20th IYPT (2007)

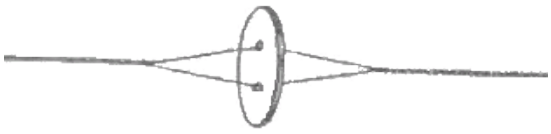
Source: (iypt.org, July 16, 2006)
Selected at the IOC meeting in Bratislava on July 16, 2006

1. Filament
There is a significant current surge when a filament lamp is first switched on. Propose a theoretical model and investigate it experimentally.

2. Slinky
Suspend a Slinky vertically and let it fall freely. Investigate the characteristics of the Slinky's free-fall motion.

3. Water jets
What can be observed when two water jets collide at different angles?

4. Spring thread
Pull a thread through the button holes as shown in the picture.



The button can be put into rotating motion by pulling the thread. One can feel some elasticity of the thread. Explain the elastic properties of such a system.

5. Razor blade
A razor blade is placed gently on a water surface. A charged body brought near the razor makes it move away. Describe the motion of the razor if an external electric field is applied.

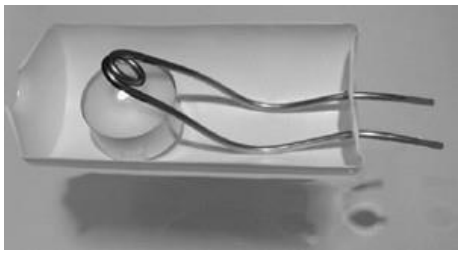
6. Rheology
It has been said that if you are sinking in soft mud, you should not move vigourously to try to get out. Make a model of the phenomenon and study its properties.

7. Crickets
Some insects, such as crickets, produce a rather impressive sound by rubbing together two parts of their body. Investigate this phenomenon. Build a device producing a sound in a similar way.

8. Condensation
Water droplets form on a glass filled with cold water. Explain the phenomenon and investigate the parameters that determine the size and number of droplets on the glass.

9. Ink droplet
Place a droplet of ball pen ink on a water surface. The droplet begins to move. Explain the phenomenon.

10. Steam boat
A boat can be propelled by means of a candle and metal tubing with two open ends (an example is shown in the picture).



Explain how such a boat is propelled and optimize your design for maximum velocity.

11. Water ski
What is the minimum speed needed to pull an object attached to a rope over a water surface so that is does not sink. Investigate the relevant parameters experimentally and theoretically.

12. Fluid lens
Develop a fluid lens system with adjustable focus. Investigate the quality and possible applications of your system.

13. Balloon
Measure the change of the optical properties of the skin of a balloon during its inflation.

14. Earthquake
Suggest a mechanism that makes buildings resistant to earthquakes. Perform experiments and explain the results.

15. Blowpipe
Investigate the motion of a projectile inside a blowpipe. Determine the conditions for maximum exit velocity when blown by mouth.

16. Water cascade
Arrange a corrugated drainage pipe, or similar, on an incline. Allow water to flow through the pipe and then carefully stop the flow. Investigate the behaviour of the system when water is dropped into the pipe.

17. Ice bulge
Fill a plastic tray with water. When frozen, under certain conditions, a bulge can appear on the surface. Investigate this phenomenon.

21st IYPT (2008)

Source: Problems for 21st for IYPT, Croatia 2008 (iypt.org, Aug. 8, 2007)
Selected at the IOC meeting in Seoul on July 12—13, 2007; released as *Preliminary* on July 18, 2007; as final on Aug. 8, 2007

1. Tipcat
Place a small wooden stick over the edge of a desk. Hit the end of the stick overhanging the table so that it flies away. How is the flight distance related to the relevant parameters? What is the condition for a maximum horizontal distance?

2. Winged seed
Investigate the motion of falling winged seeds such as those of the maple tree.

3. Pin-hole camera
Study the characteristics of a pin-hole camera and find the conditions for the camera to achieve optimum image quality.

4. Cymbal
Discharging an electronic flash unit near a cymbal will produce a sound from the cymbal. Explain the phenomenon and investigate the relevant parameters.

5. Voltaic cell
Make a voltaic cell using paper tissues as a salt bridge. Study and explain how the electromotive force of this battery depends on time.

6. Liquid stain
When a drop of liquid such as coffee dries on a smooth surface, the stain usually remains at the edge of the drop. Investigate why the stain forms at the edge and what parameters affect the characteristics of the stain.

7. Making a splash
A solid object is dropped into water from a height of 50 cm. Investigate the factors that would minimize the splash.

8. Astroblaster
When a large ball is dropped, with a smaller one stacked on top of it, onto a hard surface, the smaller ball will often rise much higher than it would if dropped onto the same surface by itself while the larger ball hardly bounces at all. Investigate this phenomenon and design a multiple-ball system, using up to 4 balls, that will reach the greatest elevation of the top ball.

9. Flute
Drill a hole into the side of a tube that is open at one end and produce a sound by blowing the open end. Investigate the pitch and timbre of the sound of your flute and how they depend on the position and the diameter of the hole.

10. Kaye effect
When a thin stream of shampoo is poured onto a surface, a small stream of liquid occasionally leaps out. This effect lasts less than a second but occurs repeatedly. Investigate this phenomenon and give an explanation.

11. Gutter
When a thin layer of water flows along an inclined gutter different wave patterns are sometimes observed. Study this phenomenon.

12. Geyser
Support a long, vertical tube containing water. Heat the tube directly from the bottom and you will observe that the water erupts. Arrange for the water to drain back into the tube to allow repeated eruptions. Investigate the parameters that affect the time dependence of the process.

13. Spinning ice
Pour very hot water into a cup and stir it so the water rotates slowly. Place a small ice cube at the centre of the

rotating water. The ice cube will spin faster than the water around it. Investigate the parameters that influence the ice rotation.

14. Faraday generator
Construct a homopolar electric generator. Investigate the electrical properties of the device and find its efficiency.

15. Gelation
Hot gelatine solution becomes a gel upon cooling. Investigate the electric conductivity as a function of temperature as it gels. Explain the results obtained.

16. Black spoon
Blacken a spoon using a candle flame. If you immerse the spoon in water it appears glossy. Investigate the phenomenon and determine the optical properties of such a “mirror”.

17. Heat engine
Build a heat engine powered only by the difference between the day and night air temperatures without using direct sunlight. Determine its efficiency.

Problems for the 22nd IYPT

July 2009, Nankai University, Tianjin, China

1. **Stearin engine**

A candle is balanced on a horizontal needle placed through it near its centre of mass. When the candle is lit at both ends, it may start to oscillate. Investigate the phenomenon. Maximize the output mechanical power of the system.

2. **Coupled compasses**

Place a compass on a table. Place a similar compass next to the first one and shake it gently to make the needle start oscillating. The original compass' needle will start oscillating. Observe and explain the behaviour of these coupled oscillators.

3. **Resonating modes**

Place a mobile phone inside a metallic container with a hole in it. Investigate under what conditions the mobile phone starts to ring after calling it.

4. **Ghostly images**

When a photo is taken with a flash, bright "disks" may appear as shown in the picture. Investigate and explain the phenomenon.

5. **Stop a drip**

To prevent dripping from a bottle after pouring, it can be turned slightly. Investigate the motion of the bottle for no drop to fall.

6. **Roundabout**

Put a plastic cup on a thin layer of liquid on a flat solid surface. Make the cup rotate. On what parameters does the rotational deceleration of the cup depend?

7. **Skateboarder**

A skateboarder on a horizontal surface can accelerate from rest just by moving the body, without touching external support. Investigate the parameters that affect the motion of a skateboard propelled by this method.

8. **Air pocket**

A vertical air jet from a straw produces a cavity on a water surface. What parameters determine the volume and depth of the cavity?

9. Drying

Investigate the drying process of a vertical wet paper sheet. How does the boundary of drying move?

10. Optical tube

Look down a cylindrical metal tube which is shiny on the inside. You will notice dark and light bands. Investigate the phenomenon.

11. Transformers

The "simple transformer law" relates output voltage to input voltage and turns ratio. Investigate the importance of frequency and other parameters in determining the non-ideal behaviour of transformers.

12. Hot ball

Put a hot metal ball on parallel horizontal rails. The ball starts to move. Investigate the phenomenon.

13. Sand ripples

Investigate how the formation of sand ripples under shallow water depends on various parameters.

14. Bouncing drop

Investigate the motion of water droplets falling on a hydrophobic surface (e.g. coated with soot or teflon).

15. Electro-oscillator

A mass is hung from the middle of a horizontal wire. When a current is passed through the wire, the mass may start to oscillate. Describe and explain this phenomenon.

16. Electromagnetic motor

Attach a strong light magnet to the head of a steel screw. The screw can now hang from the terminal of a battery. Completing the circuit by a sliding contact on the magnet causes the screw to rotate. Investigate the parameters that determine the angular velocity of the screw.

17. Corrugation

After traffic has used an unpaved road for some time the surface of the road gets a "wave" structure with a well defined wavelength. Investigate and explain this phenomenon.

23rd IYPT (2010)

Source: Problems for the 23rd IYPT 2010 (iypt.org, July 31, 2009)
Selected at the IOC meeting in Tianjin on July 28—29, 2009; released on July 30, 2009

1. Electromagnetic cannon
A solenoid can be used to fire a small ball. A capacitor is used to energize the solenoid coil. Build a device with a capacitor charged to a maximum 50 V. Investigate the relevant parameters and maximize the speed of the ball.

2. Brilliant pattern
Suspend a water drop at the lower end of a vertical pipe. Illuminate the drop using a laser pointer and observe the pattern created on a screen. Study and explain the structure of the pattern.

3. Steel balls
Colliding two large steel balls with a thin sheet of material (e.g. paper) in between may "burn" a hole in the sheet. Investigate this effect for various materials.

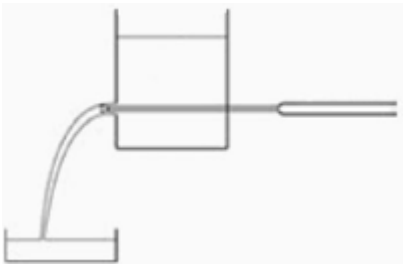
4. Soap film
Create a soap film in a circular wire loop. The soap film deforms when a charged body is placed next to it. Investigate how the shape of the soap film depends on the position and nature of the charge. Investigate and explain the phenomenon.

5. Grid
A plastic grid covers the open end of a cylindrical vessel containing water. The grid is covered and the vessel is turned upside down. What is the maximal size of holes in the grid so that water does not flow out when the cover is removed?

6. Ice
A wire with weights attached to each end is placed across a block of ice. The wire may pass through the ice without cutting it. Investigate the phenomenon.

7. Two flasks
Two similar flasks (one is empty, one contains water) are each connected by flexible pipes to a lower water reservoir. The flasks are heated to 100 °C and this temperature is held for some time. Heating is stopped and as the flasks cool down, water is drawn up the tubes. Investigate and describe in which tube the water goes up faster and in which the final height is greater. How does this effect depend on the time of heating?

8. Liquid light guide
A transparent vessel is filled with a liquid (e.g. water). A jet flows out of the vessel. A light source is placed so that a horizontal beam enters the liquid jet (see picture). Under what conditions does the jet operate like a light guide?



9. Sticky water
When a horizontal cylinder is placed in a vertical stream of water, the stream can follow the cylinder's circumference along the bottom and continue up the other side before it detaches. Explain this phenomenon and investigate the relevant parameters.

10. Calm surface
When wind blows across a water surface, waves can be observed. If the water is covered by an oil layer, the waves on the water surface will diminish. Investigate the phenomenon.

11. Sand
Dry sand is rather ‘soft’ to walk on when compared to damp sand. However sand containing a significant amount of water becomes soft again. Investigate the parameters that affect the softness of sand.

12. Wet towels
When a wet towel is flicked, it may create a cracking sound like a whip.Investigate the effect. Why does a wet towel crack louder than a dry one?

13. Shrieking rod
A metal rod is held between two fingers and hit. Investigate how the sound produced depends on the position of holding and hitting the rod?

14. Magnetic spring
Two magnets are arranged on top of each other such that one of them is fixed and the other one can move vertically. Investigate oscillations of the magnet.

15. Paper anemometer
When thin strips of paper are placed in an air flow, a noise may be heard. Investigate how the velocity of the air flow can be deduced from this noise?

16. Rotating spring
A helical spring is rotated about one of its ends around a vertical axis. Investigate the expansion of the spring with and without an additional mass attached to its free end.

17. Kelvin’s dropper
Construct Kelvin’s dropper. Measure the highest voltage it can produce. Investigate its dependence on relevant parameters.

24th IYPT (2011)

Source: Problems for IYPT 2011 (iypt.org, July 17, 2010)
Selected at the IOC meeting in Gössing on July 16—17, 2010

1. Adhesive tape
Determine the force necessary to remove a piece of adhesive tape from a horizontal surface. Investigate the influence of relevant parameters.

2. Air drying
Table utensils (dishes, cutlery, etc.), after being washed, dry differently. Investigate how the time of drying depends on relevant parameters.

3. Bouncing flame
Place a flame (e.g. from a Bunsen burner) between two charged parallel metal plates. Investigate the motion of the flame.

4. Breaking spaghetti
Find the conditions under which dry spaghetti falling on a hard floor does not break.

5. Car
Build a model car powered by an engine using an elastic air-filled toy-balloon as the energy source. Determine how the distance travelled by the car depends on relevant parameters and maximize the efficiency of the car.

6. Convection
In a container filled with a liquid, heat transport will occur when the bottom of the container is heated and the top surface is cooled. How does the phenomenon change when the container rotates about its vertical axis?

7. Cup drum
A plastic cup is held upside-down and tapped on its base. Investigate the sound produced when the open end of the cup is above, on or below a water surface.

8. Domino amplifier
A row of dominoes falling in sequence after the first is displaced is a well known phenomenon. If a row of "dominoes" gradually increases in height, investigate how the energy transfer takes place and determine any limitations to the size of the dominoes.

9. Escaping powder
When a hot wire is plunged into a beaker of water with powder (e.g. lycopodium) floating on the surface, the powder moves rapidly. Investigate the parameters that alter the speed of movement of the powder.

10. Faraday heaping
When a container filled with small spheres (e.g. mustard seeds) is vibrated vertically with a frequency between 1—10 Hz, so called Faraday heaping occurs. Explore this phenomenon.

11. Fingerprints
Fill a glass with a liquid and hold it in your hands. If you look from above at the inner walls of the glass, you will notice that the only thing visible through the walls is a very bright and clear image of patterns on your fingertips. Study and explain this phenomenon.

12. Levitating spinner
A toy consists of a magnetic spinning top and a plate containing magnets (e.g. "Levitron"). The top may levitate above the magnetic plate. Under what conditions can one observe the phenomenon?

13. Light bulb
What is the ratio between the thermal energy and light energy emitted from a small electric bulb depending on the voltage applied to a bulb?

14. Moving cylinder
Place a sheet of paper on a horizontal table and put a cylindrical object (e.g. a pencil) on the paper. Pull the paper out. Observe and investigate the motion of the cylinder until it comes to rest.

15. Slow descent
Design and make a device, using one sheet of A4 80 gram per m^2 paper that will take the longest possible time to fall to the ground through a vertical distance of 2.5 m. A small amount of glue may be used. Investigate the influence of the relevant parameters.

16. Smoke stream
A glass jar is covered with cellophane. A tightly folded paper tube of length 4—5 cm is inserted hermetically into the jar through the cellophane cover. The tube is oriented horizontally. If one burns the outside end of the tube the dense smoke flows into the jar. Explore this phenomenon.

17. Vikings
According to a legend, Vikings were able to navigate in an ocean even during overcast (dull) weather using tourmaline crystals. Study how it is possible to navigate using a polarizing material. What is the accuracy of the method?

مسائل IYPT/AYPT/PYPT 2012

۱-توپ گوسی

یک سری توپ فولادی یکسان شامل یک آهن ربای قوی درون یک کانال غیر مغناطیسی قرار دارند. توپ فولادی دیگری به طرف توپ انتهایی حرکت کرده و به آن برخورد می کند. توپی که در سر دیگر لوله قرار دارد با سرعت بالایی به خارج پرتاب می گردد. موقعیت آهن ربا را برای بیشترین تأثیر بهینه سازی کنید.

۲- برش هوا

هنگامی که یک تکه نخ (مانند نایلن) که در انتهای آزاد آن یک جسم کوچک متصل است چرخانده می شود، یک صدای مشخصی از آن خارج می شود. منشأ این صدا و پارامترهای وابسته به آن را مطالعه کنید.

۳- رشته ای از مهره ها

با کشیدن قسمت طویلی از زنجیره مهره ها بر روی لبه یک بشر یک رشته طویل از مهره ها از بشر رها می شود. به سبب جاذبه سرعت زنجیره افزایش می یابد. در یک لحظه خاص زنجیره با لبه بشر تماس پیدا نمی کند (عکس راببینید). این پدیده را بررسی کرده و توضیح دهید.

۴- پل مایع

اگر ولتاژ بالایی به مایعی (مانند آب دیونیزه) در دو بشر که با یکدیگر در تماس هستند وصل شود، یک پل مایع شکل می گیرد. این پدیده را بررسی کنید. (ولتاژ بالا باید فقط با نظارت یک سرپرست استفاده شود)

۵- امواج تابناک

مخزن آبی را منور گردانید. هنگامی که سطح آب دارای موج است ، طرح های تاریک و روشنی را در کف مخزن می توانید ببینید. رابطه بین این امواج و طرح ها را مطالعه کنید.

۶- اسباب بازی وودپیکر(دارکوب)

اسباب بازی وودپیکر (عکس را ببینید) یک حرکت نوسانی را نشان می دهد. حرکت این اسباب بازی را بررسی کرده و توضیح دهید.

۷- پونز

یک پونز شناور روی سطح آب در نزدیکی یک پونز شناور دیگر نیروی جاذبه به یکدیگر وارد می کنند. این پدیده را بررسی کنید. آیا این امکان وجود دارد که به نیروی دافعه توسط مکانیزم مشابه دست یافت؟

۸- حباب ها

آیا ممکن است روی آبی که مقدار زیادی حباب در آن وجود دارد شناور شد؟ بررسی کنید چگونه شناوری یک جسم به حباب های موجود بستگی دارد؟

۹- آهن ربا و سکه

یک سکه را به صورت عمودی روی یک آهن ربا قرار دهید. سکه را نسبت به آهن ربا مایل کرده و سپس آن را رها کنید. سکه ممکن است سقوط کرده و روی آهن ربا بیفتد و یا به وضعیت قائم خود برگردد. حرکت سکه را مطالعه کرده و توضیح دهید.

۱۰- بطری نوسان کننده

درون یک بطری را با مقداری مایع پر کنید. آن را روی یک سطح افقی قرار دهید و به آن فشار وارد کنید. بطری اول به سمت جلو حرکت می کند و قبل از اینکه به حالت سکون در آید نوسان می کند. حرکت بطری را بررسی کنید.

۱۱- جریان تخت

شکاف نازک بین دو بشقاب بزرگ شفاف افقی موازی را با یک مایع پر کنید و یک سوراخ کوچک در مرکز یکی از صفحات ایجاد کنید. جریان را در چنین سلولی ، اگر مایعی متفاوت از طریق سوراخ تزریق شود را بررسی کنید.

۱۲- فانوس ها

فانوس های کاغذی با استفاده از یک شمع شناور می شوند. یک فانوس طراحی کنید که با یک شمع بتواند در کوتاهترین زمان (از روشن شدن شمع) تا ارتفاع۵,۲ سانتیمتر به سمت بالا به صورت عمودی حرکت کند. تأثیر پارامترهای مؤثر را بررسی کنید.(لطفاً مراقب باشید آتش سوزی نشود)

۱۳- شیشه مه آلود

بر روی سطح یک شیشه سرد بدمید به طوری که بخار آب بر روی آن ایجاد شود .از طریق شیشه مه آلود به یک لامپ سفید نگاه کنید، شما حلقه های رنگی را که در خارج از یک نقطه مرکزی فازی سفید ظاهر می شود می بینید .این پدید را توضیح دهید.

۱۴-ترشح گرانول

اگر یک توپ فولادی بر روی بستر ماسه خشک انداخته شود، ترشحی (splash) مشاهده خواهد شد که ممکن است به دنبال آن جهشی از یک ستون عمودی از شن و ماسه به وجود آید . این عمل را انجام دهید و این پدیده را توضیح دهد.

۱۵- توپ گلف

اغلب اتفاق می افتد که یک توپ گلف از سوراخ فرار می کند و یک لحظه پس از آن وارد سوراخ می شود. این پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید تحت چه شرایطی این پدیده مشاهده می شود.

۱۶- بالا آمدن حباب

یک لوله عمودی با یک مایع چسبناک پر شده است .در انتهای لوله یک حباب هوای بزرگ وجود دارد . حرکت حباب را از کف ظرف به سطح آن مطالعه کنید.

۱۷- توپ در کف

توپ سبک و کوچکی در داخل کف صابون قرار می گیرد .اندازه توپ باید قابل مقایسه با اندازه حباب های کف صابون باشد. حرکت توپ را بر حسب تابعی از پارامترهای وابسته بررسی کنید.

25th IYPT (2012)

Source: Problems for the 25th IYPT (iypt.org, Aug. 13, 2011)
Selected at the IOC meeting in Isfahan on July 30, 2011; released on Aug. 13, 2011

1. Gaussian cannon
A sequence of identical steel balls includes a strong magnet and lies in a nonmagnetic channel. Another steel ball is rolled towards them and collides with the end ball. The ball at the opposite end of the sequence is ejected at a surprisingly high velocity. Optimize the magnet's position for the greatest effect.

2. Cutting the air
When a piece of thread (e.g., nylon) is whirled around with a small mass attached to its free end, a distinct noise is emitted. Study the origin of this noise and the relevant parameters.

3. String of beads
A long string of beads is released from a beaker by pulling a sufficiently long part of the chain over the edge of the beaker. Due to gravity the speed of the string increases. At a certain moment the string no longer touches the edge of the beaker (see picture). Investigate and explain the phenomenon.

4. Fluid bridge
If a high voltage is applied to a fluid (e.g. deionized water) in two beakers, which are in contact, a fluid bridge may be formed. Investigate the phenomenon. (High voltages must only be used under appropriate supervision—check local rules.)

5. Bright waves
Illuminate a water tank. When there are waves on the water surface, you can see bright and dark patterns on the bottom of the tank. Study the relation between the waves and the pattern.**6. Woodpecker toy**
A woodpecker toy (see picture) exhibits an oscillatory motion. Investigate and explain the motion of the toy.

7. Drawing pins
A drawing pin (thumbtack) floating on the surface of water near another floating object is subject to an attractive force. Investigate and explain the phenomenon. Is it possible to achieve a repulsive force by a similar mechanism?

8. Bubbles
Is it possible to float on water when there are a large number of bubbles present? Study how the buoyancy of an object depends on the presence of bubbles.

9. Magnet and coin
Place a coin vertically on a magnet. Incline the coin relative to the magnet and then release it. The coin may fall down onto the magnet or revert to its vertical position. Study and explain the coin's motion.

10. Rocking bottle
Fill a bottle with some liquid. Lay it down on a horizontal surface and give it a push. The bottle may first move forward and then oscillate before it comes to rest. Investigate the bottle's motion.

