

*I hope we'll be able to solve these problems before we leave. – Pál Erdős*

## 1. Осмисли

Узмите кутију (нпр. кутију за шибице) и напуните је идентичним објектима (нпр. шибицама, куглицама...). Пronађите начин да одредите број објеката у кутији искључиво на основу звука који се производи приликом трешења кутије. Како прецизност овог метода зависи од својства објеката, кутије и густине паковања?

## 2. Микроскоп од капљице

Гледајући кроз једну кап воде постављену на стаклену површину, можете приметити да кап делује као оптички систем. Испитати увећање и резолуцију оваквог сочива.

## 3. Крути “шетач по стрмој равни”

Направите четвороноžног, круглог, “шетача по стрмој равни” (нпр. у облику лествице). Конструкција може почети да “хода” низ стрму раван. Испитати како геометрија и релевантни параметри утичу на терминалну брзину “ходања”.

## 4. Испаљивање гумене траке

Гумена трака може да прелети већу удаљеност ако се неравномерно растегне приликом испаљивања, дајући јој ротацију (енг. *spin*). Оптимизујте удаљеност коју гумена трака са спином може достићи.

## 5. Пинг понг ракета

Пинг понг лоптица се поставља у посуду са водом. Када се посуда испусти, пинг понг лоптица ће бити лансирана на велику висину. Коју максималну висину можете достићи са до 2 литара воде у посуди?

## 6. Безконтактни отпор

Одговори LRC кола које покреће извор наизменичног сигнала могу се променити уношењем немагнетне металне шипке или феромагнетне шипке у калем. Како можемо добити електричне и магнетне особине уметнуте шипке на основу одговора кола?

## 7. Огромна звучна плоча

Када се велика, танка, флексибилна плоча (нпр. пластика, метал или плексиглас) савије, може произвести гласне и необичне звуке. Објаснити и испитати феномен.

## 8. Још једна магнетна левитација

Поставите велики магнет у облику диска на неметалну проводну плочу. Када се мањи магнет помера испод плоче, магнет на врху може левитирати при одређеним условима. Испитати левитацију и могуће покрете магнета на врху.

## 9. Соларна ћелија

Функционална соларна ћелија се може направити помоћу проводних стаклених плоча, сока (нпр. брусница), јода и титанијум-диоксида. Овакав тип соларне ћелије се зове Грацелова (“Gratzel”) ћелија. Направити овакву ћелију и испитати параметре за добијање максималне ефикасности.

## 10. Магнетни точак

Узмите више “fidget spinner-а” и причврстите неодијумске магнете за њихове крајеве. Поставите један поред другог у равни. Када завртите један, остали ће се ротирати само због магнетног поља. Објаснити и испитати феномен.

## 11. Центрифугална пумпа

Проста водена пумпа се може направити користећи сламку савијену у троугао, са отворима на теменима. Када се једно теме троугла потопи у воду, и сламка заротира око вертикалне осе, вода се може подићи уз сламку и излетети из ње. Испитати како геометрија и остали параметри утичу на брзину којом вода истиче из сламке.

## 12. Спирала од сапунице

Спустите неистегнут “слинки” у раствор сапунице, извуките га и исправите. Опна од сапунице се формирала између навојака слинкија. Ако пробушите опну, предњи део опне ће почети да се креће. Објасните овај феномен и испитајте кретање предњег дела опне.

## 13. Мерач наелектрисања

Лака лопта виси на нити у области између две наелектрисане површи. Уколико је и лопта наелектрисана, биће скренута у једну страну за неки угао. Колика је прецизност таквог уређаја за мерење наелектрисања лопте? Оптимизовати уређај да измери најмање могуће наелектрисање лопте.

## 14. Трик лењиром

Поставите лењир на ивицу стола па баците лоптицу на његов слободни крај. Лењир ће пасти. Међутим, уколико се део лењира прекрије парчетом папира и понови бацање, лењир ће остати на столу а лоптица ће одскочити од њега. Објаснити феномен и испитати релевантне параметре.

## 15. Мокри свитак

Нежно спустити парче папира за прецртавање на површину воде. Папир се брзо савије у свитак а затим споро одмота. Објаснити и испитати феномен.

## 16. Катапулт са ваздушним јастуком

Поставите објекат на велики ваздушни јастук и испустите неколико других објеката на јастук тако да први објекат одскочи. Испитајте како брзина одскакања зависи од релевантних параметара.

## 17. Квантни пригушивач светла

Уколико поставите пламен са додатом кухињском соли испред натријумове сијалице, пламен баца сенку. Сенка може постати слабија уколико се пламен стави у јако магнетно поље. Објаснити и испитати феномен.

