Squeezing flow between rigid tilted surfaces: A general solution and case study for MEMS. Lubr. Sci. 29, 531-539 (2017). elérés
  Döntött merev felületek közötti szorítóáramlás általános megoldása.
- **[analóg/alapelmélet]** A. Krassnokutski, E. A. Moss, B. W. Skews: An experimental study of highly transient squeeze-film flows. Phys. Fluids 25, 063102 (2013). elérés
  Nagysebességű, erősen tranziens szorítófilm-áramlás kísérleti vizsgálata.
- **[analóg/alapelmélet]**E. A. Moss et al.: Highly transient squeeze-film flows. J. Fluid Mech. 671, 384-398 (2011). elérés
  Klasszikus nagy Reynolds-számú tranziens szorítófilm-áramlás.

2. Jelenség- és kísérleti videók

- **AJP Video Abstract - How the air slows a closing book** - American Association of Physics Teachers. videó / oldal
  A cikkhez tartozó videóabsztrakt.
- **Demonstration for problem 17: Falling Book Cover** - Russian YPT / iypt.ru. videó / oldal
  Bemutatóoldal a kiszorított levegő és a hang vizualizációjával.
- **What Does Sound Look Like?** - NPR Skunk Bear. videó / oldal
  Schlieren/hang- és légáramlás-vizualizációs analóg.

3. Releváns elméletek és kulcsképletek

- **Gravitációs merevfedél-alapmodell.**

$$I\ddot{\theta} = -mga\cos\theta$$

- **Ideális energiamérleg.**

$$\frac{1}{2}I\dot{\theta}^2 = mga(\sin\theta_0 - \sin\theta)$$

- **Reynolds-féle szorítóáramlási (squeeze-film) egyenlet.**

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(h^3\frac{\partial p}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h^3\frac{\partial p}{\partial y}\right) = 12\mu\frac{\partial h}{\partial t}$$

- **Teljes szögdinamika.**

$$I\ddot{\theta} = \tau_g + \tau_{\text{hinge}} + \tau_{\text{air}}(\theta,\dot{\theta}) - c\dot{\theta}$$

- **Kiáramló sugár impulzusárama és reakciónyomatéka.**
- **Hozzáadott tömeg / levegőtehetetlenség és viszkózus szorítóáramlási csillapítás.**

Közös elsődleges bibliográfiai kiindulópontok

- **HYPT - magyar feladatcímek:** HYPT / ELTE versenyfeladatok
- **IYPT - hivatalos angol feladatlista:** IYPT 2027 Problems
- **2027-es bibliográfiai gyűjtés:** I. Martchenko, N. Karpenko-Chernikov, A. Zinkevich, A. Mirkin: *Preparation to 40th IYPT 2027: references, questions and advices - First day draft* (16 July 2026). Reference Kit.

A videók demonstrációs és ötletadó források; tudományos állításokhoz elsődleges szakirodalom használata javasolt.

Megjegyzés: a versenyen minden átvett elméleti eredményt és irodalmi előzményt pontosan hivatkozni kell, a saját hozzájárulást pedig világosan el kell választani a korábbi munkáktól.