11. Flat flow
Fill a thin gap between two large transparent horizontal parallel plates with a liquid and make a little hole in the centre of one of the plates. Investigate the flow in such a cell, if a different liquid is injected through the hole.

12. Lanterns
Paper lanterns float using a candle. Design and make a lantern powered by a single tea-light that takes the shortest time (from lighting the candle) to float up a vertical height of 2.5 m. Investigate the influence of the relevant parameters. (Please take care not to create a risk of fire!)

13. Misty glass
Breathe on a cold glass surface so that water vapour condenses on it. Look at a white lamp through the misted glass and you will see coloured rings appear outside a central fuzzy white spot. Explain the phenomenon.

14. Granular splash
If a steel ball is dropped onto a bed of dry sand, a "splash" will be observed that may be followed by the ejection of a vertical column of sand. Reproduce and explain this phenomenon.

15. Frustrating golf ball
It often happens that a golf ball escapes from the hole an instant after it has been putted into it. Explain this phenomenon and investigate the conditions under which it can be observed.

16. Rising bubble
A vertical tube is filled with a viscous fluid. On the bottom of the tube, there is a large air bubble. Study the bubble rising from the bottom to the surface.

17. Ball in foam
A small, light ball is placed inside soap foam. The size of the ball should be comparable to the size of the foam bubbles. Investigate the ball's motion as a function of the relevant parameters.

مسائل مسابقات IYPT/AYPT/PYPT 2013

۱-ساخت پل (خودتان اختراع کنید)

خم کردن یک برگه کاغذ اگر به شکل آکاردئون در آورده شود و یا به دور یک لوله پیچیده شود خیلی سخت است. با استفاده از یک برگه A4 و مقدار کمی چسب در صورت لزوم، پلی بسازید که فضای ۲۸۰ میلی متری را بپوشاند. پارامترهایی که قدرت پل شما را مشخص می کند بیان کنید و تعدادی از آنها و یا همه آنها را بهینه سازی نمایید.

۲- فضای الاستیکی

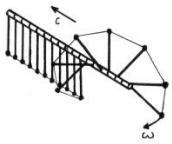
دینامیک و بر هم کنش توپ های بزرگی که روی یک پوسته کاملا کشیده شده افقی می چرخند غالبا برای به تصویر کشیدن جاذبه به کار می روند. این سیستم را بیشتر بررسی کنید. آیا امکان دارد ثابت جاذبه را در این حالت مشخص و یا اندازه گیری کرد؟

۳- توپ جهنده

اگر یک توپ پینگ پنگ را در بالای سطح زمین نگه داشته و رها کنیم جهش هایی را انجام می دهد. اگر توپ حاوی مایع باشد این برخورد تغییر می کند. تحقیق کنید این برخورد چگونه به مقدار مایع داخل توپ و دیگر پارامتر ها بستگی دارد.

۴-سالیتون

یک زنجیره از آونگ های مشابه که هر کدام به فواصل مساوی با یک رشته نخ سبک به رشته مجاوروصل شده است در امتداد محور افقی سوار شده اند.هر آونگ می تواند در حول محور بچرخد، اما نمی تواند به طرفین حرکت کند (نگاه کنید به شکل). انتشار این حرکت را در امتداد چنین زنجیره ای بررسی کنید. سرعت موج انفرادی، زمانی که هر یک از آونگ ها دچار چرخش ۳۶۰ درجه ای می شود، چقدر است؟



۵- شناوری

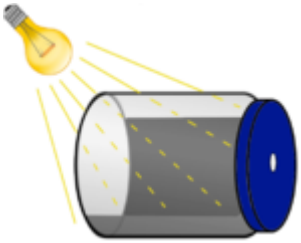
یک توپ سبک(مانند توپ پینگ پنگ) بر روی جریانی از هوا به سمت بالا نگه داشته می شود.جریان هوا شیبدارشده تا جایی که توپ را نگه دارد.این پدیده را بررسی کنید و سیستم را به گونه ای که با حداکثر زاویه شیب موقعیت توپ ثابت بماند را بهینه سازی نمایید.

۶- پلاستیک رنگی

در نور روشن، یک شیء پلاستیکی شفاف (به عنوان مثال یک جعبه CD خالی) می تواند گاهی اوقات به رنگ های مختلف بدرخشد (نگاه کنید به شکل). این پدیده را بررسی کنید و توضیح دهید. وقتی منابع نور مختلف استفاده می شود تحقیق کنید که رنگ های مختلف دیده می شود.

۷- شنیدن نور

نیمی از داخل یک شیشه را با یک لایه ای از دوده بپوشانید و یک سوراخ در سرپوش آن ایجاد کنید (نگاه کنید به شکل). هنگامی که نور از یک لامپ متصل به AC به دیواره سیاه شیشه برخورد می کند، یک صدای مجزا شنیده می شود. این پدیده را تحقیق و بررسی کنید.



۸- جت و فیلم

یک جت نازک مایع بر یک فیلم صابون برخورد می کند(نگاه کنید به شکل). بسته بر پارامترهای مربوطه، جت یا می تواند به درون این فیلم نفوذ کند و یا با آن ادغام شود، وتولید اشکال جالب نماید. این تعامل و اشکال به دست آمده را توضیح دهید و بررسی کنید.

۹- میکروفون کربنی

برای سال های بسیاری، طراحی میکروفون با استفاده از گرانول های کربن مدنظر بوده است. تغییر فشار بر روی گرانول هایی که با برخورد امواج صوتی به وجود آمده اند، یک سیگنال خروجی الکتریکی تولید می کند. اجزای این دستگاه را بررسی کنید و ویژگی های آن را معین نمایید.

۱۰- بالا رفتن آب

بشقاب را با آب پر کرده و یک شمع به صورت عمودی در وسط بشقاب قرار دهید. شمع را روشن کنید و و روی آن را با یک ظرف شفاف پوشش دهید. این پدیده را بررسی کرده و توضیح دهید.

۱۱- موتور بلبرینگ

وسیله ای که "بلبرینگ موتور" نامیده می شود با استفاده از انرژی الکتریکی حرکت دورانی تولید می کند. بازده موتور و سرعت چرخش بستگی به چه پارامترهایی دارد؟ (هنگام کار با جریان های زیاد مراقب باشید)

۱۲- چرخ فلک هلمهولتز

توپ های درخت کریسمس را روی یک پایه کم اصطکاک (چرخ فلک) نصب کنید به طوری که سوراخ هر یک از توپ ها در جهت مماس قرار گیرد. اگر شما این مجموعه را در معرض یک فرکانس و شدت صوت مناسب قرار دهید ، چرخ فلک شروع به چرخش می کند. توضیح این پدیده را توضیح دهید و بررسی پارامترهای که باعث حداکثر سرعت چرخش چرخ فلک می شود را بررسی کنید.

۱۳- حرکت مارپیچی عسل

جریان نازک رو به پایین مایع چسبناکی، مانند عسل، اغلب تولید حلقه های دایره ای شکلی را می کند. این پدیده را مطالعه کرده و توضیح دهید.

۱۴- پرواز دودکش

یک لوله استوانه ای توخالی از یک کاغذ سبک (به عنوان مثال از چای کیسه ای خالی) بسازید. هنگامی که قسمت بالای استوانه روشن می شود، شروع به بالا رفتن می کند. این پدیده را توضیح دهید و پارامترهایی را که بر بلند شدن و دینامیک این استوانه تأثیر می گذارد بررسی کنید.

۱۵- اپتیک منیسک

یک شکاف باریک در یک ورق نازک ازیک ماده مات ایجاد کنید. ورق را درون یک مایع مانند آب وارد کنید. پس از بیرون آوردن ورق از مایع، شما یک فیلم مایع را در شکافخواهید دید. شکاف را روشن کرده و الگوی به دست آمده را مطالعه کنید.

۱۶- حلقه

یک هوپ (حلقه) با خاصیت کشسانی در مقابل یک سطح سخت فشار داده شده و پس از آن به طور ناگهانی رها می شود.. حلقه در هوا به بالا می پرد. تحقیق کنید چگونه ارتفاع پرش بستگی به پارامترهای مربوطه دارد.

۱۷- شلنگ آتش نشانی

یک شلنگ با جت آب که از نازل آن خارج می شود را در نظر بگیرید. شلنگ را به حال خود رها سازید و حرکت های بعدی آن را مشاهده نمایید. پارامترهایی که این حرکت را تحت تاثیر قرار می دهد را تعیین کنید.

26th IYPT (2013)

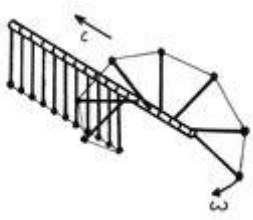
Source: Problems for the 26th IYPT 2013 (iypt.org, Aug. 1, 2012)
Selection proposed by the Committee for Problem Selection on July 12; approved and edited at the IOC meeting in Stuttgart on July 28; released on Aug. 1, 2012

1. Invent yourself
It is more difficult to bend a paper sheet, if it is folded "accordion style" or rolled into a tube. Using a single A4 sheet and a small amount of glue, if required, construct a bridge spanning a gap of 280 mm. Introduce parameters to describe the strength of your bridge, and optimise some or all of them.

2. Elastic space
The dynamics and apparent interactions of massive balls rolling on a stretched horizontal membrane are often used to illustrate gravitation. Investigate the system further. Is it possible to define and measure the apparent "gravitational constant" in such a "world"?

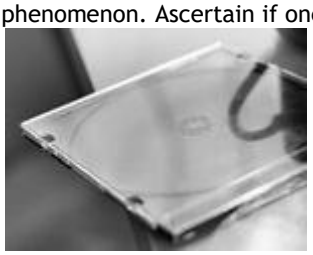
3. Bouncing ball
If you hold a Ping-Pong ball above the ground and release it, it bounces. The nature of the collision changes if the ball contains liquid. Investigate how the nature of the collision depends on the amount of liquid inside the ball and other relevant parameters.

4. Soliton
A chain of similar pendula is mounted equidistantly along a horizontal axis, with adjacent pendula being connected with light strings. Each pendulum can rotate about the axis but can not move sideways (see figure). Investigate the propagation of a deflection along such a chain. What is the speed for a solitary wave, when each pendulum undergoes an entire 360° revolution?



5. Levitation
A light ball (e.g. a Ping-Pong ball) can be supported on an upward airstream. The airstream can be tilted yet still support the ball. Investigate the effect and optimise the system to produce the maximum angle of tilt that results in a stable ball position.

6. Coloured plastic
In bright light, a transparent plastic object (e.g. a blank CD case) can sometimes shine in various colours (see figure). Study and explain the phenomenon. Ascertain if one also sees the colours when various light sources are used.



7. Hearing light
Coat one half of the inside of a jar with a layer of soot and drill a hole in its cover (see figure). When light from a light bulb connected to AC hits the jar's black wall, a distinct sound can be heard. Explain and investigate the phenomenon.

8. Jet and film
A thin liquid jet impacts on a soap film (see figure). Depending on relevant parameters, the jet can either penetrate through the film or merge with it, producing interesting shapes. Explain and investigate this interaction and the resulting shapes.

9. Carbon microphone
For many years, a design of microphone has involved the use of carbon granules. Varying pressure on the granules produced by incident sound waves produces an electrical output signal. Investigate the components of such a device and determine its characteristics.

10. Water rise
Fill a saucer up with water and place a candle vertically in the middle of the saucer. The candle is lit and then covered by a transparent beaker. Investigate and explain the further phenomenon.

11. Ball bearing motor
A device called a "Ball Bearing Motor" uses electrical energy to create rotational motion. On what parameters do the motor efficiency and the velocity of the rotation depend? (Take care when working with high currents!)

12. Helmholtz carousel
Attach Christmas tree balls on a low friction mounting (carousel) such that the hole in each ball points in a tangential direction. If you expose this arrangement to sound of a suitable frequency and intensity, the carousel starts to rotate. Explain this phenomenon and investigate the parameters that result in the maximum rotation speed of the carousel.

13. Honey coils
A thin, downward flow of viscous liquid, such as honey, often turns itself into circular coils. Study and explain this phenomenon.

14. Flying chimney
Make a hollow cylindrical tube from light paper (e.g. from an empty tea bag). When the top end of the cylinder is lit, it takes off. Explain the phenomenon and investigate the parameters that influence the lift-off and dynamics of the cylinder.

15. Meniscus optics
Cut a narrow slit in a thin sheet of opaque material. Immerse the sheet in a liquid such as water. After removing the sheet from the liquid, you will see a liquid film in the slit. Illuminate the slit and study the resulting pattern.

16. Hoops
An elastic hoop is pressed against a hard surface and then suddenly released. The hoop can jump high in the air. Investigate how the height of the jump depends on the relevant parameters.

17. Fire hose
Consider a hose with a water jet coming from its nozzle. Release the hose and observe its subsequent motion. Determine the parameters that affect this motion.

مسائل PYPT 2014

۱- خودتان بسازید

می دانیم که بعضی از مدارها رفتارهای اغتشاشی از خود نشان می دهند .یک مدار ساده بسازید که این خاصیت را داشته باشد ورفتار آن را بررسی کنید.

۲- هولوگرام

می توانیم با ایجاد خراش هایی بر روی یک تکه پلاستیک یک هولوگرام دست ساز داشته باشیم .با حروف IYPT چنین هولوگرامی را بسازید و بررسی کنید که چگونه کار می کند.

۳- ریسمان چرخان

یک ریسمان را در دست نگه داشته و قسمت انتهایی آن را بچرخانید .در بعضی از نقاط شکل های مارپیچ و یا حلقه ای را در ریسمان می بینید .این پدیده را بررسی کرده و شرح دهید.

۴- صدای توپ

وقتی دو توپ فولادی سخت یا مشابه آن به آرامی در تماس با یکدیگر قرار بگیرند ، ممکن است صدایی غیرعادی "جیر جیر" ایجاد شود. ماهیت صدا را بررسی و توضیح دهید.

۵- حلقه با وزنه

یک وزنه کوچک را به داخل یک حلقه ببندید و با یک نیروی اولیه آن را به حرکت در آورید .حرکت حلقه را بررسی کنید.

۶- حباب های کریستالی

تعداد زیادی حباب هوا بسیار کوچک و مشابه روی سطح مایع صابون شناور می شوند. حبابها خود را به یک الگوی منظم شبیه به یک شبکه بلوری مرتب می کنند. روشی را برای به دست آوردن حباب هایی با اندازه ثابت پیشنهاد دهید و در مورد شکل گیری چنین بلوری حبابی تحقیق کنید.

۷- یخچال های دو لایه

یخچال دولایه وسیله ای است که غذا را با استفاده از قانون خنک کننده تبخیری خنک نگاه می دارد . این وسیله شامل یک ظرف است که در داخل ظرف دیگری که بزرگتر است قرار می گیرد با یک فضای بین آنها که با مواد متخلخل خیس مانند شن پر شده است .چگونه می توان بهترین اثر سرمایشی را داشت؟

۸- منجمد کردن قطرات

یک قطره آب را روی یک ظرف که دمای آن در حدود 02 درجه سانتیگراد است ، قرار دهید .همانگونه که قطره شروع به منجمد شدن می کند قسمت بالایی آن مانند یک مخروط با نوک تیز می شود . این پدیده را بررسی کنید.

۹- بمبهای آبی

بعضی از دانش آموزان در نزاع بادکنک های آبی پیروز نمی شوند زیرا هنگامی که این بادکنک هارا پرتاب می کنند بدون اینکه بترکند پس از برخورد دوباره برمیگردند .حرکت ، تغییر شکل، و جهش بادکنکی را که با آب پر شده است را بررسی کنید .تحت چه شرایطی این بادکنک می ترکد؟

۱۰- ضریب انتشار

با استفاده از میکروسکوپ ، حرکات براونی ذره ای از ترتیب اندازه میکرومتر را رعایت کنید. بررسی کنید که چگونه ضریب انتشار به اندازه و شکل ذرات بستگی دارد.

۱۱- توربین شمعی

یک وسیله ای بسازید که گرمای یک شمع را به انرژی الکتریکی تبدیل کند .بررسی کنید که چگونه جنبه های مختلف این وسیله بر بازده آن تأثیر می گذارد.

۱۲- بالون سر

با فرار هوا از یک بادکنک لاستیکی متورم ، سطح لمس آن سردتر می شود. پارامترهای موثر بر این خنک کننده را بررسی کنید. دمای قسمتهای مختلف بادکنک به عنوان تابعی از پارامترهای مربوطه چگونه است؟

۱۳- زین اسب چرخان

یک توپ در وسط یک زین اسب چرخان قرار داده می شود .دینامیک آن را بررسی کرده و شرح دهید تحت چه شرایطی توپ از روی زین به زمین نمی افتد.

۱۴- موتور لاستیکی

یک نوار لاستیکی پیچ خورده انرژی را ذخیره می کند و برای مثال می توان از آن برای تهیه یک مدل هواپیما استفاده کرد. در مورد خواص چنین منبع انرژی و چگونگی تغییر در توان تولید آن با زمان تحقیق کنید.

۱۵- ستاره های روغنی

اگر یک لایه ضخیم از یک مایع چسبناک (به عنوان مثال روغن سیلیکون) به صورت عمودی در یک مخزن دایره ای مرتعش شود ، امواج ایستاده متقارن مشاهده می شود. در چنین الگوهای موج چند خط تقارن وجود دارد؟ شکل و رفتار الگوهای را بررسی و توضیح دهید.

۱۶- ترمز های مغناطیسی

هنگامی که یک آهن ربای قوی از درون یک لوله فلزی غیر فرومغناطیس به پایین انداخته می شود، تحت تأثیر نیروی تأخیری قرار می گیرد .این پدیده را بررسی کنید.

۱۷- هیسترزیس شکلات

به نظر می رسد شکلات در دمای اتاق ماده جامد است اما هنگامی که در دمای بدن گرم می شود ذوب می شود. هنگامی که دوباره خنک شد ، اغلب در دمای اتاق ذوب می شود. دامنه دمایی را که شکلات می تواند در هر دو حالت ذوب و "جامد" و وابستگی آن به پارامترهای مربوطه وجود داشته باشد ، بررسی کنید.

27th IYPT (2014)

Source: Problems for the 27th IYPT 2014 (iypt.org, Aug. 1, 2013)
Selection proposed by the Committee for Problem Selection on July 12; approved and edited at the IOC meeting in National Dong Hwa University on Aug. 1; released on Aug. 1, 2013

1. Invent yourself
It is known that some electrical circuits exhibit chaotic behaviour. Build a simple circuit with such a property, and investigate its behaviour.

2. Hologram
It is argued that a hologram can be hand made by scratching a piece of plastic. Produce such a 'hologram' with the letters 'IYPT' and investigate how it works.

3. Twisted rope
Hold a rope and twist one end of it. At some point the rope will form a helix or a loop. Investigate and explain the phenomenon.

4. Ball sound
When two hard steel balls, or similar, are brought gently into contact with each other, an unusual 'chirping' sound may be produced. Investigate and explain the nature of the sound.

5. Loaded hoop
Fasten a small weight to the inside of a hoop and set the hoop in motion by giving it an initial push. Investigate the hoop's motion.

6. Bubble crystal
A large number of very small, similar air bubbles float on the surface of a soapy liquid. The bubbles will arrange themselves into a regular pattern similar to a crystalline lattice. Propose a method to obtain bubbles of a consistent size, and investigate the formation of such a bubble crystal.

7. Pot-in-pot refrigerator
The 'pot-in-pot refrigerator' is a device that keeps food cool using the principle of evaporative cooling. It consists of a pot placed inside a bigger pot with the space between them filled with a wet porous material, e.g. sand. How might one achieve the best cooling effect?

8. Freezing droplets
Place a water droplet on a plate cooled down to around -20 °C. As it freezes, the shape of the droplet may become cone-like with a sharp top. Investigate this effect.

9. Water bombs
Some students are ineffective in water balloon fights as the balloons they throw rebound without bursting. Investigate the motion, deformation, and rebound of a balloon filled with fluid. Under what circumstances does the balloon burst?

10. Coefficient of diffusion
Using a microscope, observe the Brownian motion of a particle of the order of micrometre in size. Investigate how the coefficient of diffusion depends on the size and shape of the particle.

11. Candle Power Plant
Design a device that converts the heat of a candle flame into electrical energy. Investigate how different aspects of the device affect its efficiency.

12. Cold balloon
As air escapes from an inflated rubber balloon, its surface becomes cooler to the touch. Investigate the parameters that affect this cooling. What is the temperature of various parts of the balloon as a function of relevant parameters?

13. Rotating saddle
A ball is placed in the middle of a rotating saddle. Investigate its dynamics and explain the conditions under which the ball does not fall off the saddle.

14. Rubber motor
A twisted rubber band stores energy and can be used to power a model aircraft for example. Investigate the properties of such an energy source and how its power output changes with time.

15. Oil stars
If a thick layer of a viscous fluid (e.g. silicone oil) is vibrated vertically in a circular reservoir, symmetrical standing waves can be observed. How many lines of symmetry are there in such wave patterns? Investigate and explain the shape and behaviour of the patterns.

16. Magnetic brakes
When a strong magnet falls down a non-ferromagnetic metal tube, it will experience a retarding force. Investigate the phenomenon.

17. Chocolate hysteresis
Chocolate appears to be a solid material at room temperature but melts when heated to around body temperature. When cooled down again, it often stays melted even at room temperature. Investigate the temperature range over which chocolate can exist in both melted and 'solid' states and its dependence on relevant parameters.

سؤالات هشتمین دوره مسابقه PYPT و IYPT 2015 به میزبانی تایلند

۱-بسته بندی

فضایی که مواد ریز اشغال می کنند به شکل آن ها وابسته است. دانه های غیرکروی مانند برنج، کبریت، یا اسمارتیز را داخل یک جعبه بریزید. بستگی پارامترهایی مانند عدد همبستگی، مرتبه جهت گیری یا بسته بندی تصادفی را در این مسئله بررسی کنید.

۲- ستون دود

اگر یک شمع روشن با لیوان شفافی پوشانده شود، آتش آن خاموش شده و جریان ثابتی از دود تولید می شود .این پدیده را در مقیاس های مختلف بررسی کنید.

۳- ماهیچه مصنوعی

یک نخ ماهیگیری پلاستیکی را به یک دریل برقی وصل کنید و یک نیروی کششی به نخ اعمال کنید. هنگامی که نخ می پیچد، نخ به شکل فنر به خود می گیرد. در این حالت آن را حرارت دهید تا شکل فنری آن ثابت شده و تغییر نکند. پس از آن اگر دوباره به آن حرارت دهید، منقبض می شود. این "ماهیچه مصنوعی" را بررسی کنید .

۴. موتور لایه نازک مایع

فیلمی از صابون(لایه نازک آب صابون)روی یک سطح مسطح ایجاد کنید. این فیلم را در میدان الکتریکی موازی با سطح آن قرار دهید و جریان الکتریکی را از آن بگذرانید. فیلم صابون در صفحه اش می چرخد .این پدیده را بررسی کرده و شرح دهید.