# Problems for the 37<sup>th</sup> IYPT 2024

Released by the IOC on 25 July 2023

*I hope we'll be able to solve these problems before we leave. – Pál Erdős*

A DOKUMENTUMOT DIGITÁLIS  
ALÁIRÁSSAL LÁTTA EL:

AVDH SIGN



## 1. Invent Yourself

Take a box (e.g. a matchbox), filled with identical objects (e.g. matches, balls, ...). Find a method to determine the number of objects in the box solely by the sound produced while shaking the box. How does the accuracy depend on the properties of the objects, the box, and the packing density?

## 2. Droplet Microscope

By looking through a single water droplet placed on a glass surface, one can observe that the droplet acts as an imaging system. Investigate the magnification and resolution of such a lens.

## 3. Rigid Ramp Walker

Construct a rigid ramp walker with four legs (e.g. in the form of a ladder). The construction may begin to 'walk' down a rough ramp. Investigate how the geometry of the walker and relevant parameters affect its terminal velocity of walking.

## 4. Shooting Rubber Band

A rubber band may fly a longer distance if it is non-uniformly stretched when shot, giving it spin. Optimise the distance that a rubber band with spin can reach.

## 5. Ping Pong Rocket

A ping pong ball is placed in a container of water. When the container is dropped, the ping pong ball will get launched to a great height. What maximum height can you reach with up to 2 liters of water?

## 6. Non-contact Resistance

The responses of a LRC circuit driven by an AC source can be changed by inserting either a non-magnetic metal rod or a ferromagnetic rod into the inductor coil. How can we obtain the magnetic and electric properties of the inserted rod from the circuit's responses?

## 7. Giant Sounding Plate

When a large, thin and flexible plate (e.g. plastic, metal or plexiglass) is bent, it may produce a loud and unusual howling sound. Explain and investigate this phenomenon.

## 8. Another Magnetic Levitation

Place a large disk-shaped magnet on a non-magnetic conductive plate. When a smaller magnet is moved under the plate, the magnet on top may levitate under certain conditions. Investigate the levitation and the possible motion of the magnet on top.

## 9. Juicy Solar Cell

A functional solar cell can be created using conducting glass slides, iodine, juice (eg. blackberry) and titanium dioxide. This type of cell is called a Grätzel cell. Make such a cell and investigate the necessary parameters to obtain maximum efficiency.

**Authors:** Felix Wechsler, Martin Plesch, Soňa Gažáková, Luc Mazereeuw, Kent Hogan, Martin Koh, Yung-Yuan Hsu, Ilya Martchenko, Nikita Chernikov, Sam Edgecombe, Lukasz Gladczuk, Artem Sukhov, Yihan Xu, Homichenko Alexsandrovich, Radost Waszkiewicz, Jim Chen

## 10. Magnetic Gear

Take several identical fidget spinners and attach neodymium magnets to their ends. If you place them side by side on a plane and rotate one of them, the remaining ones start to rotate only due to the magnetic field. Investigate and explain the phenomenon.

## 11. Pumping Straw

A simple water pump can be made using a straw shaped into a triangle and cut open at the vertices. When such a triangle is partially immersed in water with one of its vertices and rotated around its vertical axis, water may flow up through the straw. Investigate how the geometry and other relevant parameters affect the pumping speed.

## 12. The Soap Spiral

Lower a compressed slinky into a soap solution, pull it out and straighten it. A soap film is formed between the turns of the slinky. If you break the integrity of the film, the front of the film will begin to move. Explain this phenomenon and investigate the movement of the front of the soap film.

## 13. Charge Meter

A lightweight ball is suspended from a thread in the area between two charged plates. If the ball is also charged it will be deflected to one side at a certain angle. What is the accuracy of such a device for measuring the amount of charge on the ball? Optimise your device to measure the smallest possible charge on the ball.

## 14. Ruler Trick

Place a ruler on the edge of a table, and throw a ball at its free end. The ruler will fall. However, if you cover a part of the ruler with a piece of paper and repeat the throw, then the ruler will remain on the table while the ball will bounce off it. Explain this phenomenon, and investigate the relevant parameters.

## 15. Wet Scroll

Gently place a piece of tracing paper on the surface of water. It rapidly curls into a scroll and then slowly uncurls. Explain and investigate this phenomenon.

## 16. Cushion Catapult

Place an object on a large air cushion and drop several other objects in such a way that the first object is catapulted away. Investigate how the exit velocity depends on relevant parameters.

## 17. Quantum Light Dimmer

If you put a flame with table salt added in front of a vapour sodium lamp, the flame casts a shadow. The shadow can become lighter, if the flame is put into a strong magnetic field. Investigate and explain the phenomenon.

**Problem Selection Committee:** John Balcombe, Ryan Hsiao-Tzu Lin, Sam Edgecombe and Samuel Byland