۵. دو بادکنک

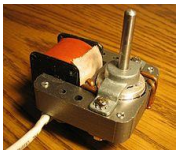
دو بادکنک پلاستیکی، به صورت جزئی از هوا پر شده و با یک لوله ودریچه به یکدیگر وصل شده اند. مشاهده می شود بسته به حجم اولیه بادکنک ها، هوا در جهت های متفاوتی حرکت می کند. این پدیده را بررسی کنید.

۶. هواپیمای بدون موتور مگنوس

با چسبانیدن کف دو لیوان سبک را به یکدیگر یک هواپیمای بدون موتور بسازید.. یک کش لاستیکی را به دور قسمت مرکزی آن بپیچانید و انتهای دیگر آن را که آزاد است بکشید و هواپیما را رها کنید. این حرکت را بررسی کنید.

۷- موتور قطب چاکدار یا موتور قطب سایه ای

یک دیسک فلزی غیرفرومغناطیس را روی یک آهنربای الکتریکی که به منبع ولتاژ متناوب(AC) وصل شده است قرار دهید. دیسک بدون اینکه بچرخد از آهن ربا دفع می گردد. اما اگر یک صفحه غیرفرومغناطیس بین دیسک و آهنربای الکتریکی قرار داده شود، دیسک خواهد چرخید. این پدیده را بررسی کنید.



۸- شکر و نمک

هنگامی که به یک ظرف حاوی یک لایه آب-شکر که بر روی یک لایه آب-نمک قرار گرفته نور بتابانیم، شکل هایی مانند انگشت در سایه آن مشاهده می شود. پارامترهای وابسته به این پدیده را بررسی کنید.

۹- هاور کرافت

با استفاده از یک CD و یک بادکنک پر شده از هواکه با یک لوله به آن متصل است یک هاور کرافت ساده مدلسازی کنید . با خروج هوا این وسیله بر روی یک سطح با اصطکاک کم حرکت می کند. چگونگی تأثیر پارامترهای وابسته بر روی زمان پایداری این حرکت با اصطکاک کم را بررسی کنید.

۱۰- چمن های آوازخوان

می توانیم با دمیدن بر روی چمن یا یک نوار کاغذی یا چیز ی مشابه آن، صدا تولید کنیم. این پدیده را بررسی کنید.

۱۱- آشکار ساز کریستالی

اولین دیودهای نیمه رسانا که به طور گسترده در رادیوهای کریستالی استفاده می شد شامل یک سیم نازک بود که به یک بلور نیمه رسانا (مانند گالن) تماس داشت. خودتان یک دیود "آشکار ساز کریستالی" بسازید و خواص الکتریکی آن را بررسی کنید.

۱۲-عدسی ضخیم

یک بطری پر شده با یک مایع مانندیک عدسی عمل می کند.قرار دادن این بطری در یک روز آفتابی روی میز خطر ناک است. آیا می توان از این نوع "عدسی"برای سوزاندن یک سطح استفاده کرد؟

۱۳-آونگ مغناطیسی

یک آونگ سبک با یک آهنربای کوچک در انتهای آزاد آن بسازید. یک آهنربای الکتریکی که به منبع ولتاژ متناوب با فرکانسی بیشتر از فرکانس طبیعی آونگ وصل شده است و در مجاورت آن قرار دارد منجر به نوسانات نامیرای آونگ با دامنه های متفاوت می شود. این پدیده را مطالعه کرده و شرح دهید.

۱۴- دایره ای از نور

اگر نور لیزر به سمت سیمی بتابد، روی صفحه عمود بر سیم دایره ای از نور مشاهده خواهد شد. این پدیده را شرح دهید و پارامترهای موثر در آن را بررسی کنید.

۱۵- برس متحرک

وقتی برسی را روی یک سطح افقی لرزان قرار دهیم شروع به حرکت می کند. این حرکت را بررسی کنید.

۱۶-خیس و تیره

لباس ها هنگامی که خیس می شوند تیره تر شده و یارنگ آنها تغییرپیدا می کند. این پدیده را بررسی کنید.

۱۷- فنجان قهوه

فیزیکدانان به نوشیدن قهوه علاقه دارند اما هنگامی که در بین آزمایشگاه ها با یک فنجان قهوه راه می روندواین مسئله مشکل ساز می شود.بررسی کنید که چگونه شکل فنجان، سرعت راه رفتن و دیگر پارامترها بر روی احتمال ریختن قهوه هنگام راه رفتن اثر می گذارد.

28th IYPT (2015)

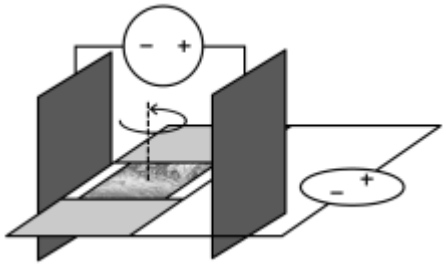
Source: Problems for the 28th IYPT 2015 (iypt.org, July 11, 2014)
Selection proposed by the Committee for Problem Selection on in June 2014; approved and edited at the IOC meeting at Shrewsbury School on July 11 with two problems replaced; released on July 11, 2014

1. Packing
The fraction of space occupied by granular particles depends on their shape. Pour non-spherical particles such as rice, matches, or *M&M's* candies into a box. How do characteristics like coordination number, orientational order, or the random close packing fraction depend on the relevant parameters?

2. Plume of smoke
If a burning candle is covered by a transparent glass, the flame extinguishes and a steady upward stream of smoke is produced. Investigate the plume of smoke at various magnifications.

3. Artificial muscle
Attach a polymer fishing line to an electric drill and apply tension to the line. As it twists, the fibre will form tight coils in a spring-like arrangement. Apply heat to the coils to permanently fix that spring-like shape. When you apply heat again, the coil will contract. Investigate this 'artificial muscle'.

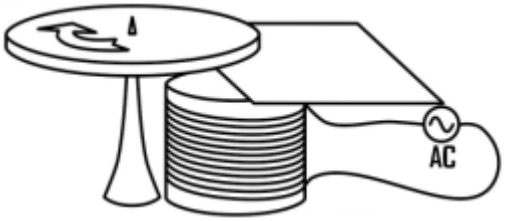
4. Liquid Film Motor
Form a soap film on a flat frame. Put the film in an electric field parallel to the film surface and pass an electric current through the film. The film rotates in its plane. Investigate and explain the phenomenon.



5. Two balloons
Two rubber balloons are partially inflated with air and connected together by a hose with a valve. It is found that depending on initial balloon volumes, the air can flow in different directions. Investigate this phenomenon.

6. Magnus glider
Glue the bottoms of two light cups together to make a glider. Wind an elastic band around the centre and hold the free end that remains. While holding the glider, stretch the free end of the elastic band and then release the glider. Investigate its motion.

7. Shaded pole
Place a non-ferromagnetic metal disk over an electromagnet powered by an AC supply. The disk will be repelled, but not rotated. However, if a non-ferromagnetic metal sheet is partially inserted between the electromagnet and the disk, the disk will rotate. Investigate the phenomenon.



8. Sugar and salt
When a container with a layer of sugar water placed above a layer of salt water is illuminated, a distinctive fingering pattern may be seen in the projected shadow. Investigate the phenomenon and its dependence on the relevant parameters.

9. Hovercraft
A simple model hovercraft can be built using a CD and a balloon filled with air attached via a tube. Exiting air can lift the device making it float over a surface with low friction. Investigate how the relevant parameters influence the time of the 'low-friction' state.

10. Singing blades of grass
It is possible to produce a sound by blowing across a blade of grass, a paper strip or similar. Investigate this effect.

11. Cat's whisker
The first semiconductor diodes, widely used in crystal radios, consisted of a thin wire that lightly touched a crystal of a semiconducting material (e.g. galena). Build your own 'cat's-whisker' diode and investigate its electrical properties.

12. Thick lens
A bottle filled with a liquid can work as a lens. Arguably, such a bottle is dangerous if left on a table on a sunny day. Can one use such a 'lens' to scorch a surface?

13. Magnetic pendulum
Make a light pendulum with a small magnet at the free end. An adjacent electromagnet connected to an AC power source of a much higher frequency than the natural frequency of the pendulum can lead to undamped oscillations with various amplitudes. Study and explain the phenomenon.

14. Circle of light
When a laser beam is aimed at a wire, a circle of light can be observed on a screen perpendicular to the wire. Explain this phenomenon and investigate how it depends on the relevant parameters.

15. Moving brush
A brush may start moving when placed on a vibrating horizontal surface. Investigate the motion.

16. Wet and dark
Clothes can look darker or change colour when they get wet. Investigate the phenomenon.

17. Coffee cup
Physicists like drinking coffee, however walking between laboratories with a cup of coffee can be problematic. Investigate how the shape of the cup, speed of walking and other parameters affect the likelihood of coffee being spilt while walking.

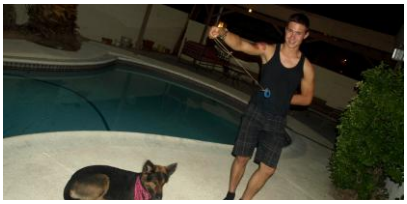
سؤالات مسابقه بین المللی فیزیکدانان نوجوان IYPT 2016

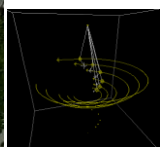
توجه: ۳ جایزه ویژه به برترین حل سوالات ستاره دار که به ترتیب با** و *** و ** مشخص شده اند (به هر سوال یک جایزه)**

۱. خودتان اختراع کنید

اعداد کاملا تصادفی واقعاً منبعی بسیار ارزشمند و نادر هستند برای تولیدا عداد تصادفی یک وسیله ی مکانیکی طراحی، ساخته و آزمایش کنید. تحلیل کنید که میزان تصادفی بودن تا چه میزانی در برابر اعداد دستکاری شده قابل اطمینان است.

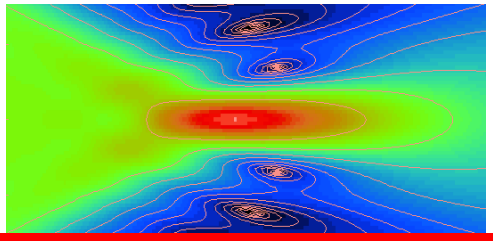
۲. آونگ عقب مانده





آونگی از یک ریسمان محکم و یک وزنه تشکیل شده است. هنگامی که محور آونگ حول یک محیط افقی شروع به چرخش می کند تحت شرایط مشخصی وزنه شروع به ترسیم دایره ای می کند که شعاع کمتری دارد. حرکت آونگ و مدار (مسیر) پایدار وزنه را بررسی کنید.

۳. عدسی صوتی**

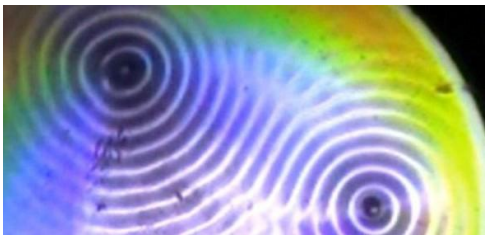


عدسی های فرنل با حلقه های هم مرکز در ابزارهای نوری کاربرد گسترده ای دارند؛ اما دستورالعمل یکسانی برای متمرکز کردن امواج صوتی وجود دارد. یک عدسی صوتی طراحی و تولید کرده و خصوصیاتی مثل میزان تقویت در آن را به عنوان تابعی از پارامترهای وابسته بررسی کنید.

۴. شیطونک

یک توپ با قابلیت کشسانی بالا را در داخل فضای بین دو صفحه پرتاب کنید. توپ شروع به جهیدن می کند و تحت شرایط خاصی می تواند حتی به سمت شما به عقب بجهد. حرکت توپ و متغیرهایی از جمله جهت گیری صفحات راکه روی این حرکت مؤثرند ، بررسی کنید.

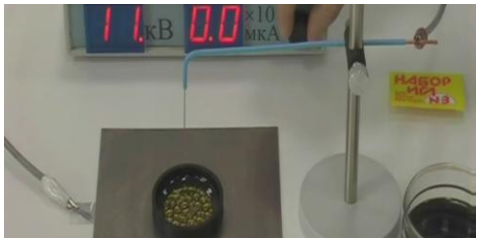
۵. آب فوق آبگریز



یک ظرف پر از آب صابون را روی یک بلندگو یا هر ویبراتور دیگری قرار دهید. در هنگام نوسان قطرات کوچکی روی سطح آب برای مدت زمان طولانی می ماند. این پدیده را بررسی کنید و شرح دهید .

.

۶. برق لانه زنبوری



یک سوزن فولادی را به صورت عمودی بالای یک صفحه فلزی افقی قرار دهید. مقداری روغن روی صفحه بریزید. با ایجاد اختلاف پتانسیل ثابت بالا بین سوزن و صفحه روی سطح روغن ساختاری سلولی پدید می آید. این پدیده را بررسی کنید و شرح دهید.

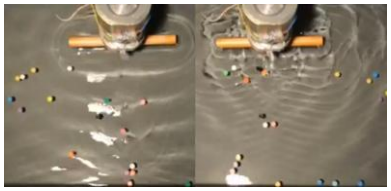
۷. فواره آب داغ

قسمتی از یک پیپت Mohr را با آب داغ پر کنید. با انگشت شست خود قسمت بالایی پیپت را بپوشانید. پیپت را به سمت بالا برگردانید و فواره ای که از نوک آن خارج می شود را مشاهده کنید. پارامترهایی که در ارتفاع فواره تأثیر گذارند را بررسی کرده و برای رسیدن به بیشترین ارتفاع این پارامترها را بهینه کنید.

۸. قطار مغناطیسی

آهنرباهای کوچک (نانو مگنت ها) به دو سر یک باطری استوانه ای کوچک متصل شده اند. هنگامی که این مجموعه را داخل یک سیم پیچ مسی قرار می دهیم طوری که آهنرباها با سیم پیچ در تماس باشند، قطار شروع به حرکت می کند. این پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید چگونه پارامترهای وابسته برسرعت و قدرت قطار تأثیر می گذارند.

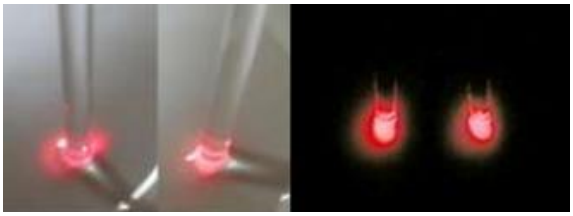
۹. امواج آبی



با یک استوانه افقی که به طور عمودی نوسان می کند، امواج آبی تولید کنید. وقتی فرکانس و/یا دامنه ی نوسان تغییر می کند، به نظر می رسد آب از استوانه دور و یا به آن نزدیک می شود. این پدیده را بررسی کنید.

۱۰. حلقه های نوری

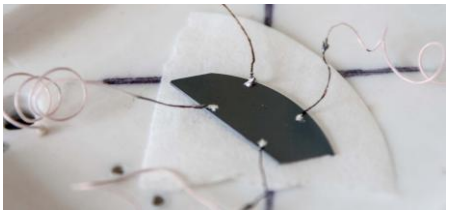
یک جت مایع را روی یک سطح بریزید. اگر نقطه تماس با نور لیزر روشن شود، حلقه های نوری اطراف جت مشاهده می شود (شکل را ببینید). حلقه های نوری را بررسی کنید و تعیین کنید این حلقه ها چه رابطه ای با پارامترهای وابسته‌در کل سیستم دارند.



۱۱. غلطیدن روی دیسک

اگر یک جسم غلطان سبک (مانند یک حلقه، یک دیسک یا یک کره) را روی یک دیسک چرخان افقی قرار د هید، بدون پرتاب شدن به بیرون دیسک، شروع به حرکت کند. توضیح دهید که چگونگی انواع مختلف حرکت به پارامترهای وابسته را بررسی کنید.

۱۲. روش Van der Pauw



مشخص شده است که رسانایی یک ماده تا هنگامی که یک لبه دارد (بدون حفره) مستقل از شکل نمونه اندازه گیری می باشد. این روش تا چه محدوده ای می تواند بکار رود؟ اگر نمونه دارای حفره باشد این اندازه گیری ها را بررسی کنید و توضیح دهید.

۱۳. گیره کاغذی

چند برگ دو کتاب مشابه با جلد کاغذی را لای برگ های همدیگر قرار دهید. دو کتاب را به یکدیگر فشار دهید. این دو کتاب را از قسمت شیرازه نگه داشته و سعی کنید آنها را از هم جدا کنید. پارامترهایی را که در جدا کردن کتاب ها از یکدیگر مزاحمت و یا محدودیت ایجاد می کنند را بررسی کنید.

۱۴. شعله ی حساس

یک گاز اشتعال پذیر (مانند پروپان) به طور عمودی از یک نازل ریز به خارج جریان می یابد و از یک توری ظریف فلزی به فاصله تقریبی ۵ سانتیمتری می گذرد. گاز آتش زده می شود و بالای توری شعله ای ایجاد می کند تحت شرایطی، این شعله نسبت به صدا حساسیت نشان می دهد. این پدیده و پارامترهای وابسته به آن را بررسی کنید.

۱۵. کولیس غیرتماسی*

یک وسیله نوری اختراع کنید و بسازید که با استفاده از یک لیزر پوینتر بدون تماس، ضخامت، ضریب شکست و خواص دیگر یک ورقه شیشه ای را اندازه بگیرد

۱۶. گردابه های Frisbee

وقتی قسمتی از یک صفحه عمودی در داخل آب فرو رود و در جهت عمود بر صفحه کشیده شود، روی سطح آب یک جفت گردابه تشکیل می شود. تحت شرایط معینی، این گردابه ها در امتداد سطح مسیر طولانی را طی می کنند. پارامترهایی را که برحرکت و پایداری این گردابه ها تاثیر می گذارند، بررسی کنید.

۱۷. چمدان دیوانه*

هنگامی که چمدان دو چرخ را می کشید، تحت شرایطی به این طرف و آن طرف تلو تلو می خورد تا حدی که واژگون شود. این پدیده را بررسی کنید. آیا با تغییر دربسته بندی بار، این اثر را می توان متوقف یا تشدید کرد؟

Kit : Ilya Martchenko
Background reading

No 1:

- Wikipedia: Random number generation, https://en.wikipedia.org/wiki/Random_number_generation
- Wikipedia: Hardware random number generator, https://en.wikipedia.org/wiki/Hardware_random_number_generator
- Wikipedia: Diehard tests, https://en.wikipedia.org/wiki/Diehard_tests
- Wikipedia: Randomness tests, https://en.wikipedia.org/wiki/Randomness_tests
- Dan Biebighauser. Testing Random Number Generators (Univ. of Minnesota, 2000), http://math.umn.edu/~garrett/students/reu/pRNGs.pdf
- Henri Poincare. Science et methode (Paris, Flammarion, 1908), http://jubilotheque.upmc.fr/fondsphyschim/PC_000305_001/document.pdf?name=PC_000305_001_pdf.pdf
- Joseph Ford. How random is a coin toss. Physics Today 36, 4, 40-47 (1983), http://sites.utexas.edu/ncc/files/2013/02/Ford83.pdf
- S. K. Park and K. W. Miller. Random number generators: good ones are hard to find. Comm. ACM 31,10, 1192-1201 (1988), http://www.chemie.unibas.ch/~steinhauser/teaching/FS2014/AdvancedMethInCompSci/MC_LectureHandout_2.pdf
- M. P. A. Clark and Brian D. Westerberg. How random is the toss of a coin? Can. Med. Ass. J. 181, 12, E306-E308 (2009), http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2789164/
- I. Vattulainen, T. Ala-Nissila, and K. Kankaala. Physical tests for random numbers in simulations. Phys. Rev. Lett. 73, 19, 2513 (1994), arXiv:cond-mat/9406054

No. 2:

- Wikipedia: Conical pendulum, https://en.wikipedia.org/wiki/Conical_pendulum
- B. Horton, J. Sieber, J. M. T. Thompson, and M. Wiercigroch. Dynamics of the nearly parametric pendulum. Int. J. Non-Linear Mech. 46, 2, 436–442 (2011), arXiv:0803.1662v3 [math.DS]
- Tom Duncan. Advanced Physics (John Murray, 2000), Fig. 25.33, http://www.internetarchaeology.org/www.geocities.com/Templarser/chaos.html
- J. L. Trueba, J. P. Baltan, and M. A. F. Sanjuan. A generalized perturbed pendulum. Chaos, Solitons and Fractals 15, 911-924 (2003), http://www.escet.urjc.es/~fisica/investigacion/publications/Papers/2003/genpen.pdf
- R. V. Dooren. Chaos in a pendulum with forced horizontal support motion: a tutorial. Chaos, Solitons and Fractals 7, 77-90 (1996)
- O. V. Kholostova. Some problems of the motion of a pendulum when there are horizontal vibrations of the point of suspension. Journal of Applied Mathematics and Mechanics 59, 553-561 (1995)
- Y. Liang and B. F. Feeny. Parametric Identification of a Base-Excited Single Pendulum. Nonlinear Dynamics 46, 1, 17-29 (2006), http://www.egr.msu.edu/~feeny/LiangFeenyND2006.pdf
- Richard Fitzpatrick. The conical pendulum (farside.ph.utexas.edu, 2006), http://farside.ph.utexas.edu/teaching/301/lectures/node88.html
- A. O. Belyakov. On rotational solutions for elliptically excited pendulum. Phys. Lett. A 375, 25, 2524-2530 (2011), arXiv:1101.0062 [math-ph]
- Randall Douglas Peters. Example Pendula (physics.mercer.edu), http://physics.mercer.edu/petepag/pend.htm

Erik Mahieu. Pendulum with Rotating Pivot (demonstrations.wolfram.com), http://demonstrations.wolfram.com/PendulumWithRotatingPivot/

- Eugene I. Butikov. Subharmonic resonances of the parametrically driven pendulum (butikov.faculty.ifmo.ru), http://butikov.faculty.ifmo.ru/Subresonances.pdf
- Michael Hart. The driven pendulum (maths.surrey.ac.uk, 2004), http://www.maths.surrey.ac.uk/explore/michaelspages/documentation/Driven
- W. T. Grandy. Simulations of nonlinear pivot-driven pendula. Am. J. Phys. 65, 5, 376-381 (1997)
- Eugene I. Butikov. Nonlinear Oscillations package, http://butikov.faculty.ifmo.ru/Nonlinear/Nonlinear.zip
- G. Gonzalez. A pendulum with moving support point (2006), http://www.phys.lsu.edu/faculty/gonzalez/Teaching/Phys7221/PendulumWithMovingSupport.pdf
- S. W. Shaw and S. Wiggins. Chaotic dynamics of a whirling pendulum. Physica D: Nonlin. Phen. 31, 190–211 (1988), http://www.researchgate.net/publication/223696347_Chaotic_dynamics_of_a_whirling_pendulum
- D. Bolster, R. E. Hershberger, R. J. Donnelly. Oscillating pendulum decay by emission of vortex rings. Phys. Rev. E 81, 046317 (2010), http://www3.nd.edu/~bolster/Diogo_Bolster/Research_6_-_Vortex_Rings_files/21%20-%20Pendulum.pdf
- R. A. Nelson, M. G. Olsson. The pendulum - Rich physics from a simple system. Am. J. Phys. 54, 2 (1986), http://www.pas.rochester.edu/~badolato/PHY_123/Resources_files/The%20pendulum%20-%20Rich%20physics%20from%20a%20simple%20system.pdf
- E. K. Dunn. The Effect of String Drag on a Pendulum (Univ. of Kansas, Physics Dept., 2012), http://people.ku.edu/~matt915/projects/papers/PendulumDrag.pdf

No. 3:

Wikipedia: Fresnel lens, https://en.wikipedia.org/wiki/Fresnel_lens
 Wikipedia: Zone plate, https://en.wikipedia.org/wiki/Zone_plate
 Wikipedia:Fabry–Perot interferometer, https://en.wikipedia.org/wiki/Fabry%E2%80%93P%C3%A9rot_interferometer
 M. Moleryn, M. Serra-Garcia, C. Daraio. Acoustic Fresnel lenses with extraordinary transmission. Appl. Phys. Lett. 105, 114109 (2014), http://www.mechmat.ethz.ch/publications/Acoustic%20Fresnel.pdf
 Y. Yamada and T. Teruo. Fresnel Lens of Sound (Nagoya City Science Museum), http://www.ncsm.city.nagoya.jp/cgi-bin/en/exhibition_guide/exhibit.cgi?id=S406&key=F&keyword=Fresnel%20lens
 W. E. Kock and F. K. Harvey. Refracting sound waves. J. Acoust. Soc. Am. 21, 471–481 (1949)
 W. J. Toulis. Acoustic focusing with spherical structures. J. Acoust. Soc. Am. 35, 286–292 (1963)
 L. A. A. Warnes. The use of antiphased zones in an acoustic Fresnel lens for a scanning sonar transmitter. Ultrasonics 20, 4, 184-188 (1982)
 B. Hadimioglu, E.G. Rawson, R. Lujan, M. Lim, B.T. Khuri-Yakub, and C.F. Quate. High-efficiency Fresnel acoustic lenses. Ultrasonics Symposium, IEEE Proc. 1, 579-582 (1993), http://wwwkyg.stanford.edu/khuriyakub/opencms/Downloads/93_Hadimioglu_01.pdf
 L. Sanchis, A. Yanez, P. L. Galindo, J. Pizarro, and J. M. Pastor. Three-dimensional acoustic lenses with axial symmetry. Appl. Phys. Lett. 97, 054103 (2010), http://www.researchgate.net/publication/232602649_Threedimensional_acoustic_lenses_with_axial_symmetry
 T. W. Shield and J. G. Harris. An acoustic lens design using the geometrical theory of diffraction. J. Acoust. Soc. Am. 75, 1634 (1984)
D. C. Calvo, A. L. Thangawng, M. Nicholas, and C. N. Layman. Thin Fresnel zone plate lenses for focusing underwater sound. Appl. Phys. Lett. 107, 014103 (2015)
 W. E. Katzenmeyer. Experimental Tests of an Underwater Solid Acoustic Lens. J. Acoust. Soc. Am. 48, 101 (1970)
 K. C. Parker and C. E. Dean. The energy flow for a spherical acoustic lens: Experimental results avoiding interference effects. J. Acoust. Soc. Am. 127, 1913 (2010)
 L. Schlussler. The design and test results for an acoustic lens with elliptic surfaces. J. Acoust. Soc. Am. 67, 699 (1980)
 S. C. Chan, M. Mina, S. S. Udpa, W. Lord, L. Udpa, and T. Xue. Finite Element Modeling of Binary Acoustic Fresnel Lenses. In: Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, Vol. (Springer, 1995), 923-930, http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2138&context=qnde
 B. E. A. Saleh and M. C. Teich. Fundamentals of photonics (Wiley-Interscience, 2007)
 H. D. Hristov. Fresnel Zones in Wireless Links, Zone Plate Lenses and Antennas (Artech House, 2000)
 Y. Li, G. Yu, B. Liang, X. Zou, G. Li, S. Cheng, and J. Cheng. Three-dimensional Ultrathin Planar Lenses by Acoustic Metamaterials. Scientific Reports 4, 6830 (2014), http://www.nature.com/articles/srep06830
 W. E. Kock. Sound waves and light waves (Doubleday, 1965)
 Б. Ш. Перкальскис, В. Л. Ларин, М. Ф. Коношейдов. Линза для звуковых волн в воздухе. УФН 107, 709–711 (1972)

No.4:

 B. T. Hefner. The kinematics of a superball bouncing between two vertical surfaces. Am. J. Phys. 72, 7, 875-883 (2004), http://didel.script.univ-paris-diderot.fr/claroline/backends/download.php?url=L1N1amV0c19TZW1lc3RyZTFfMjAxM18yMDE0L1N1cGVyQmFsbC9zdXBlcmJhbGxfd2FsbHMucGRm&cidReset=true&cidReq=36UPPE36
 P. J. Aston, P. M. Milliken, and R. Shail. The bouncing motion of a superball between a horizontal floor and a vertical wall. Int. J. Non-Lin. Mech. 46, 204-221 (2011), http://www.tpbin.com/Uploads/Subjects/f6cb1bfa-e653-4684-9c7b-36f1425d1096.pdf
 R. I. Garwin. Kinematics of an Ultraelastic Rough Ball. Am. J. Phys. 37, 1, 88-92 (1969), http://www.rpi.edu/dept/phys/Courses/PHYS1150/GarwinSuperBall.pdf
 R. Cross. Measurements of the horizontal coefficient of restitution for a superball and a tennis ball. Am. J. Phys. 70, 5, 482-489 (2002), http://www2.physics.umd.edu/~mfuhrer/course/spr02/AJP/AJP00482.pdf
 N. Maw, J. R. Barber, and J. N. Fawcett. The oblique impact of elastic spheres. Wear 38, 1, 101-114, http://www-personal.umich.edu/~jbarber/Wear1976.pdf
 N. Maw, J. R. Barber, and J. N. Fawcett. The rebound of elastic bodies in oblique impact. Mech. Res. Comm. 4, 1, 17-22 (1977), http://www-personal.umich.edu/~jbarber/MRC1977.pdf
 N. Maw, J. R. Barber, and J. N. Fawcett. The Role of Elastic Tangential Compliance in Oblique Impact. J. Lubric. Tech. 103, 1, 74-80 (1981), http://www-personal.umich.edu/~jbarber/Maw.pdf
 R. Cross. Grip-slip behavior of a bouncing ball. Am. J. Phys. 70, 11, 1093-1102 (2002), http://www.physics.usyd.edu.au/~cross/Gripslip.pdf
 R. Cross. The bounce of a ball. Am. J. Phys. 67, 222–227 (1999)
K. L. Johnson. The bounce of 'superball'. Int. J. Mech. Eng. Educ. 11, 1, 57-63 (1982), http://didel.script.univ-paris-diderot.fr/claroline/backends/download.php?url=L1N1amV0c19TZW1lc3RyZTFfMjAxM18yMDE0L1N1cGVyQmFsbC9TdXBlcl9Kb2huc29uLnBkZg%3D%3D&cidReset=true&cidReq=36UPPE36
 P. J. Aston and R. Shail. The Dynamics of a Bouncing Superball With Spin. Dynamical Systems 22, 3,

291-322 (2007), http://epubs.surrey.ac.uk/1537/1/fulltext.pdf,
http://epubs.surrey.ac.uk/39609/2/reversals_submitted.pdf
 L. Labous, A. D. Rosato, and R. N. Dave. Measurements of collisional properties of spheres using highspeed video analysis. Phys. Rev. E 56, 5717 (1997)
 R. Sondergraard, K. Chaney, and C. E. Brennen. Measurements of Solid Spheres Bouncing Off Flat Plates. J. App. Mech. 112, 57, 694-699 (1990), http://authors.library.caltech.edu/152/1/SON100.pdf
 W. J. Stronge, R. James, and B. Ravani. Oblique impact with friction and tangential compliance. Phil. Trans. A 359, 1789, 2447-2465 (2001)
 A. Domenech. A classical experiment revisited: The bounce of balls and superballs in three dimensions. Am. J. Phys. 73, 28–36 (2005)
 ball bouncing under a table - high-speed video (youtube.com, from Hugh Hunt, Mar 30, 2008), https://youtu.be/e-Skl2Z1wkg
 Hugh Hunt. Bouncing Balls (2011), http://www2.eng.cam.ac.uk/~hemh/movies.htm#superballs
 ball bouncing under a table - simulation (youtube.com, from Hugh Hunt, Mar 30, 2008), https://youtu.be/MYX5V_Gj-aw
 Ball bouncing under a table (youtube.com, from Hugh Hunt, Oct 9, 2012), https://youtu.be/uC7YD5D0esY

No.5:

 Water + Soap + Sound (youtube.com, from NightHawkInLight, Sep 23, 2014), https://youtu.be/OU3953k7tIQ
 Drops on Drops on Drops (youtube.com, from Physics Central, Oct 15, 2012), https://youtu.be/KZ5ZLPWasrM
 J. Molaček and J. W. M. Bush. Drops bouncing on a vibrating bath. J. Fluid. Mech. 727, 582-611 (2013), http://math.mit.edu/~bush/wordpress/wp-content/uploads/2013/07/MB1-2013.pdf
 Yves Couder . Explains Wave/Particle Duality via Silicon Droplets [Through the Wormhole] (youtube.com, from draconisthe0ry, Aug 2, 2011), https://youtu.be/W9yWv5dqSKk
 How To Make Droplets Levitate on Water (technologyreview.com, 2012), http://www.technologyreview.com/view/429634/how-to-make-droplets-levitate-on-water/
 D. Terwagne and J. W. M. Bush. Tibetan singing bowls. Nonlinearity 24, R51-R56 (2011), http://math.mit.edu/~bush/wordpress/wp-content/uploads/2012/08/TibetanBowls.pdf
 D. Terwagne. Bouncing Droplets, the Role of Deformations. (Thesis, Universite de Liege, 2011), http://home.agh.edu.pl/~kozlow/fizyka/w%EAdruj%B9ce%20krople/2011_Terwagne_these.pdf
 Y. Couder, E. Fort, C.-H. Gautier, and A. Boudaoud. From Bouncing to Floating: Noncoalescence of Drops on a Fluid Bath. Phys. Rev. Lett. 94, 177801 (2005), http://www.researchgate.net/profile/Emmanuel_Fort/publication/7837945_From_bouncing_to_floating_Noncoalescence_of_drops_on_a_fluid_bath/links/0046351e54fd772dcf000000.pdf
 J. Walker. Drops of liquid can be made to float on the liquid. What enables them to do so? Sci. Am. 238, 6, 123–129 (1978)
 Y. Amarouchene, G. Cristobal, and H. Kellay. Noncoalescing Drops. Phys. Rev. Lett. 87, 206104 (2011), http://www.researchgate.net/profile/Yacine_Amarouchene/publication/11662668_Noncoalescing_drops/links/0fcfd50bf1ddf52395000000.pdf
D. Terwagne, F. Ludewig, N. Vandewalle, and S. Dorbolo. The role of the droplet deformations in the bouncing droplet dynamics. Phys. Fluids 25, 122101 (2013), http://www.researchgate.net/profile/Denis_Terwagne/publication/235357505_The_role_of_deformations_in_the_bouncing_droplet_dynamics/links/02bfe511d0c6a0b6a6000000.pdf
 L. Chen, J. Wu, Z. Li, and S. Yao. Evolution of entrapped air under bouncing droplets on viscoelastic surfaces. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 384, 1–3, 726–732 (2011)
 T. Gilet, J. W. M. Bush. The fluid trampoline: droplets bouncing on a soap film. J. Fluid Mech. 625, 167-203 (2009), http://www-math.mit.edu/~bush/Trampoline_JFM.pdf
 Wikipedia: Farady wave, https://en.wikipedia.org/wiki/Faraday_wave
 A. Eddi, E. Sultan, J. Moukhtar, E. Fort, M. Rossi, and Y. Couder. Information stored in Faraday waves: the origin of a path memory. J. Fluid Mech. 674, 433-463 (2011), https://blog.espci.fr/aeddi/files/2014/06/Walker_JFM.pdf
 G. P. Neitzel and P.D. Aversana. Noncoalescence and Nonwetting Behaviour of Liquids. Ann. Rev. Fluid Mech. 34, 267-289 (2002), http://m.njit.edu/~kondic/pasi/files/Neitzel/suppl/nonwetting/Neitzel-DellAversana-ARFM_34.pdf
 Y. Couder, S. Protiere, E. Fort, and A. Boudaoud. Dynamical phenomena: Walking and orbiting droplets. Nature 437, 208 (2005)
 J. Molaček and J. W. M. Bush. Drops walking on a vibrating bath: towards a hydronamic pilot-wave theory. J. Fluid Mech. 727, 612-647 (2013), http://math.mit.edu/~bush/wordpress/wpcontent/uploads/2013/07/MB2-2013.pdf
 D. M. Harris and J. W. M. Bush. The pilot-wave dynamics of walking droplets. Phys. Fluids 25, 091112 (2013)
J. Qian and C. K. Law. Regimes of coalescence and separation in droplet collision. J. Fluid. Mech. 331, 59-80 (1997)
 D. Terwagne, T. Gilet, N. Vandewalle, and S. Dorbolo. From a Bouncing Compound Drop to a Double Emulsion. Langmuir 26, 14, 11680-11685 (2010), http://orbi.ulg.ac.be//bitstream/2268/105074/2/2010-Langmuir-Terwagne.pdf

N. Wadhwa, P. Vlachos, and S.Jung. Noncoalescence in the Oblique Collision of Fluid Jets. Phys. Rev. Lett. 110, 124502 (2013), https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/24515/PhysRevLett.110.124502.pdf?sequence=1
O. Wind-Willassen, J. Molaček, D. M. Harris, and J. W. M. Bush. Exotic states of bouncing and walking droplets. Phys. Fluids 25, 082002 (2013), http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:124040/datastreams/file_93e0e335-76ef-432c-a43b-821ec14c4e9d/content
F. Blanchette and T. P. Bigioni. Partial coalescence of drops at liquid interfaces. Nature Physics 2, 254-257 (2006)
J. W. M. Bush. Pilot-Wave Hydrodynamics. Ann. Rev. Fluid Mech 47, 269–292 (2015), http://math.mit.edu/~bush/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/Bush-AnnRev2015.pdf
H. Chu and H. Fei. Vortex-mediated bouncing drops on an oscillating liquid. Phys. Rev. E 89, 063011 (2014)
R. Ramachandran and M. Nosonovsky. Vibro-levitation and inverted pendulum: parametric resonance in vibrating droplets and soft materials. Soft Matter 10, 4633 (2014), http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2014/SM/C4SM00265B
Dotwave.org, http://dotwave.org/category/bibliography/core-bibliography/
Y. Couder and E. Fort. Single-Particle Diffraction and Interference at a Macroscopic Scale. Phys. Rev. Lett. 97, 154101 (2006), https://hekla.ipgp.fr/IMG/pdf/Couder-Fort_PRL_2006.pdf
R. Brady and R. Anderson. Why bouncing droplets are a pretty good model of quantum mechanics (2014), arXiv:1401.4356 [quant-ph]
S. Perrard. Une memoire Ondulatoire: etats propres, chaos et probabilites (Dissertation, Univ. Paris 7, 2014), https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01158368/document
J. W. M. Bush, A. U. Oza, and J. Molaček. The wave-induced added mass of walking droplets. J. Fluid Mech. 755, R7 (2014), http://math.mit.edu/~bush/wordpress/wp-content/uploads/2014/08/Boost-JFM.pdf
D. M. Harris, T. Liu, and J. W. M. Bush. A low-cost, precise piezoelectric droplet-on-demand generator. Exp. in Fluids, 56, 4, 1-7 (2015), http://math.mit.edu/~bush/wordpress/wpcontent/uploads/2015/04/Harris-DropGenerator.pdf
S. Perrard, M. Labousse, E. Fort, Y. Couder. Chaos driven by interfering memory. Phys. Rev. Lett. 113, 10, 104101 (2014), https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01061415/document
M. Labousse. Etude d'une dynamique a memoire de chemin: une experimentation theorique (Dissertation, Univ. Pierre et Marie Curie UPMC, Paris VI, 2014), https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01114815/document
R. Carmigniani, S. Lapointe, S. Symon, B. J. McKeon. Influence of a local change of depth on the behavior of walking oil drops. Exp. Thermal and Fluid Sci. 54, 237-246 (2014), arXiv:1310.2662v1 [physics.flu-dyn]
A. Andersen, J. Madsen, C. Reichelt, S. Rosenlund Ahl, B. Lautrup, C. Ellegaard, M. T. Levinsen, and T. Bohr. Comment on Y. Couder and E. Fort: Single-Particle Diffraction and Interference at a Macroscopic Scale [Phys. Rev. Lett. 97, 154101 (2006)] (2014), arXiv:1405.0466v1 [physics.flu-dyn]

No. 6:

V. V. Mayer, E. I. Varaksina, and V. A. Saranin. Simple lecture demonstrations of instability and self-organization. Phys. Usp. 57, 1130–1135 (2014)
В. В. Майер, Е. И. Вараксина, В. А. Саранин. Простые лекционные демонстрации неустойчивости и самоорганизации. УФН 184, 1249–1254 (2014), http://ufn.ru/ru/articles/2014/11/g/
Simple lecture demonstrations of instability and self-organization (youtube.com, from Ivan Sadovsky, Nov 28, 2014), https://youtu.be/KNnnqM0H5bs
B. Malraison, P. Atten. Instabilite electrohydrodynamique due a l'injection d'ions a la surface libre d'un liquide isolant. J. Physique III 1, 1243–1249 (1991)
C. S. Herrick. Electroconvection cells in dielectric liquids interfaced with conducting fluids. Proc. Royal Soc. A 336, 487–494 (1974)
Wikipedia: Corona discharge, https://en.wikipedia.org/wiki/Corona_discharge
Wikipedia: Dielectrophoresis, https://en.wikipedia.org/wiki/Dielectrophoresis
H. A. Pohl. Some Effects of Nonuniform Fields on Dielectrics. J. Appl. Phys. 29, 1182 (1958)
A. T. Perez. Electrohydrodynamic instabilities in dielectric liquids induced by corona discharge. In: Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids, 12th Int. Conf., 126–129 (1996)
F. Vega and A. T. Perez. Corona-induced electrohydrodynamic instabilities in low conducting liquids. Exp. in Fluids 34, 726–735 (2003)
R. Chicon and A. T. Perez. The stability of a horizontal interface between air and an insulating liquid subjected to charge injection. Phys. Fluids 26, 034103 (2014)

No. 7

В. Майер, Е. Мамаева. Два физических фокуса // Квант, №1, стр. 23 (1978), http://kvant.mccme.ru/1978/01/dva_fizicheskih_fokusa.htm
В. Майер, Е. Мамаева. Два физических фокуса // Опыты в домашней лаборатории: ≪Библиотечка ≪Квант≫, вып. 4. — М.: Наука, 1981, стр. 42—43, http://publ.lib.ru/ARCHIVES/B/"Bibliotechka_"Kvant"/"Bibliotechka_"Kvant",v.004.(1981).

%5Bdjv-fax%5D.zip
No.8:

- World's Simplest Electric Train 【世界一簡単な構造の電車】(youtube.com, from AmazingScience 君, Aug 26, 2014), https://youtu.be/J9b0J29OzAU
- World's Simplest Electric Train 2 【世界一簡単な構造の電車】(youtube.com, from AmazingScience 君, Mar 1, 2015), https://youtu.be/Y1MDOerruDU
- How does this "simple" electric train work? (physics.stackexchange.com, 2014), http://physics.stackexchange.com/questions/150033/how-does-this-simple-electric-train-work
- The mystery of the magnetic train (skullsinthestars.com, 2014), http://skullsinthestars.com/2014/12/12/themystery-of-the-magnetic-train/
- Wikipedia: Magnetic moment, https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_moment
- N. Derby and S. Olbert. Cylindrical magnets and ideal solenoids. Am. J. Phys. 78, 3, 229-235 (2010)
- J. T. Conway and C. Agder. Exact solutions for the magnetic fields of axisymmetric solenoids and current distributions. IEEE Trans. on Magnetics, 37, 4, 2977-2988 (2002)
- S. R. Muniz, M. Bhattacharya, and V. S. Bagnato. Simple analysis of off-axis solenoid fields using the scalar magnetostatic potential: application to a Zeeman-slower for cold atoms. Am. J. Phys. 83, 513-517 (2015), http://people.rit.edu/mxbsps/PublicationPDFs/SergioAJP.pdf, arXiv:1003.3720v2 [physics.atom-ph]
- R. H. Jackson. Off-Axis Expansion Solution of Laplace's Equation: Application to Accurate and Rapid Calculation of Coil Magnetic Fields. IEEE Trans. on Electron Devices 46, 5, 1050-1062 (1999)
- E. M. Purcell and D. J. Morin. Electricity & Magnetism (Cambridge Univ. Press, 2013)
- D. J. Griffiths. Introduction to Electromagnetism (Prentice Hall, 1999)
- A. Zangwill. Modern electromagnetism (Cambridge Univ. Press, 2012)
- J. D. Jackson. Classical electrodynamics (Wiley, 1998)
- World's Simplest Electric Train (Swordmaker, 2015), http://www.freerepublic.com/focus/chat/3254213/posts

No. 9:

- H. Punzmann, N. Francois, H. Xia, G. Falkovich, and M. Shats. Generation and reversal of surface flows by propagating waves. Nature Physics 10, 658–663 (2014)
- H. Punzmann, N. Francois, H. Xia, G. Falkovich, and M. Shats. Tractor beam on water surface (2014), arXiv:1407.0745 [physics.flu-dyn]
- N. Francois, H. Xia, H. Punzmann, S. Ramsden, and M. Shats. Three-Dimensional Fluid Motion in Faraday Waves: Creation of Vorticity and Generation of Two-Dimensional Turbulence. Phys. Rev. X 4, 021021 (2014), arXiv:1403.7880 [physics.flu-dyn]
- S. Taneda. Visual observations of the flow around a half-submerged oscillating circular cylinder. Fluid Dyn. Research 13, 119–151 (1994)
- attracting water waves (youtube.com, from R. Reichle, Feb 16, 2015), https://youtu.be/dK5GsHS9vfI
- ANU Scientists create a Tractor Beam on water (youtube.com, from ANUchannel, Aug 10, 2014), https://youtu.be/ZUYCkHWgVss
- Physicists create water tractor beam (phys.org, August 10, 2014), http://phys.org/news/2014-08-physicists-tractor.html
- N. Francois, H. Xia, H. Punzmann, M. Shats. Inverse Energy Cascade and Emergence of Large Coherent Vortices in Turbulence Driven by Faraday Waves. Phys. Rev. Lett. 110 (2013), arXiv:1302.2993 [physics.flu-dyn], http://people.physics.anu.edu.au/~hop112/fl/pof_pdfs/2013_PRL_Francois_Inverse_cascade_in_FWT.pdf
- A. Constantin. The flow beneath a periodic travelling surface water wave. J. Phys. A: Math. Theor. 48, 143001 (2015)

No.10:

- J. Eggers and E. Villermaux. Physics of liquid jets. Rep. Prog. Phys. 71, 036601 (2008) http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.368.1361&rep=rep1&type=pdf
- K. M. Awati and T. Howes. Stationary waves on cylindrical fluid jets. Am. J. Phys. 64, 808 (1996)
- T. Massalha and R. M. Digilov. The shape function of a free-falling laminar jet: Making use of Bernoulli's equation. Am. J. Phys. 81, 733 (2013), http://www.stat.physik.unipotsdam.de/~pikovsky/teaching/stud_seminar/ajp_free_falling_jet.pdf
- S. Senchenko and T. Bohr. Shape and stability of a viscous thread. Phys. Rev. E 71, 056301 (2005)
- S. L. Goren and S. Wronski. The shape of low-speed capillary jets of Newtonian liquids. J. Fluid Mech. 25, 01, 185-198 (1966)
- E. J. Watson. The radial spread of a liquid jet over a horizontal plane. J. Fluid Mech. 20, 03, 481-499 (1964)

No.11:

- Samuel Earnshaw. Dynamics, or a Treatise on Motion, to Which is Added a Short Treatise on Attractions (Deighton, Cambridge, 1844), pp. 280-283, https://archive.org/details/dynamicsoratrea01earngoog
- Ball on turntable (physics.harvard.edu, 2003), https://www.physics.harvard.edu/uploads/files/undergrad/probweek/prob21.pdf
- J07M.1 - Ball on a Turntable (princeton.edu, 2007), http://www.princeton.edu/physics/graduateprogram/prelims/PrelimJ07.pdf

Ball bearing on rotating turntable (youtube.com, from FysikkForFakirer, Aug 8, 2013), https://youtu.be/Qv93Xvr2Cms
Ball on rotating turntable (youtube.com, from Hugh Hunt, Mar 30, 2008), https://youtu.be/GhvXNhCI9g0
Table tennis ball on rotating turntable (youtube.com, from FysikkForFakirer, Aug 12, 2013), https://youtu.be/ONPHyc1ifGQ
Rolling Objects On a Rotating Disc (youtube.com, from Richard Giblin, Oct 13, 2011), https://youtu.be/o5m7bNziVLg
Ball on Turntable (Hugh Hunt, 2011), http://www2.eng.cam.ac.uk/~hemh/ball_on_turntable.htm, http://www2.eng.cam.ac.uk/~hemh/movies.htm#ballonturntable
A. Agha, S. Gupta, and T. Joseph. Particle sliding on a turntable in the presence of friction. Am. J. Phys. 83, 2, 126-132 (2015), http://universe.bits-pilani.ac.in/uploads/Goa-Physics/_pdf_archive_AJPIAS_vol_83_iss_2_126_1.pdf
R. Ehrlich and J. Tuszynski. Ball on a rotating turntable: Comparison of theory and experiment. Am. J. Phys. 63, 351-359 (1995)
R. H. Romer. Motion of a sphere on a tilted turntable. Am. J. Phys. 49, 985-986 (1981), http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1216311.files/Project%20resources/Rolling%20sphere%20on%20turntable/AJP000985.pdf
H. Soodak and M. S. Tiersten. Perturbation analysis of rolling friction on a turntable. Am. J. Phys. 64, 1130 (1996)
A. V. Sokirko, A. A. Belopolskii, A. V. Matytsyn, D. A. Kossakowski. Behavior of a ball on the surface of a rotating disk. Am. J. Phys. 62, 2, 151-156 (1994), http://www.tyoma.com/plain/science/papers/14/ball.pdf
W. Weckesser. A ball rolling on a freely spinning turntable. Am. J. Phys. 65, 736-738 (1997)
K. Voyenli and E. Eriksen. On the motion of an ice hockey puck. Am. J. Phys. 53, 1149 (1985)
K. Voyenli and E. Eriksen. Response to ‘‘Comment on ‘On the motion of an ice hockey puck’?’’ Am. J. Phys. 54, 778 (1986)
J. Gersten, H. Soodak, and M. S. Tiersten. Ball moving on stationary or rotating horizontal surface. Am. J. Phys. 60, 43 (1992)
K. Weltner. Stable circular orbits of freely moving balls on rotating discs. Am. J. Phys. 47, 984 (1979)
J. A. Burns. Ball rolling on a turntable: Analog for charged particle dynamics. Am. J. Phys. 49, 56 (1981)
K. Weltner. Central drift of freely moving balls on rotating disks: A new method to measure coefficients of rolling friction. Am. J. Phys. 55, 937 (1987)
T. Poschel, T. Schwager, and N. V. Brilliantov. Rolling friction of a hard cylinder on a viscous plane. Eur. Phys. J. B 10, 1, 169-174 (1999), arXiv:cond-mat/9809053 [cond-mat.mtrl-sci]
L. Rodriguez. Comment on “A ball rolling on a freely spinning turntable” by Warren Weckesser [Am. J. Phys. 65 (8), 736–738 (1997)] Am. J. Phys. 66, 927 (1998)
H. A. Munera. A ball rolling on a freely spinning turntable: Insights from a solution in polar coordinates. Lat. Am. J. Phys. Educ. 5, 1, 49-55 (2011), http://www.lajpe.org/march11/LAJPE_459_Hector_Munera_preprint_corr_f.pdf
Шарик, катящийся по вращающейся платформе (youtube.com, from НИЯУ МИФИ, Dec 17, 2012), https://youtu.be/LkrmALM8TsA
Visualization of the Coriolis and centrifugal forces (youtube.com, from udiprod, Dec 29, 2007), https://youtu.be/49JwbrXcPjc
Ball bearing on rotating turntable (youtube.com, from FysikkForFakirer, Apr 2, 2013), https://youtu.be/4luexfFQ5JQ
Physics Help: Centripetal Force Free Body Diagrams Part 7 (youtube.com, from PhysicsEH, Jan 27, 2012), https://youtu.be/GWn5LNMDb2k

No. 12:

K. Szymański, J. L. Cieśliński, and K. Łapiński. Van der Pauw method on a sample with an isolated hole. Physics Letters A 377, 651-654 (2013), arXiv:1301.1625 [cond-mat.mes-hall]
Wikipedia: Van der Pauw method, https://en.wikipedia.org/wiki/Van_der_Pauw_method
L. J. van der Pauw. A method of measuring the resistivity and Hall coefficient on lamellae of arbitrary shape. Philips Techn. Rev. 20, 220–224 (1958), http://electron.mit.edu/~gsteele/vanderpauw/vanderpauw.pdf
L. J. van der Pauw. A method of measuring specific resistivity and Hall effect of discs of arbitrary shape. Philips Research Rep. 13, 1, 1-9 (1958), http://140.120.11.121/~chia/PDF/van%20der%20pauw.PDF, http://socrates.berkeley.edu/~phylabs/adv/ReprintsPDF/SHE%20Reprints/01-Measuring%20Discs.pdf
K. Szymański, K. Łapiński, and J. L. Cieśliński. Determination of the Riemann modulus and sheet resistance of a sample with a hole by the van der Pauw method. Meas. Sci. Technol. 26, 5, 055003 (2015), arXiv:1412.0707 [physics.class-ph]
J. J. Mareš, P. Hubik, and J. Krištofik. Application of the electrostatic Thompson–Lampard theorem to resistivity measurements. Meas. Sci. Technol. 23, 4, 045004 (2012)
D. W. Koon and C. J. Knickerbocker. What do you measure when you measure resistivity? Rev. Sci. Instrum. 63, 1, 207-210 (1992)

L. B. Lugansky and V. I. Tsebro. Four-probe methods for measuring the resistivity of samples in the form of rectangular parallelepipeds. Instr. and Exp. Techniques 58, 1, 118-129 (2015), arXiv:1502.02600 [cond-mat.mtrl-sci
S. Thorsteinsson, F. Wang, D. H. Petersen, T. M. Hansen, D. Kjar, R. Lin, J. Kim, P. F. Nielsen, and O. Hansen. Accurate microfour-point probe sheet resistance measurements on small samples. Rev. Sci. Instrum. 80, 5, 053902 (2009)
D. C. Worledge. Reduction of positional errors in a four-point probe resistance measurement. Appl. Phys. Lett. 84, 1695 (2004)
A. A. Ramadana, R. D. Gouldb, A. Ashoura. On the Van der Pauw method of resistivity measurements. Thin Solid Films 239, 2, 272-275 (1994)
J. D. Weiss, R. J. Kaplar, K. E. Kambour. A derivation of the van der Pauw formula from electrostatics. Solid-State Electronics 52, 1, 91–98 (2008)
No.13:
H. Alarcon, T. Salez, C. Poulard, J.-F. Bloch, E. Raphael, K. Dalnoki-Veress, F. Restagno. The enigma of the two interleaved phonebooks (2015), arXiv:1508.03290 [physics.class-ph]
MythBusters - Phone Book Friction (youtube.com, from Discovery, May 7, 2009), https://youtu.be/AX_lCOjLCTo
Mythbusters - Phone Book Friction (youtube.com, from KIGENTS, Sep 18, 2008), https://youtu.be/hOt-D_ee-JE
Can the Frictional Force Between Two Interleaved Phone Books Lift A Car? [W/Video] (arborsci.com, 2013), http://www.arborsci.com/cool/can-friction-between-two-interleavedphone-books-lift-a-car
Pulling apart two interleaved phone books (physics.stackexchange.com, 2014), http://physics.stackexchange.com/questions/135716/pulling-apart-two-interleaved-phonebooks
Interlacing pages of books - Need help with understanding (physicsforums.com, 2015), https://www.physicsforums.com/threads/interlacing-pages-of-books-need-help-withunderstanding.692173/
Discovery Mythbusters - The Phone Book Myth (youtube.com, Timacious, Nov 29, 2007), https://youtu.be/6sIB2kL-BWc
D. Van Domelen. Showing Area Matters: A Work of Friction. Phys. Teach. 48, 1, 28-29 (2010)
No. 14:
J. Tyndall. On Sounding and Sensitive Flames. Phil. Mag. 33-34, 92-99 (1867), http://zs.thulb.unijena.de/servlets/MCRFileNodeServlet/jportal_derivate_00119247/PMS_1867_Bd33.pdf
F. W. Barrett. Note on “Sensitive Flames”. Phil. Mag. 33-34, 216-222 (1867), http://zs.thulb.unijena.de/servlets/MCRFileNodeServlet/jportal_derivate_00119247/PMS_1867_Bd33.pdf
Wikipedia, Sensitive Flame, https://en.wikipedia.org/wiki/Sensitive_flame
W. Bragg. The world of sound (Bell, London, 1920)
Phonetics laboratory 1920s (youtube.com, from Michael Ashby, Apr 26, 2010), https://youtu.be/cXp7jfgRNVA
W. F. Barrett. The Effect of Inaudible Vibrations upon Sensitive Flames. Nature 16, 12-12 (1877), http://www.nature.com/nature/journal/v16/n392/abs/016012a0.html
W. W. Haldare Gee. The Bunsen Flame a Sensitive Flame. Nature 19, 122-122 (1878), http://www.nature.com/nature/journal/v19/n476/abs/019122e0.html
Sensitive Flames, 1874 (JF Ptak Science Books, 2008), http://longstreet.typepad.com/thesciencebookstore/2008/05/jf-ptak-science.html
E. N. da C Andrade. The sensitive flame. Proc. Phys. Soc. 53, 4, 329 (1941)
X. Wu, M. Wang, and P. Moin. Combustion instability due to the nonlinear interaction between sound and flame. J. Fluid Mech. 497, 23-53 (2003), https://web.stanford.edu/group/ctr/ResBriefs01/wu3.pdf
F. Duchaine and T. Poinsot. Sensitivity of flame transfer functions of laminar flames (Center for Turbulence Research, Proc. Summer Program, 2010), https://web.stanford.edu/group/ctr/Summer/SP10/5_02_duchaine.pdf
W. N. Zartman and S. W. Churchill. Heat transfer from acoustically resonating gas flames in a cylindrical burner. AIChE J. 7, 4, 588–592 (1961)
Wikipedia: Rubens' tube, https://en.wikipedia.org/wiki/Rubens'_tube
No. 15:
W. R. Tole. Apparatus for determining the thickness of material. US Patent 4902902 A (Feb 20, 1990), https://www.google.com/patents/US4902902
T. Wilke, A. Witzmann, R. Fehr, J. Faderl, O. Schmittel, E.-W. Schaefer, C. Fritsch. Method and apparatus for contactless optical measurement of the thickness of a hot glass body by optical dispersion. US Patent 7414740 B2 (Aug 19, 2008), http://www.google.com/patents/US7414740
T. V. Larina, E. Y. Kutenkova, N. Rakhimov, and O. K. Ushakov. Contactless glass sheet thickness meter. Russian Patent 2429447, http://russianpatents.com/patent/242/2429447.html
Contactless online thickness measurement - alpha.ti (nokra.de), http://www.nokra.de/en/produkte/thickness-measurement/
S. Spengler, D. Munkes, and G. Sparschuh. Apparatus for making contactless measurements of the thickness of an object made of transparent material. US Patent 5636027 A (Jun. 3, 1997), https://www.google.com/patents/US5636027
Michelson's Interferometer- Refractive index of glass plate (vlab.amrita.edu, 2013),

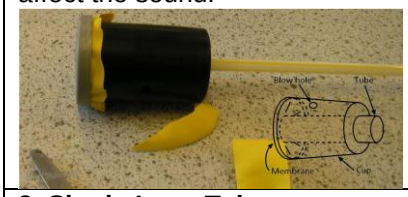
http://vlab.amrita.edu/?sub=1&brch=189&sim=1519&cnt=1
 Determination of the index of refraction using a laser pointer (euhou.net), http://www.euhou.net/index.php/exercises-mainmenu-13/classroom-experiments-and-activitiesmainmenu-186/203-determination-of-the-index-of-refraction-using-a-laser-pointer
 P. Castellini, L. Stroppa, and N. Paone. Laser sheet scattered light method for industrial measurement of thickness residual stress distribution in flat tempered glass. Optics and Lasers in Engineering 50, 5, 787-795 (2012)
No.16:
 R. M. Kiehn. Falaco Solitons, Cosmic Strings in a Swimming Pool (2001), arXiv:gr-qc/0101098, http://coll.pair.com/csdc/pdf/fal10305.pdf
 R.M. Kiehn. Experimental Evidence for Maximal Surfaces in a 3 Dimensional Minkowski Space (math.mit.edu, 2005), http://math.mit.edu/~dunkel/Teach/18.354_2014S/2005Kiehn_Falaco.pdf
 R. M. Kiehn. Falaco Solitons - Black holes in a Swimming Pool (citeseerx.ist.psu.edu, 2007), http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.444.6318&rep=rep1&type=pdf
 Crazy pool vortex (youtube.com, from Physics Girl, Nov 22, 2014), https://youtu.be/pnbJEg9r1o8
 Fun with Vortex Rings in the Pool (youtube.com, from Physics Girl, Dec 17, 2014), https://youtu.be/72LWr7BU8Ao
 Falaco Solitons: Particles at the Pool (physicsbuzz.physicscentral.com, 2014), http://physicsbuzz.physicscentral.com/2014/09/while-season-for-swimming-has-already.html
 Wikipedia:Rankine vortex, https://en.wikipedia.org/wiki/Rankine_vortex
 Cartan's Corner - Falaco Solitons (pair.com), http://www22.pair.com/csdc/car/carhomep.htm
 R. M. Kiehn. Falaco Solitons, Cosmology, and the Arrow of Time. Non-Equilibrium Systems and Irreversible Processes Adventures in Applied Topology Vol. 2 (CSDC, 2004), http://www22.pair.com/csdc/gdocs/cosmos69g.pdf
 Quark pool (soliton "pairs") (youtube.com, from jeffreyscomputer, Aug 2, 2013), https://youtu.be/909o_kbCdFg
 Mini Pool Vortex Rings (youtube.com, from Cool Science, Jan 20, 2015), https://youtu.be/WFTvPByynv4
No. 17:
 R. H. Plaut. Rocking instability of a pulled suitcase with two wheels. Acta Mechanica 117, 1-4, 165-179 (1996), http://www.msc.univ-paris-diderot.fr/~phyexp/uploads/Valise/article2.pdf
 S. Suherman, R. H. Plaut, L. T. Watson, and S. Thompson. Effect of Human Response Time on Rocking Instability of a Two-wheeled suitcase. J. Sound and Vibration 207, 5, 617-625 (1997), http://www.radford.edu/~thompson/RP/suitcase.pdf
 D. Takacs, G. Stepan, and S. J. Hogan. Isolated large amplitude periodic motions of towed rigid wheels. Nonlinear Dyna. 52, 1-2, 27-34 (2008), arXiv:0711.2228 [nlin.CD], http://www.mm.bme.hu/~takacs/publications/nody2008.pdf
 O. M. O'Reilly and P. C. Varadi. A Traveler's Woes: Some Perspectives from Dynamical Systems. In: New Applications of Nonlinear and Chaotic Dynamics in Mechanics Solid Mechanics and its Applications, Vol. 63 (Springer, 1999), pp. 397-406
 G. Stepan. Delay, Nonlinear Oscillations and Shimmying Wheels. In: New Applications of Nonlinear and Chaotic Dynamics in Mechanics Solid Mechanics and its Applications, Vol. 63 (Springer, 1999), pp. 373-386, http://www.mm.bme.hu/~stepan/mm/book/stepan_shimmy.pdf
 R. H. Plaut, W. T. Fielder, and L. N. Virgin. Fractal behavior of an asymmetric rigid block overturning due to harmonic motion of a tilted foundation. Chaos, Solitons & Fractals 7, 2, 177–196 (1996)
 D. Takacs and G. Stepan. Nonlinear Oscillations at Critical Shimmy Parameters: Experiments and Numerics. ASME 2010 Int. Mech. Eng. Congress and Exposition, Vol. 11 (2010)
 C. S. Hsu and S. J. Bhatt. Stability Charts for Second-Order Dynamical Systems With Time Lag. J. Appl. Mech. 33, 1, 119-124 (1966)
 A. Ageno and A. Sinopoli. Lyapunov's exponents for nonsmooth dynamics with impacts: Stability analysis of the rocking block. Int. J. Bifurcation and Chaos (2011), http://www.researchgate.net/profile/Anna_Sinopoli/publication/263985456_Lyapunov's_exponents_for_nonsmooth_dynamics_with_impacts_Stability_analysis_of_the_rocking_block/links/54f47b9c0cf2eed5d734a690.pdf

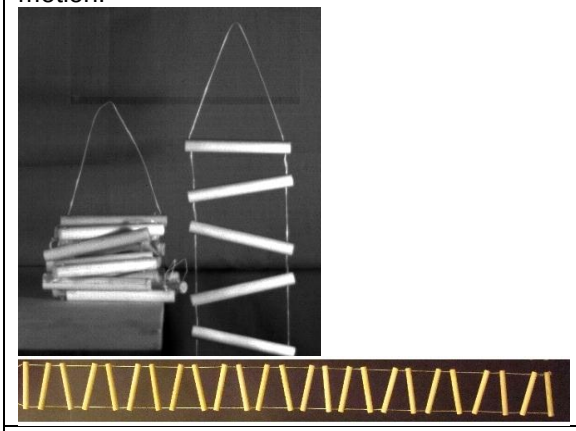
www.iypt.org
www.ayimi.org

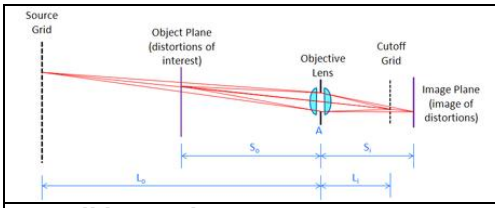
30th IYPT (2017)

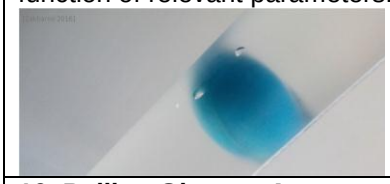
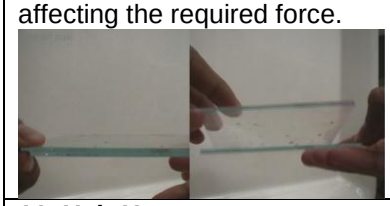
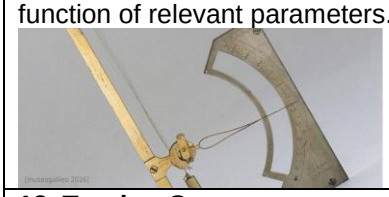
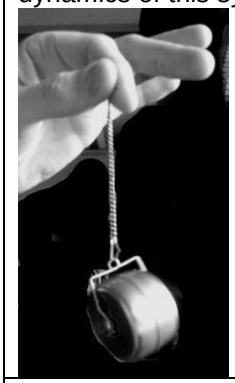
Selection proposed by the Committee for Problem Selection on July 4; approved and edited at the IOC meeting in Ekaterinburg, Russia

Truth is ever to be found in simplicity, and not in the multiplicity and confusion of things.
Isaac Newton

1. Invent Yourself Construct a passive device that will provide safe landing for an uncooked hen's egg when dropped onto a hard surface from a fixed height of 2.5 m. The device must fall together with the egg. What is the smallest size of the device you can achieve? 	**۱- خودتان اختراع کنید** وسیله ای بسازید که تخم مرغ خام هنگامی که روی یک سطح سخت از یک ارتفاع ثابت ۲/۵ متری می افتد نشکند. این وسیله باید به طور همزمان با تخم مرغ سقوط کند. کوچکترین اندازه این وسیله که می توانید بسازید چقدر است؟
2. Balloon Airhorn A simple airhorn can be constructed by stretching a balloon over the opening of a small container or cup with a tube through the other end (see Figure). Blowing through a small hole in the side of the container can produce a sound. Investigate how relevant parameters affect the sound. 	**۲- شیپور بادکنکی** یک شیپور ساده را می توان با کشیدن یک بادکنک بر روی دهانه باز یک ظرف کوچک یا فنجان که یک لوله از میان آن تا انتهای دیگر گذاشته شده است ، (شکل را ببینید) ساخت. با دمیدن از یک سوراخ کوچک در کنار ظرف می توان صدایی تولید کرد. بررسی کنید که چگونگه پارامترهای مربوطه بر صدا تأثیر می گذارد.
3. Single Lens Telescope A telescope can be built using a single lens, provided that a small aperture is used instead of an eyepiece. How do the parameters of the lens and the hole influence the image (e.g. magnification, sharpness and brightness)? 	**۳- تلسکوپ تک لنزی** یک تلسکوپ می تواند با استفاده از یک تک لنز ساخته شود، به شرطی که یک دیافراگم کوچک به جای عدسی چشمی استفاده می شود. چگونه پارامترهای عدسی و سوراخ بر روی تصویر (به عنوان مثال بزرگنمایی، وضوح و روشنایی) تاثیر می گذارند؟
4. Magnetic Hills A small amount of a ferrofluid placed in an inhomogeneous magnetic field forms hill-like structures. Investigate how the properties of these structures depend on relevant parameters. 	**٤. تپه های مغناطیسی** مقدار کمی از یک فروسیال در یک میدان مغناطیسی ناهمگن به شکل یک تپه در آمده است. بررسی کنید که چگونه خواص این سازه به پارامترهای مربوطه بستگی دارد.
5. Leidenfrost Stars	**۵. ستاره لیدن فراست**

In the Leidenfrost effect, a water drop placed on a hot surface can survive for minutes. Under certain circumstances, such a drop develops oscillating star shapes. Induce different oscillatory modes and investigate them.	در پدیده لیدن فراست، یک قطره آب بر روی یک سطح گرم می تواند به مدت چنددقیقه باقی بماند. تحت شرایط خاص، چنین قطره ای به شکل ستاره نوساناتی می کند. حالت های مختلف نوسانی را القا کنید و آنها را بررسی کنید.
6. Fast Chain A chain consisting of wooden blocks inclined relative to the vertical and connected by two threads (see Figure) is suspended vertically and then released. Compared to free fall, the chain falls faster when it is dropped onto a horizontal surface. Explain this phenomenon and investigate how the relevant parameters affect the motion. 	**٦. زنجیره سریع** زنجیری متشکل از قطعات چوبی که نسبت به حالت عمودی متمایل شده و توسط دو نخ متصل شده است (شکل را ببینید) به صورت عمودی به حالت تعلیق در آمده و سپس رها می شود. در مقایسه با سقوط آزاد، زنجیر زمانی که بر روی یک سطح افقی رها می شود سریع تر می افتد. توضیح این پدیده را شرح دهید و بررسی کنید که چگونه پارامترهای مربوطه بر روی حرکت تأثیر می گذارد.
7. Spiral Waves Spiral waves and other types of wave patterns may occur on a thin liquid film flowing over a rotating disk. Investigate these wave patterns.	**۷- امواج اسپیرال** امواج اسپیرال و نمونه های دیگر امواج بر روی یک فیلم مایع نازک که بر روی یک دیسک چرخان جریان دارد رخ می دهد. این الگوهای موج را بررسی کنید.
8. Visualising Density Schlieren Photography is often used to visualize density variations in a gas. Build a Schlieren setup and investigate how well it can resolve density differences.	**۸- چگالی تجسمی** Schlieren عکاسی است که اغلب برای تجسم تغییرات چگالی در یک گاز استفاده می شود. یک ست آپ Schlieren بسازید و بررسی کنید چگونه می توان اختلاف چگالی را با این وسیله حل کرد.



9. Ball in a Tube A sealed transparent tube is filled with a liquid and contains a small ball. The tube is inclined and its lower end is attached to a motor such that the tube traces a conical surface. Investigate the motion of the ball as a function of relevant parameters. 	**۹- توپ در یک لوله** یک لوله شفاف مهر و موم شده با مایع پر شده است و شامل یک توپ کوچک است. لوله متمایل است و قسمت پایین تر آن به یک موتور وصل می شود به طوری که لوله یک سطح مخروطی را می پیماید. حرکت توپ را به عنوان تابعی از پارامترهای مربوطه بررسی کنید.
10. Pulling Glasses Apart Put a thin layer of water between two sheets of glass and try to separate them. Investigate the parameters affecting the required force. 	**۱۰- جدا کردن شیشه ها از یکدیگر** یک لایه نازک از آب بین دو ورق شیشه قرار داده و سعی کنید آنها ر از هم جدا کنید. پارامترهایی را که بر نیروی مورد نیاز موثرند بررسی کنید.
11. Hair Hygrometer A simple hygrometer can be built using human hair. Investigate its accuracy and response time as a function of relevant parameters. 	**۱۱- رطوبت سنج مو** با استفاده از موی انسان می توان یک هیگرومتر ساده ساخت. دقت و زمان پاسخ را به عنوان تابعی از پارامترهای مربوطه بررسی کنید.
12. Torsion Gyroscope Fasten the axis of a wheel to a vertical thread that has a certain torsional resistance (see Figure). Twist the thread, spin the wheel, and release it. Investigate the dynamics of this system. 	**۱۲- ژیروسکوپ پیچشی** محور یک چرخ را به یک طناب عمودی که دارای مقاومت پیچشی شمخصی است ببندید (شکل را ببینید). طناب را بپیچید و آن را رها کنید. دینامیک این سیستم را بررسی کنید.
13. Resonating Glass A wine glass partially filled with liquid will resonate when exposed to the sound from a loudspeaker. Investigate how the phenomenon depends on various parameters.	**۱۳-شیشه طنین انداز** یک شیشه که تا قسمتی با مایع پر شده هنگامی که در معرض صدای یک بلندگو قرار می گیرد طنین انداز خواهد شد. بررسی کنید چگونه این پدیده بستگی به پارامترهای مختلف دارد.

14. Gee-Haw Whammy Diddle

A gee-haw whammy diddle is a mechanical toy consisting of a simple wooden stick and a second stick that is made up of a series of notches with a propeller at its end. When the wooden stick is pulled over the notches, the propeller starts to rotate. Explain this phenomenon and investigate the relevant parameters.

Gee-Haw Whammy Diddle -١٤

Gee-Haw Whammy Diddle یک اسباب بازی مکانیکی متشکل از چوب های ساده و یک چوب دوم است که از یک سری از شکاف با پروانه در انتهای آن ساخته شده است. هنگامی که چوب ها بر روی شکاف کشیده می شوند، پروانه شروع به چرخش می کند. این پدیده را توضیح دهید و پارامترهای مربوطه را بررسی کنید.

15. Boiled Egg

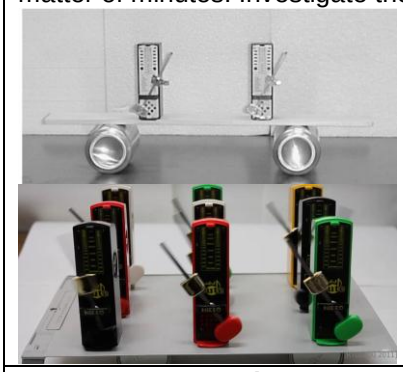
Suggest non-invasive methods to detect the degree to which a hen's egg is cooked by boiling. Investigate the sensitivity of your methods.

١٥- تخم مرغ آب پز

روش های غیر تهاجمی پیشنهاد دهید که با آن درجه ای که تخم مرغ توسط آبجوش پخته شده است را تعیین کند. حساسیت روش های خود را بررسی کنید.

16. Metronome Synchronization

A number of mechanical metronomes standing next to each other and set at random initial phases under certain conditions reach synchronous behaviour in a matter of minutes. Investigate the phenomenon.

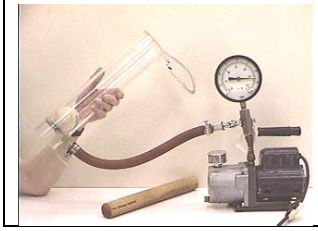
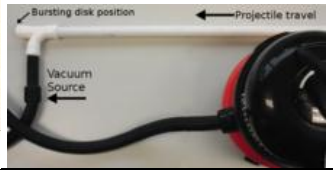


١٦-همگام سازی مترونوم

تعدادی از مترونوم های مکانیکی که در کنار یکدیگر ایستاده و تحت شرایط خاصی با یک فاز رندم اولیه ای میزان شده اند در عرض چند دقیقه همگام می شوند. این پدیده را بررسی کنید.

17. Vacuum Bazooka

A 'vacuum bazooka' can be built with a simple plastic pipe, a light projectile, and a vacuum cleaner. Build such a device and maximise the muzzle velocity.

Vacuum Bazooka -١٧

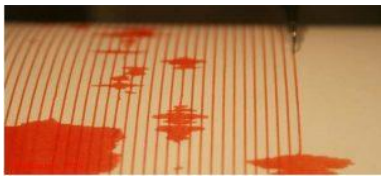
با یک لوله ساده پلاستیکی، یک پرتابه سبک و یک جارو برقی می توان یک "بازوکا خلاء " ساخت. این دستگاه را بسازید و سرعت دهانه را به حداکثر برسانید.

.

ترجمه سوالات IYPT 2018 و منابع مرتبط

۱- خودتان اختراع کنید

یک لرزه نگار ساده بسازید که بوسیله روش های مکانیکی، نوری و یا الکتریکی ، اختلالات محلی را تقویت می کند . منحنی پاسخ مشخصه دستگاه خود را تعیین کنید و پارامترهای ثابت ماندگاری را بررسی کنید .حداکثر تقویتی که می توانید به دست آورید چیست؟



https://www.youtube.com/watch?v=yA43jfOslV8
https://www.youtube.com/watch?v=Gbd1FcuLJLQ
https://www.youtube.com/watch?v=hq6Th70aPpQ
http://www.instructables.com/id/This-Seismometer-is-no-toy/
http://www.seismo.com/msop/msop79/inst/inst6.html
http://www.rllinstruments.com/indexa.htm
http://cse.ssl.berkeley.edu/lessons/indiv/davis/hs/Seismograph.html

---

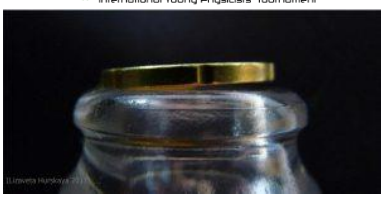
۲-رنگ پودرها

اگر یک ماده رنگی را آسیاب کنیم تا پودر شود ، در بعضی موارد پودر حاصل ممکن است رنگ متفاوت با ماده اولیه داشته باشد. بررسی کنید میزان آسیاب کردن چگونه برنگ ظاهری پودر تأثیر می گذارد.

http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2009/DT/b811107c#!divAbstract
ase.tufts.edu/chemistry/kumar/jc/pdf/Tian_2012.pdf
http://chemistry.elmhurst.edu/demos/colorchangpowder.htm

۳- سکه رقصان

یک بطری خنک را بردارید ویک سکه را روی گردن آن قرار دهید .با گذشت زمان، یک صدایی می شنوید و حرکت سکه را می بینید. این پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید که پارامترهای مربوط به رقص سکه چیست.

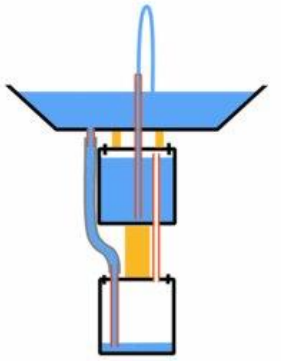


https://www.youtube.com/watch?v=3TjcbvmjqIA

٤- فوارهHerons

یک فواره Heron بساز ید و توضیح دهید که چگونه کار می کند .بررسی کنید چگونه پارامترهای مربوطه بر ارتفاع جت آب تأثیر می گذارد.

https://www.youtube.com/watch?v=BmW1iZOAucs
https://www.youtube.com/watch?v=5_Pbb1Ywo18
https://explorable.com/herons-fountain



٥- نی نوشیدنی

هنگامی که یک نی در یک لیوان نوشیدنی گازدار قرارمی گیرد، به سمت بالا حرکت می کند و گاهی اوقات از لبه لیوان هم واژگون می شود .حرکت نی را بررسی کنید ومعین کنید تحت چه شرایطی نی واژگون می شود.

https://chemistry.stackexchange.com/questions/29246/when-i-place-a-straw-in-carbontated-drink-and-blow-more-gas-bubbles-rise-to-the
https://books.google.com/books?isbn=1107007372
https://www.youtube.com/watch?v=QbBo33jEYzU

٦- حلقه اویلر

یک میله استوانه ای روغنی به طور افقی در اطراف محور خود با سرعت ثابت می چرخد .یک حلقه از یک صفحه مقوایی با قطر داخلی تقریبا دو برابرقطرمیله بسازید و حلقه را روی آن قرار دهید. بسته به شیب حلقه می تواند در امتداد میله در هر جهت حرکت کند .این پدیده را بررسی کنید.

https://www.revolvy.com/main/index.php?s=Ring%20oiler

۷- توده مخروطی

مواد گرانول غیر چسبنده می توانند طوری ریخته شوند که یک توده مخروطی شکل را تشکیل دهند .پارامترهایی را که بر تشکیل این مخروط و زاو یه ای که با سطح زمین می سازد را بررسی کنید.

https://www.youtube.com/watch?v=LfJCngN44ug
https://www.youtube.com/watch?v=nf9rXcCR9Dw
https://www.youtube.com/watch?v=duZJX1GnheI
https://www.youtube.com/watch?v=bXwxFYY90yQ
https://www.youtube.com/watch?v=3jgdC4mEvYo
www.comphys.ethz.ch/hans/p/224.pdf
mathforum.org/pcmi/hstp/resources/sands/UCTM_salt_article.pdf

---

۸- هلال در سیلندر

قسمتی از یک سیلندر اافقی با یک مایع غلیظ پر شده است . هنگامی که سیلندر در اطراف محور خود چرخانده می شود، رفتار غیرمعمولی ازمایع مانند شکل های هلال مانند بر روی دیواره های آن، دیده می شود . این پدیده را بررسی کنید.

۹-شمع در آب

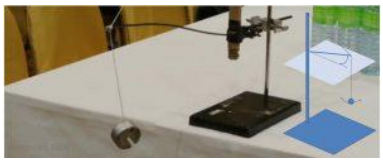
کمی وزنه به یک شمع اضافه کنید به طوری که به سختی در آب فرو رود .همانطور که شمع روشن است، همچنان شناور می ماند .این پد یده را بررسی کنید و توضیح دهید.

۱۰- سوپاپ تسلا

سوپاپ تسلا یک دریچه ی ثابت هندسی، منفعل و یک جهته است .سوپاپ تسلا در برابر جریانی که در یک جهت نسبت به جهات دیگر خیلی بیشتر است، مقاومت می کند .یک سوپاپ تسلا بسازید و پارامترهای مربوطه آن را بررسی کنید.

۱۱- آونگ آزیموتال -شعاعی

یک انتهای یک میله الاستیک افقی را به یک پا یه محکم و سخت ببندید .برای جلوگیری از انحراف عمودی، انتهای دیگر میله را با یک ریسمان محکم ببندید و با یک ریسمان دیگر یک شاقول از آن آویزان کنید(به شکل نگاه کنید .)در آونگ حاصله ، نوسانات شعاعی(موازی با میله)می تواند خود به خود تبدیل به نوسانات آزیموتال (عمود بر میله)شود و بالعکس .این پدیده را بررسی کنید.



https://www.youtube.com/watch?v=1BhCXEd1zM4

۱۲- موتور نقطه کوری

یک دیسک نیکلی بسازید که می تواند آزادانه در اطراف محور خود بچرخد .یک آهنربا را در نزد یکی لبه دیسک قرار دهید و از این طرف آن را حرارت دهید .دیسک شروع به چرخش می کند .پارامترهای موثر بر چرخش را بررسی کنید و طرحی برای یک حرکت مداوم بهینه سازی کنید.

https://www.youtube.com/watch?v=Brubga93xas

۱۳- وزن کردن ساعت شنی

به طور معمول معلوم شده است که ساعت های شنی وزنشان(با اندازه گیری توسط ترازو)در حالی که جریان دارند، تغییر می کند .این پد یده را بررسی کنید.

https://www.youtube.com/watch?v=rcJhjfa-v7E

۱٤-فانوس تابشی

هنگام گرفتن عکس از یک فانوس روشن در شب، تعدادی از اشعه ها یی که از مرکز فانوس پخش می شوند ممکن است در تصاویر ظاهر شوند .این پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید.

۱۵-حباب دمیدن

هنگامی که به یک لایه صابون در یک حلقه دمیده می شود، حباب تشکیل می شود .فیلم مایع ممکن است بترکد ولی باقی بماند . بررسی کنید که چگونه تعداد حباب های تولید شده از یک فیلم صابون و خصوصیات حباب ها به پارامترهای مربوطه بستگی دارد.

۱٦- شناوری صوتی

اشیای کوچک می توانند در امواج صوتی ایستاده شناور شوند .این پدیده را بررسی کنید. به چه میزان می توانید این اشیا را کنترل واداره کنید؟

https://www.youtube.com/watch?v=0K8zs-KSitc
https://www.wired.com/2014/01/how-do-you-levitate-things-with-sound/
https://www.smithsonianmag.com/science-nature/acoustic-tractor-beam-can-levitate-small-objects-sound-180957060/
https://www.sciencealert.com/physicists-have-levitated-a-golf-ball-sized-object-using-nothing-but-sound-waves

---

۱۷- بطری آب

جر یان آب دریک بطری پلاستیکی نیمه پر شده که به هوا پرتاب می شود، باعث می گردد که قبل از فرود در یک سطح افقی در یک موقعیت پایدار، در حالت ایستاده قرار بگیرد .پدیده را بررسی و پارامترهایی که منجر به فرود موفق بطری می شود را معین کنید.

https://www.youtube.com/watch?v=c0JA-hbRE68
https://www.vox.com/2016/5/26/11785562/water-bottle-flip-physics

نویسندگان سوالات: IYPT 2018

Cheong-Eung Ahn, John Balcombe, Samuel Byland, Nikita Chernikov, Kent Hogan, Mihály Hömöstrei, Dina Izadi, Andrei Klishin, František Kundracik, Ilya Martchenko, Florian Ostermaier, Jelena Pajovic, Kerry Parker, Carmen Parton, Oksana Pshenichko, Igor Timoshchenko, Lise__

Ariaian Young Innovative Minds Institute

Problems for the 31st IYPT 2018

Released by the IOC on July 13th, 2017

Please refer to the official and signed pdf as the authoritative source, that also includes pictures.

1. Invent Yourself

Construct a simple seismograph that amplifies a local disturbance by mechanical, optical or electrical methods. Determine the typical response curve of your device and investigate the parameters of the damping constant. What is the maximum amplification that you can achieve?

2. Colour of Powders

If a coloured material is ground to a powder, in some cases the resulting powder may have a different colour to that of the original material. Investigate how the degree of grinding affects the apparent colour of the powder.

3. Dancing Coin

Take a strongly cooled bottle and put a coin on its neck. Over time you will hear a noise and see movements of the coin. Explain this phenomenon and investigate how the relevant parameters affect the dance.

4. Heron's Fountain

Construct a Heron's fountain and explain how it works. Investigate how the relevant parameters affect the height of the water jet.

5. Drinking Straw

When a drinking straw is placed in a glass of carbonated drink, it can rise up, sometimes toppling over the edge of the glass. Investigate and explain the motion of the straw and determine the conditions under which the straw will topple.

6. Ring Oiler

An oiled horizontal cylindrical shaft rotates around its axis at constant speed. Make a ring from a cardboard disc with the inner diameter roughly twice the diameter of the shaft and put the ring on the shaft. Depending on the tilt of the ring, it can travel along the shaft in either direction. Investigate the phenomenon.

7. Conical Piles

Non-adhesive granular materials can be poured such that they form a cone-like pile. Investigate the parameters that affect the formation of the cone and the angle it makes with the ground.

8. Cusps in a Cylinder

A horizontal cylinder is partially filled with a viscous fluid. When the cylinder is rotated around its axis, unusual fluid behaviour can be observed, such as cusp-like shapes on the walls of the cylinder. Investigate the phenomenon.

9. Candle in Water

Add some weight to a candle such that it barely floats in water. As the candle burns, it may continue to float. Investigate and explain this phenomenon.

10. Tesla Valve

A Tesla valve is a fixed-geometry, passive, one-direction valve. A Tesla valve offers a resistance to flow that is much greater in one direction compared to the other. Create such a Tesla valve and investigate its relevant parameters.

11. Azimuthal-Radial Pendulum

Fix one end of a horizontal elastic rod to a rigid stand. Support the other end of the rod with a taut string to avoid vertical deflection and suspend a bob from it on another string (see figure). In the resulting pendulum the radial oscillations (parallel to the rod) can spontaneously convert into azimuthal oscillations (perpendicular to the rod) and vice versa. Investigate the phenomenon.

12. Curie Point Engine

Make a nickel disc that can rotate freely around its axis. Place a magnet near the edge of the disc and heat this side of it. The disc starts to rotate. Investigate the parameters affecting the rotation and optimize the design for a steady motion.

13. Weighing Time

It is commonly known that an hourglass changes its weight (as measured by a scale) while flowing. Investigate this phenomenon.

14. Radiant Lantern

When taking a picture of a glowing lantern at night, a number of rays emanating from the centre of the lantern may appear in the pictures. Explain and investigate this phenomenon.

15. Blowing Bubbles

When blowing on a soap film in a ring, a bubble may be formed. The liquid film may pop or continue to exist. Investigate how the number of bubbles produced from a single soap film and the characteristics of the bubbles depend on the relevant parameters.

16. Acoustic Levitation

Small objects can levitate in acoustic standing waves. Investigate the phenomenon. To what extent can you manipulate the objects?

17. Water Bottle

The current craze of water bottle flipping involves launching a partially filled plastic bottle into the air so that it performs a somersault before landing on a horizontal surface in a stable, upright position. Investigate the phenomenon and determine the parameters that will result in a successful flip.

Authors: John Balcombe, Samuel Byland, Nikita Chernikov, Kent Hogan, Mihály Hömöstrei, Dina Izadi, Andrei Klishin, Frantisek Kundracik, Ilya Martchenko, Florian Ostermaier, Jelena Pajovic, Kerry Parker, Carmen Parton, Oksana Pshenichko, Igor Timoshchenko, Lise

Problem selection committee: John Balcombe, Samuel Byland, Ilya Martchenko

IYPT 2019:مسائل و کیت منابع

۱- خودتان اختراع کنید Coronaموتور

موتور ساده ای بسازید که بر اساس تخلیه بار الکتریکی کرونا کار کند. بررسی کنید که حرکت روتور به چه پارامترهایی بستگی دارد و طراحی خود را به گونه ای بهینه سازی کنید که ماکزیمم سرعت به ازاء ولتاژ ورودی به دست آید

۲- Aerosol

هنگامی که آب از میان یک روزنه کوچک چریان می یابد ذرات آب در هوا (ایروسل) تشکیل می شود. پارامترهایی را که برای تعیین اینکه آیا یک ایروسل تشکیل شده است یا نه به عنوان یک جت برای نمونه انتخاب کنید. خواص ایروسل چیست؟

۳- صدای زیر

یک دیاپازن و یا یک نوسانگر ساده را در مقابل یک ورق کاغذ که تماس کوچکی بین آن ها می باشد، مرتعش کنید. فرکانس صدای تولید شده از فرکانس اصلی دیاپازن کمتر می شود. این پدیده را بررسی کنید.

۴- قیف و توپ

ی توانید با دمیدن هوا از طریق یک قیف ، توپ سبک (مانند توپ پینگ پونگ) را بالا نگه دارید. این پدیده را شرح دهید و پارامترهای وابسته را بررسی کنید.

۵- پر کردن بطری

هنگامی که یک جت آب عمودی ،وارد یک بطری می شود صدایی تولید می شود و همانطور که بطری پر می شود، خواص صوت تولید شده تغییر می کند. بررسی کنید که چگونه پارامترهای سیستم مانند سرعت و ابعاد جت، اندازه و شکل بطری یا دمای آب بر روی صوت تولید شده اثر می گذارد.

۶- توپ های طوفانی

دو توپ فلزی چسبیده به هم اگر در اول یکی از آن ها را با دست بچرخانیم و سپس با یک لوله مثل نی آشامیدنی به میان آن ها بدمیم، با یک فرکانس بالای غیر باور کننده ای می چرخند. این پدیده را بررسی کنید.

۷- صدای بلند

یک جسم قیفی یا بوقی شکل می تواند برای بهینه سازی انتقال صدای انسان به شنونده ای که در فاصله دور است استفاده شود. بررسی کنید که چگونه نتیجه صوت خروجی به شکل، اندازه و جنس قیف بستگی دارد.

۸- Sci- Fiصدای

با ضربه زدن به یک فنرمارپیچ آزاد صدایی شبیه به سای - فای (شلیک تفنگ لیزری) در فیلم های علمی افسانه ای می شنوید. این پدیده را شرح داده و بررسی کنید.

۹- اپتیک سویا سوس

با عبور یک بیم لیزری از میان یک لایه سویا سوس(در حدود ۲۰۰ میکرومتر) اثر لنز حرارتی مشاهده می شود. این پدیده را بررسی کنید.

۱۰- چرخ چاه معلق

به دقت یک جسم سبک مثل یک دیسک استایروفرم را در نزدیکی لبه جت آبی که به سمت بالا می رود قرار دهید. تحت شرایط معینی ، جسم شروع به چرخیدن می کند تا جایی که در هوای مرطوب معلق می ماند. علت این پدیده و پایداری آن را در برابر اغتشاشات بیرونی بررسی کنید.

۱۱- چیدمان شدن در سطح صاف

تعدادی ذرات با اشکال منظم و سخت را بر روی یک سطح مرتعش بگذارید. بر حسب تعداد ذرات در واحد سطح، می توانند مانند ساختار کریستالی منظم شوند و یا خیر. این پدیده را بررسی کنید.

۱۲- Gyroscope Teslameter

یک ژیروسکوپ چرخان که از ماده غیر فرو مغناطیسی و رسانا ساخته شده است وقتی در یک میدان غیر یکنواخت مغناطیسی قرار داده می شود سرعتش کم می شود. رابطه این کاهش سرعت را به پارامترهای وابسته بررسی کنید.

۱۳- Moiréشمارنده نخ

وقتی یک الگوی خطوط غیر متقابل (با شکاف های شفاف بین) در یک قطعه از پارچه های بافته شده پوشش داده می شود، ممکن است حاشیه های مشخصی از آن دیده شود. یک پوششی طراحی کنید که به شما اجازه می دهد تا نخ های پارچه را بشمارید. دقت را برای پارچه های ساده (به عنوان مثال کتانی) تعیین کنید و آیا این روش برای پارچه های پیچیده تر (مثلا پارچه جین یا آکسفورد) قابل اعتماد است

۱۴- آونگ حلقه ای

دووزنه یکی سنگین و دیگری سبک را با یک نخ به یکدیگر وصل کنید و بر روی یک میله افقی آن را بیندازید و با کشیدن وزنه سبک به سمت پایین وزنه سنگین به سمت بالا حرکت می کند. وزنه سبک را رها کنید و می بینید که در اطراف میله چند دور می چرخد تا جایی که از افتادن وزنه سنگین به زمین جلوگیری می کند. این پدیده را بررسی کنید.

۱۵- گهواره نیوتن

نوسانات گهواره نیوتن به تدریج کم می شود تا جایی که می ایستد. میزان کاهش این نوسانات به عنوان تابعی از پارامترهایی مانند تعداد، جنس، و صف بندی کره های این گهواره را بررسی کنید.

۱۶- حباب های ته نشین شده

هنگامی که یک ظرف حاوی مایعی (مثل آب) به صورت عمودی نوسان می کند، حباب ها به جای بالا آمدن شروع به پایین رفتن می کنند. این پدیده را بررسی کنید.

۱۷- عکس العمل چوب های آب نبات

چوب های آب نبات و یا بستنی با کمی خم کردن به یکدیگر طوری قفل می شوند که به آن ها زنجیر بافت کبری می گویند. هنگامی که یکی از دو انتهای این زنجیر که در روی یک سطح صاف قرار دارد آزاد می شود ، چوب ها با سرعت شروع به پریدن می کنند و موجی به سمت جلوی زنجیر پایین می رود. این رفتار زنجیر را بررسی کنید.

لینک های زیر جهت مشاهده ویدیوهای مرتبط با بعضی از مسائل

Corona Motor
https://youtu.be/qhXxSAv6rMg
looping pendulum
Toy Physics - Looping Pendulum /// Homemade Science with Bruce Yeany
https://youtu.be/SXQ9VaYm3yQ
Hurricane Balls
https://youtu.be/cvq8laPb498
Popsicle Chain
https://physics.aps.org/assets/1c0dc364-b909-4ea6-b020-f08c0de1f284/video1.mp4
https://physics.aps.org/articles/v10/98
https://youtu.be/T5vYrxC5kmg

Problems for the 32nd IYPT 2019

Released by the IOC on July 26th, 2018

1. Invent Yourself

Build a simple motor whose propulsion is based on corona discharge. Investigate how the rotor's motion depends on relevant parameters and optimize your design for maximum speed at a fixed input voltage.

2. Aerosol

When water flows through a small aperture, an aerosol may be formed. Investigate the parameters that determine whether an aerosol is formed rather than a jet for example. What are the properties of the aerosol?

3. Undertone Sound

Allow a tuning fork or another simple oscillator to vibrate against a sheet of paper with a weak contact between them. The frequency of the resulting sound can have a lower frequency than the tuning fork’s fundamental frequency. Investigate this phenomenon.

4. Funnel and Ball

A light ball (e.g. ping-pong ball) can be picked up with a funnel by blowing air through it. Explain the phenomenon and investigate the relevant parameters.

5. Filling Up a Bottle

When a vertical water jet enters a bottle, sound may be produced, and, as the bottle is filled up, the properties of the sound may change. Investigate how relevant parameters of the system such as speed and dimensions of the jet, size and shape of the bottle or water temperature affect the sound.

6. Hurricane Balls

Two steel balls that are joined together can be spun at incredibly high frequency by first spinning them by hand and then blowing on them through a tube, e.g. a drinking straw. Explain and investigate this phenomenon.

7. Loud Voices

A simple cone-shaped or horn-shaped object can be used to optimise the transfer of the human voice to a remote listener. Investigate how the resulting acoustic output depends on relevant parameters such as the shape, size, and material of the cone.

8. Sci-Fi Sound

Tapping a helical spring can make a sound like a “laser shot” in a science-fiction movie. Investigate and explain this phenomenon.

9. Soy Sauce Optics

Using a laser beam passing through a thin layer (about 200 μm) of soy sauce the thermal lens effect can be observed. Investigate this phenomenon.

10. Suspended Water Wheel

Carefully place a light object, such as a Styrofoam disk, near the edge of a water jet aiming upwards. Under certain conditions, the object will start to spin while being suspended. Investigate this phenomenon and its stability to external perturbations.

11. Flat Self-Assembly

Put a number of identical hard regular-shaped particles in a flat layer on top of a vibrating plate. Depending on the number of particles per unit area, they may or may not form an ordered crystal-like structure. Investigate the phenomenon.

12. Gyroscope Teslameter

A spinning gyroscope made from a conducting, but nonferromagnetic material slows down when placed in a magnetic field. Investigate how the deceleration depends on relevant parameters.

13. Moiré Thread Counter

When a pattern of closely spaced non-intersecting lines (with transparent gaps in between) is overlaid on a piece of woven fabric, characteristic moiré fringes may be observed. Design an overlay that allows you to measure the thread count of the fabric. Determine the accuracy for simple fabrics (e.g. linen) and investigate if the method is reliable for more complex fabrics (e.g. denim or Oxford cloth).

14. Looping Pendulum

Connect two loads, one heavy and one light, with a string over a horizontal rod and lift up the heavy load by pulling down the light one. Release the light load and it will sweep around the rod, keeping the heavy load from falling to the ground. Investigate this phenomenon.

15. Newton’s Cradle

The oscillations of a Newton's cradle will gradually decay until the spheres come to rest. Investigate how the rate of decay of a Newton's cradle depends on relevant parameters such as the number, material, and alignment of the spheres.

16. Sinking Bubbles

When a container of liquid (e.g. water) oscillates vertically, it is possible that bubbles in the liquid move downwards instead of rising. Investigate this phenomenon.

17. Popsicle Chain

Reaction Wooden popsicle sticks can be joined together by slightly bending each of them so that they interlock in a so-called “cobra weave” chain. When such a chain has one of its ends released, the sticks rapidly dislodge, and a wave front travels along the chain. Investigate the phenomenon.

First Draft of IYPT Reference Kit 2019

Hossein Salari

PhD. in Physics from Sharif University of Technology and Resident Researcher at Institute for Research in Fundamental Sciences (IPM)

Email: salari@ipm.ir, hoseinsalari65@gmail.com

This reference kit is based on my internet searches and knowledge. Here, all the figures are from Google website. Although, it is not a comprehensive and exact solutions for the problems, but it can be considered as a background reading and an initial point for student researches. Please feel free to contact me if you have any comment or question.

1. Invent Yourself

Build a simple motor whose propulsion is based on corona discharge. Investigate how the rotor's motion depends on relevant parameters and optimize your design for maximum speed at a fixed input voltage.

- **https://en.wikipedia.org/wiki/Corona_discharge**
- **https://en.wikipedia.org/wiki/Electrostatic_motor**
- Hattori, M., K. Asano, and Y. Higashiyama. "The fundamental characteristics of a cylindrical corona motor with multi-blade electrodes." *Journal of electrostatics* 27.3 (1992): 223-235.
- Bologa, M. K., et al. "A corona-discharge dipole engine." *Surface Engineering and Applied Electrochemistry* 51.4 (2015): 401-405. **https://link.springer.com/article/10.3103/S106837551504002X**
- **http://www.aun.edu.eg/journal_files/144_J_740.pdf**
- **https://www.researchgate.net/publication/305084128_Analysis_of_Electrostatic_Motors_as_Influenced_by_Corona_Discharge_on_Stator_Periphery**
- **http://www.trupower.net/images/SPECS/CoronaRotatElecMach.pdf**
- Van Wyk, J. D. N., and G. J. Kühn. "A Novel Electrostatic Machine: the Corona Motor." *Nature* 192.4803 (1961): 649.
- **https://www.youtube.com/watch?v=9uEjXsX1F14**
- **https://www.youtube.com/watch?v=9THGyOzMXjo**
- **https://www.youtube.com/watch?v=WkmH2ECctzw**
- **https://www.youtube.com/watch?v=4zKrphJmHnQ**
- **https://www.youtube.com/watch?v=fEQYa7tCujg**
- **https://www.youtube.com/watch?v=Hfj50Jixt0A**
- **https://www.youtube.com/watch?v=RsvnfzmVVr4**
- **https://www.youtube.com/watch?v=f8JguqFxpZ4**

2. Aerosol

When water flows through a small aperture, an aerosol may be formed. Investigate the parameters that determine whether an aerosol is formed rather than a jet for example. What are the properties of the aerosol?

- **https://en.wikipedia.org/wiki/Aerosol**
- **https://en.wikipedia.org/wiki/Spray_nozzle**
- **http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/AtmosphericChemistry/ch09s02.html**
- **https://en.wikipedia.org/wiki/Deposition_(aerosol_physics)**
- Lin, S. P., and R. D. Reitz. "Drop and spray formation from a liquid jet." Annual Review of Fluid Mechanics 30.1 (1998): 85-105. **https://www.researchgate.net/profile/Rolf_Reitz/publication/234151141_Drop_and_spray_formation_from_a_liquid_jet/links/55d5e71608aeb38e8a821213.pdf**
- Guha, Anirban, Ronald M. Barron, and Ram Balachandar. "An experimental and numerical study of water jet cleaning process." Journal of Materials Processing Technology 211.4 (2011): 610-618. **https://arxiv.org/pdf/1009.0531**
- Mahoney, Lenna A., et al. *Small-Scale Spray Releases: Initial Aerosol Test Results*. No. PNNL-21367 Rev. 1. Pacific Northwest National Lab.(PNNL), Richland, WA (United States), 2013. **https://www.osti.gov/servlets/purl/1133999**
- **https://webspace.clarkson.edu/projects/crcd/public_html/me437/downloads/P_Aerosol_Meas_Suresh.pdf**
- Colbeck, Ian. Physical and chemical properties of aerosols. Blackie Academic and Professional, 1998.
- **https://www.youtube.com/watch?v=fRqqNa5vyPk**

3. Undertone Sound

Allow a tuning fork or another simple oscillator to vibrate against a sheet of paper with a weak contact between them. The frequency of the resulting sound can have a lower frequency than the tuning fork's fundamental frequency. Investigate this phenomenon.

- **https://en.wikipedia.org/wiki/Fundamental_frequency**
- **https://en.wikipedia.org/wiki/Tuning_fork**
- Knapman, Herbert. "An Experiment Illustrating Harmonic Undertones." *Proceedings of the Royal Society of London* 74 (1904): 118-120. **https://www.jstor.org/stable/116664?seq=1#page_scan_tab_contents**
- Irvine, Tom. "THE NATURAL FREQUENCY OF A RECTANGULAR PLATE WITH FIXED-FREE-FIXED-FREE BOUNDARY CONDITIONS." (2011). **http://www.academia.edu/download/44502212/fixed_free_fixed_free_plate.pdf**
- Rossing, Thomas D., Daniel A. Russell, and David E. Brown. "On the acoustics of tuning forks." *American journal of physics*60.7 (1992): 620-626. **https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Russell/publication/259017541_On_the_acoustics_of_tuning_forks/links/5435277e0cf2dc341daf936a/On-the-acoustics-of-tuning-forks.pdf**
- **http://moodle.wmchs.net/mod/resource/view.php?id=5392**
- **http://www.answers.com/Q/What_happens_when_you_tuning_fork_touches_paper**
- **https://www.quora.com/What-occurs-when-paper-is-touched-with-a-tuning-fork**

4. Funnel and Ball

A light ball (e.g. ping-pong ball) can be picked up with a funnel by blowing air through it. Explain the phenomenon and investigate the relevant parameters.

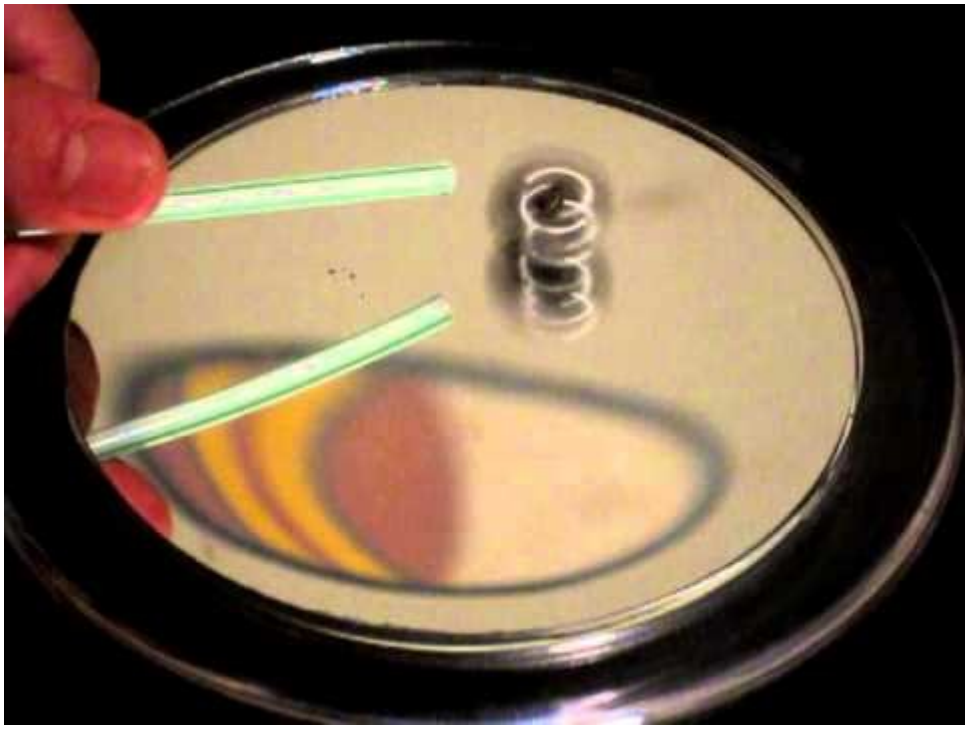
- https://en.wikipedia.org/wiki/Bernoulli%27s_principle
- https://en.wikipedia.org/wiki/Coand%C4%83_effect
- http://www.abc.net.au/science/surfingscientist/pdf/teachdemo_6.pdf
- http://www.csun.edu/scied/4-discrpeant-event/discrep_events/index.htm
- https://teachingfluids.wordpress.com/2013/12/04/levitating-a-ping-pong-ball-in-a-funnel/
- https://airport.unimelb.edu.au/science/physlog/vote.php?entry=2
- http://practicalphysics.org/bernoulli-effect-demonstration.html
- http://spmphysics.onlinetuition.com.my/2013/06/experiments-related-to-bernoullis.html
- https://www.123homeschool4me.com/2016/02/anti-gravity-ping-pong-ball-science_9.html
- http://www.thecrazyscientist.com/looney-lab/experiments-2/amazing-air/superhuman-breath-2/
- http://physicscentral.com/experiment/physicsquest/upload/Turbulent-Times-Extension-Activities.pdf
- http://www.academia.edu/download/36868099/Bernoulli_s_Principle_Disputation_2015g_doc.pdf
- https://www.youtube.com/watch?v=nsnMt8erxH8
- https://www.youtube.com/watch?v=1TQL1ju3RoQ
- https://www.youtube.com/watch?v=K8Oxbb82sMQ
- https://www.youtube.com/watch?v=wuAUJPUupfE
- https://www.youtube.com/watch?v=n7U0H05Kduw

5. Filling Up a Bottle

When a vertical water jet enters a bottle, sound may be produced, and, as the bottle is filled up, the properties of the sound may change. Investigate how relevant parameters of the system such as speed and dimensions of the jet, size and shape of the bottle or water temperature affect the sound.

- **https://en.wikipedia.org/wiki/Acoustic_resonance**
- **https://en.wikipedia.org/wiki/Splash_(fluid_mechanics)**
- Franz, G. J. "Splashes as sources of sound in liquids." *The Journal of the Acoustical Society of America* 31.8 (1959): 1080-1096. **https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.1907831**
- Zheng, Changxi, and Doug L. James. "Harmonic fluids." *ACM Transactions on Graphics (TOG)*. Vol. 28. No. 3. ACM, 2009. **http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.163.5589&rep=rep1&type=pdf**
- Cabe, Patrick A., and John B. Pittenger. "Human sensitivity to acoustic information from vessel filling." *Journal of experimental psychology: human perception and performance*26.1 (2000): 313. **http://www.academia.edu/download/44657745/Cabe___Pittenger_2000_JEPHPP_26_313-324.pdf**
- Frizell, Kenneth Warren, and Roger EA Arndt. "Noise Generation of Air Bubbles in Water: An Experimental Study of Creation and Splitting." (1987). **https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/114029/1/pr269.pdf**
- Velasco, Carlos, et al. "The sound of temperature: What information do pouring sounds convey concerning the temperature of a beverage." *Journal of Sensory Studies* 28.5 (2013): 335-345. **https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joss.12052**
- Doel, Kees van den. "Physically based models for liquid sounds." *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)* 2.4 (2005): 534-546. **https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/50904/vandenDoel2004.pdf**

- https://www.quora.com/Why-does-the-sound-of-water-change-as-a-bucket-is-filling-from-empty-to-full
- https://www.quora.com/When-we-fill-a-vessel-with-water-why-does-the-sound-of-the-pouring-change-as-the-level-increases
- https://intelligentsoundengineering.wordpress.com/2017/05/20/why-can-you-hear-the-difference-between-hot-and-cold-water/
- https://www.audioblocks.com/stock-audio/filling-glass-bottle-with-water.html
- https://physics.stackexchange.com/questions/357512/why-the-sound-of-filling-water-into-a-bottle-rise-in-its-frequency
- https://www.youtube.com/watch?v=pVbaRYoSBYk
- https://www.youtube.com/watch?v=ayNzH0uygFw
- https://www.youtube.com/watch?v=X08NDXMvdz0
- http://www.cs.cornell.edu/projects/HarmonicFluids/



6. Hurricane Balls

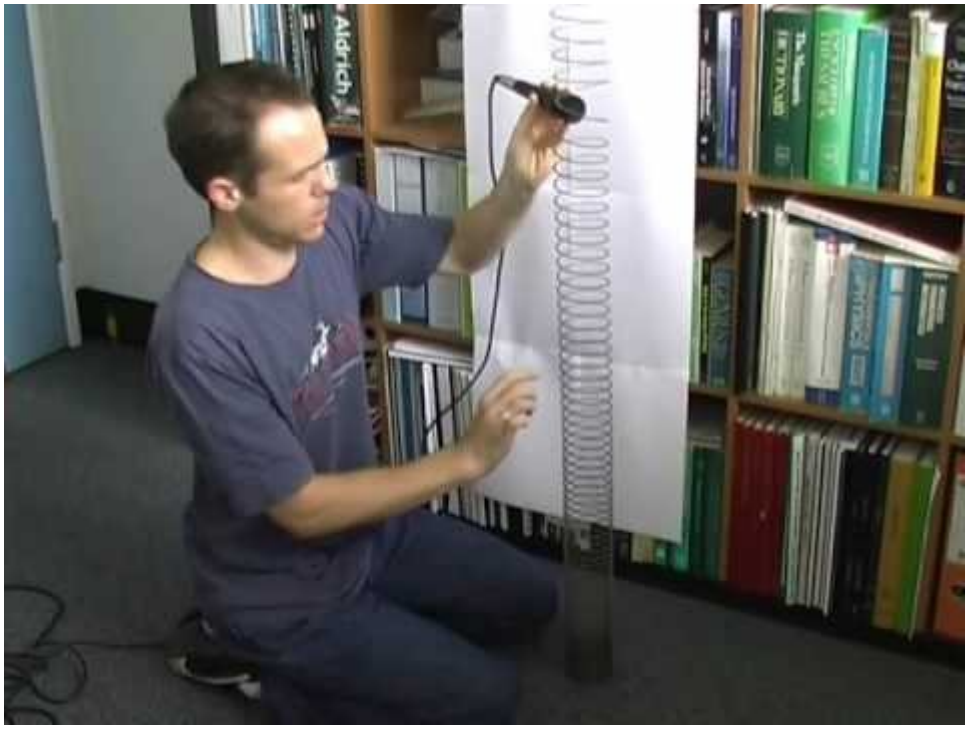
Two steel balls that are joined together can be spun at incredibly high frequency by first spinning them by hand and then blowing on them through a tube, e.g. a drinking straw. Explain and investigate this phenomenon.

- Rolling friction https://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_resistance
- https://en.wikipedia.org/wiki/Magnus_effect
- Jackson, David P., David Mertens, and Brett J. Pearson. "Hurricane Balls: A rigid-body-motion project for undergraduates." *American Journal of Physics* 83.11 (2015): 959-968. http://scholar.dickinson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1443&context=faculty_publications
- Andersen, W. L., and Steven Werner. "The dynamics of hurricane balls." *European Journal of Physics* 36.5 (2015): 055013. https://www.researchgate.net/profile/William_Andersen/publication/279459437_The_dynamics_of_hurricane_balls/links/56b1265f08ae795dd5c4f53b/The-dynamics-of-hurricane-balls.pdf
- Cross, Rod. "The rise and fall of spinning tops." *American Journal of Physics* 81.4 (2013): 280-289. https://www.researchgate.net/profile/Rod_Cross2/publication/258757498_The_rise_and_fall_of_spinning_tops/links/5951a7dba6fdcc218d24c9b4/The-rise-and-fall-of-spinning-tops.pdf
- https://makezine.com/projects/remaking-history-louis-poinsot-and-the-dancing-spheres/
- https://www.youtube.com/watch?v=rFZrwMPNVvk
- https://aapt.scitation.org/doi/full/10.1119/1.4973116
- https://www.youtube.com/watch?v=cvq8laPb498
- https://www.youtube.com/watch?v=0J58SNJWDt4
- https://www.youtube.com/watch?v=CfaZyEmzlhE

7. Loud Voices

A simple cone-shaped or horn-shaped object can be used to optimize the transfer of the human voice to a remote listener. Investigate how the resulting acoustic output depends on relevant parameters such as the shape, size, and material of the cone.

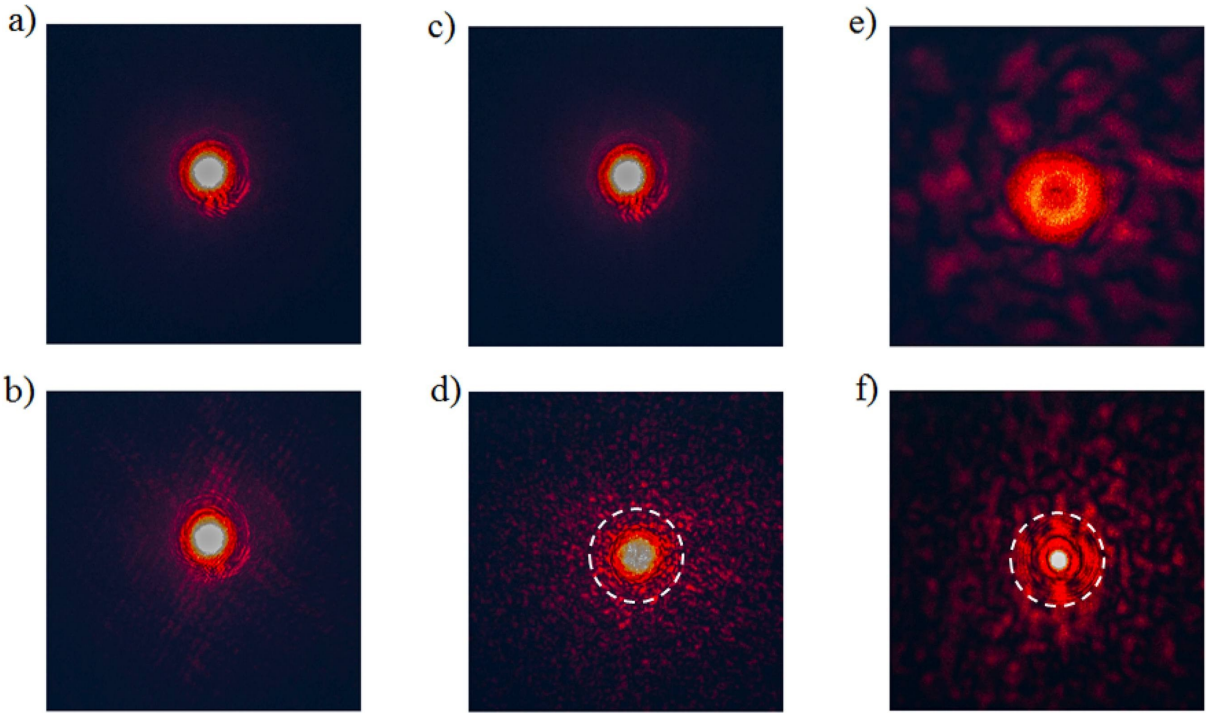
- https://en.wikipedia.org/wiki/Sound
- https://en.wikipedia.org/wiki/Horn_loudspeaker
- https://en.wikipedia.org/wiki/Megaphone
- Kolbrek, Bjørn. "Horn Theory: An Introduction, Part." *Audio Express* 1 (2008): 1-8. https://www.rdacoustic.cz/wp-content/uploads/an-introduction-to-horn-theory.pdf
- Jorge, Rogério. "Nonlinear Acoustics--Perturbation Theory and Webster's Equation." *arXiv preprint arXiv:1311.4238*(2013). https://arxiv.org/pdf/1311.4238
- https://www.radiomuseum.org/forumdata/users/133/PDF/Speaker.pdf
- https://www.quora.com/How-does-a-megaphone-amplify-sound
- http://www.vias.org/crowhurstba/crowhurst_basic_audio_vol1_049.html
- Chaverri, Gloriana, and Erin H. Gillam. "Sound amplification by means of a horn-like roosting structure in Spix's disc-winged bat." *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 280.1772 (2013): 20132362. http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/280/1772/20132362.short
- https://www.reddit.com/r/explainlikeimfive/comments/las2b/eli5_how_does_a_horn_amplify_sound_without_adding/
- https://www.quora.com/How-does-a-megaphone-amplify-sound
- https://www.youtube.com/watch?v=EfFsDcZxRr4
- https://www.youtube.com/watch?v=TVdrjm1BVP0



8. Sci-Fi Sound

Tapping a helical spring can make a sound like a “laser shot” in a science-fiction movie. Investigate and explain this phenomenon.

- https://en.wikipedia.org/wiki/Slinky
- https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%E2%80%93Bernoulli_beam_theory
- Parker, Julian, et al. "Modeling methods for the highly dispersive slinky spring: a novel musical toy." *Proceedings of the 13th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx'10)*. 2010. http://dafx10.iem.at/papers/ParkerPenttinenBilbaoAbel_DAFx10_P80.pdf
- Lee, J., and D. J. Thompson. "Dynamic stiffness formulation, free vibration and wave motion of helical springs." *Journal of Sound and Vibration* 239.2 (2001): 297-320. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022460X00931699
- Rutherford, Casey. "A Fresh Look at Longitudinal Standing Waves on a Spring." *The Physics Teacher* 51.1 (2013): 22-24. https://www.researchgate.net/profile/Casey_Rutherford/publication/258810726_A_Fresh_Look_at_Longitudinal_Standing_Waves_on_a_Spring/links/5695160e08ae820ff0749c0f.pdf
- https://www.researchgate.net/post/Why_does_tapping_in_air_not_produce_any_sound_but_tapping_against_a_metal_does_produce_sound
- https://www.youtube.com/watch?v=g2Sa0dRmHgA
- https://www.youtube.com/watch?v=CpZkNWBmKNM
- https://www.youtube.com/watch?v=7VGlBZOywIg
- https://www.youtube.com/watch?v=aqtqiuSMJqM
- https://www.youtube.com/watch?v=rajPbk3CJr4
- https://www.youtube.com/watch?v=SVAd6zxjiow
- https://www.youtube.com/watch?v=XACHZbgcH5M



9. Soy Sauce Optics

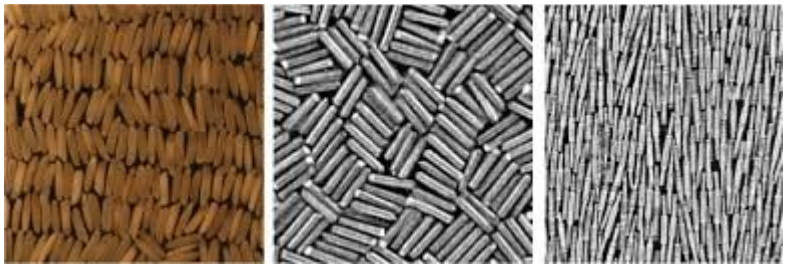
Using a laser beam passing through a thin layer (about 200 μm) of soy sauce the thermal lens effect can be observed. Investigate this phenomenon.

- https://en.wikipedia.org/wiki/Nonlinear_optics
- Turchiello, Rozane de F., Luiz AA Pereira, and Sergio L. Gómez. "Low-cost nonlinear optics experiment for undergraduate instructional laboratory and lecture demonstration." *American Journal of Physics* 85.7 (2017): 522-528. https://aapt.scitation.org/doi/abs/10.1119/1.4984808?journalCode=ajp
- Sheldon, S. J., L. V. Knight, and J. M. Thorne. "Laser-induced thermal lens effect: a new theoretical model." *Applied optics*21.9 (1982): 1663-1669. https://pdfs.semanticscholar.org/ac26/ad507bc2432a136433a53e734bf872e74f42.pdf
- http://photonics.cusat.edu/Research_Thermal%20lens.html
- Sivasubramanian, Dhanuskodi, Rajeswari Ponnusamy, and Vinitha Gandhiraj. "Low power optical limiting and thermal lensing in Mn doped ZnO nanoparticles." *Materials Chemistry and Physics* 159 (2015): 93-100. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254058415002266
- Snook, Richard D., and Roger D. Lowe. "Thermal lens spectrometry. A review." *Analyst* 120.8 (1995): 2051-2068. http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/1995/an/an9952002051#!divAbstract
- https://www.rp-photonics.com/thermal_lensing.html
- https://www.schott.com/d/advanced_optics/3794eded-edd2-461d-aec5-0a1d2dc9c523/1.0/schott_tie-19_temperature_coefficient_of_refractive_index_eng.pdf

10. Suspended Water Wheel

Carefully place a light object, such as a Styrofoam disk, near the edge of a water jet aiming upwards. Under certain conditions, the object will start to spin while being suspended. Investigate this phenomenon and its stability to external perturbations.

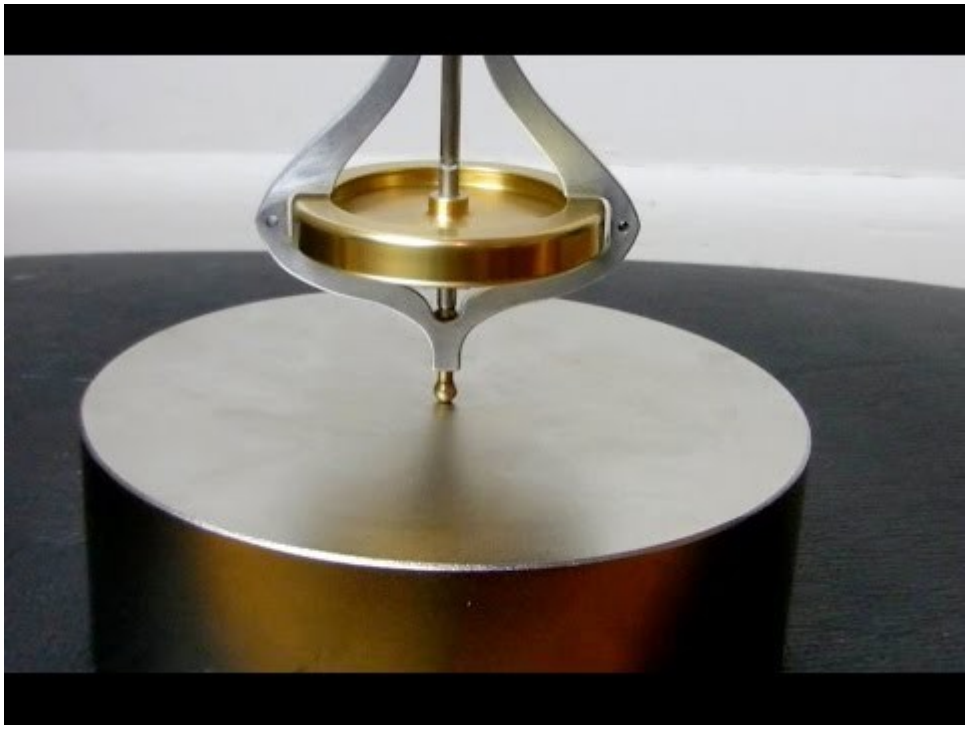
- https://en.wikipedia.org/wiki/Bernoulli%27s_principle
- https://en.wikipedia.org/wiki/Magnus_effect
- https://en.wikipedia.org/wiki/Coand%C4%83_effect
- https://www.researchgate.net/post/Can_you_explain_Veritasiums_Hydrodynamic_levitation_or_Fluid_Juggling
- https://physics.stackexchange.com/questions/356284/any-solutions-to-veritasiums-hydrodynamic-levitation
- https://sploid.gizmodo.com/what-sorcery-keeps-this-giant-ball-floating-on-a-tiny-s-1796416838
- http://forums.xkcd.com/viewtopic.php?t=123045
- https://gizmodo.com/the-physics-of-how-a-water-jet-can-keep-a-ball-floating-1445828275
- https://www.youtube.com/watch?v=mNHp8iyyIjo
- https://www.youtube.com/watch?v=WZrQy7zKM4Y
- https://www.youtube.com/watch?v=p9_aUQDGDbU&hd=1
- https://www.youtube.com/watch?v=_jYoQu3PvIk
- https://www.youtube.com/watch?v=ST6hDiUBSJQ
- https://www.youtube.com/watch?v=gXfSUqiWQZ4
- https://www.youtube.com/watch?v=7lGm3MrjDX0
- https://www.youtube.com/watch?v=WZ1nvvMfdYc
- https://www.youtube.com/watch?v=lHjFx2lp_kw



11. Flat Self-Assembly

Put a number of identical hard regular-shaped particles in a flat layer on top of a vibrating plate. Depending on the number of particles per unit area, they may or may not form an ordered crystal-like structure. Investigate the phenomenon.

- Galanis, Jennifer, et al. "Spontaneous patterning of confined granular rods." *Physical review letters* 96.2 (2006): 028002. https://arxiv.org/pdf/cond-mat/0508202
- Narayan, Vijay, Narayanan Menon, and Sriram Ramaswamy. "Nonequilibrium steady states in a vibrated-rod monolayer: tetratic, nematic, and smectic correlations." *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 2006.01 (2006): P01005. https://arxiv.org/pdf/cond-mat/0510082
- Windows-Yule, C. R. K. "Do granular systems obey statistical mechanics? A review of recent work assessing the applicability of equilibrium theory to vibrationally excited granular media." *International Journal of Modern Physics B*31.10 (2017): 1742010.
- Daniels, L. J., et al. "Dynamics of gas-fluidized granular rods." *Physical Review E* 79.4 (2009): 041301. https://arxiv.org/pdf/0811.2751
- Olafsen, J. S., and J. S. Urbach. "Clustering, order, and collapse in a driven granular monolayer." *Physical review letters* 81.20 (1998): 4369. https://arxiv.org/pdf/cond-mat/9807148
- Pouliquen, Olivier, Maxime Nicolas, and P. D. Weidman. "Crystallization of non-Brownian spheres under horizontal shaking." *Physical Review Letters* 79.19 (1997): 3640. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01440072/document
- Dai, Weijing, et al. "Modes of wall induced granular crystallisation in vibrational packing." *arXiv preprint arXiv:1805.07865* (2018). https://arxiv.org/pdf/1805.07865
- Trittel, Torsten, Kirsten Harth, and Ralf Stannarius. "Mechanical excitation of rodlike particles by a vibrating plate." *Physical Review E* 95.6 (2017): 062904.
- Reis, Pedro M., Rohit A. Ingale, and Mark D. Shattuck. "Crystallization of a quasi-two-dimensional granular fluid." *Physical review letters* 96.25 (2006): 258001. https://arxiv.org/pdf/cond-mat/0603408
- Ramaioli, Marco, Lionel Pournin, and Th M. Liebling. "Vertical ordering of rods under vertical vibration." *Physical Review E*76.2 (2007): 021304. https://www.researchgate.net/profile/Marco_Ramaioli/publication/5915242_Vertical_ordering_of_rods_under_vertical_vibration/links/54ed0a660cf28f3e65353561.pdf
- Saadatmand, Sayed Mehrrad. *A Study on Vibration-induced Particle Motion under Microgravity*. Diss. 2012. https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/32879/1/Saadatmand_Mehrrad_201206_PhD_thesis.pdf



12. Gyroscope Teslameter

A spinning gyroscope made from a conducting, but nonferromagnetic material slows down when placed in a magnetic field. Investigate how the deceleration depends on relevant parameters.

- **https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy_current**
- **https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy_current_brake**
- **https://en.wikipedia.org/wiki/Angular_momentum#Conservation_of_angular_momentum**
- **https://www.youtube.com/watch?v=1ZeCIejT2NY**
- **https://www.youtube.com/watch?v=whoylwf-i0A**
- **https://www.youtube.com/watch?v=SK0EdikjC24**

13. Moiré Thread Counter

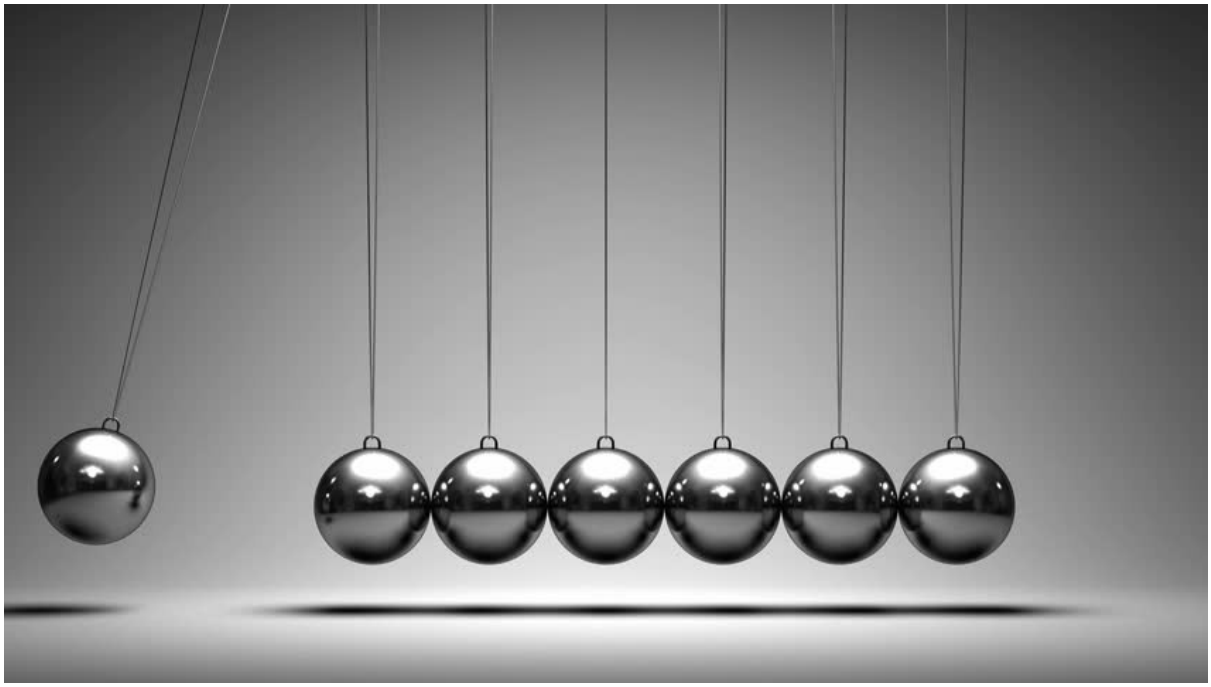
When a pattern of closely spaced non-intersecting lines (with transparent gaps in between) is overlaid on a piece of woven fabric, characteristic moiré fringes may be observed. Design an overlay that allows you to measure the thread count of the fabric. Determine the accuracy for simple fabrics (e.g. linen) and investigate if the method is reliable for more complex fabrics (e.g. denim or Oxford cloth).

- **https://en.wikipedia.org/wiki/Moir%C3%A9_pattern**
- Reich, Gary. "A moiré pattern-based thread counter." *The Physics Teacher* 55.7 (2017): 426-430. **https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.5003746**
- **https://www.indiamart.com/arhamscientific/textile-testing-instruments.html**
- **http://www.lunometer.com/what.html**
- **http://www.lunometer.de/tech-e.htm**

14. Looping Pendulum

Connect two loads, one heavy and one light, with a string over a horizontal rod and lift up the heavy load by pulling down the light one. Release the light load and it will sweep around the rod, keeping the heavy load from falling to the ground. Investigate this phenomenon.

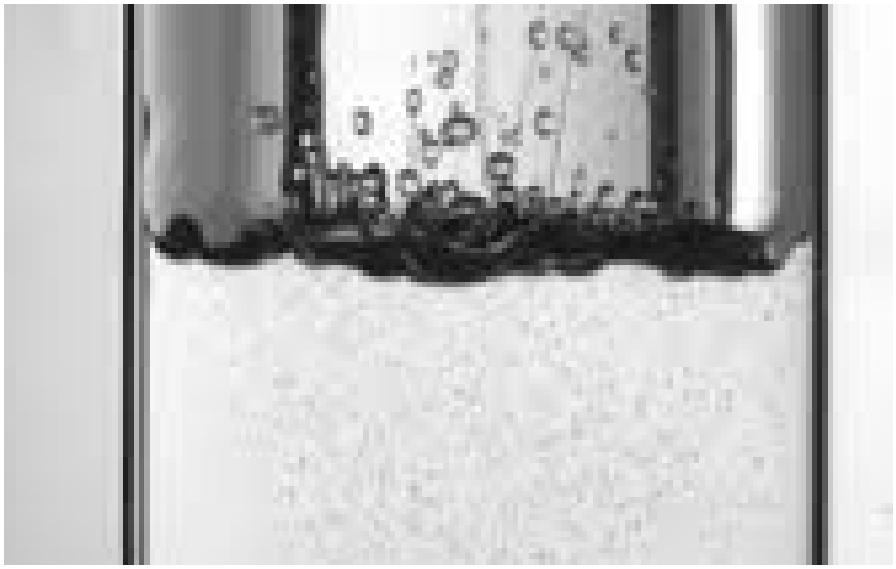
- https://en.wikipedia.org/wiki/Pendulum
- https://en.wikipedia.org/wiki/Pendulum_(mathematics)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Centripetal_force
- https://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/presentations/rope-friction-around-pole
- https://en.wikipedia.org/wiki/Capstan_equation
- https://www.stevespanglerscience.com/lab/experiments/magic-pendulum/
- https://www.istitutotrento5.it/images/test/bre_15_16_looping_pendulum_2_bil.pdf
- https://www.youtube.com/watch?v=SXQ9VaYm3yQ
- https://www.youtube.com/watch?v=ZyhHidThQR8
- https://www.youtube.com/watch?v=XSFXzL4vCPg



15. Newton’s Cradle

The oscillations of a Newton's cradle will gradually decay until the spheres come to rest. Investigate how the rate of decay of a Newton's cradle depends on relevant parameters such as the number, material, and alignment of the spheres.

- https://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_cradle
- https://en.wikipedia.org/wiki/Inelastic_collision
- Hutzler, Stefan, et al. "Rocking Newton’s cradle." *American Journal of Physics* 72.12 (2004): 1508-1516. https://openresearch-repository.anu.edu.au/bitstream/1885/95080/1/01_Hutzler_Rocking_Newton%E2%80%99s_cradle_2004.pdf
- Donahue, Carly M., et al. "Newton’s cradle undone: experiments and collision models for the normal collision of three solid spheres." *Physics of Fluids* 20.11 (2008): 113301. https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.3020444
- http://scienceblogs.com/principles/2015/11/05/energy-dissipation-in-a-physics-toy/
- http://ffden-2.phys.uaf.edu/212_spring2011.web.dir/Joel_Teune/analysis.html
- James, Guillaume. "Nonlinear waves in Newton's cradle and the discrete p-Schrödinger equation." *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences* 21.11 (2011): 2335-2377. https://arxiv.org/pdf/1008.1153



16. Sinking Bubbles

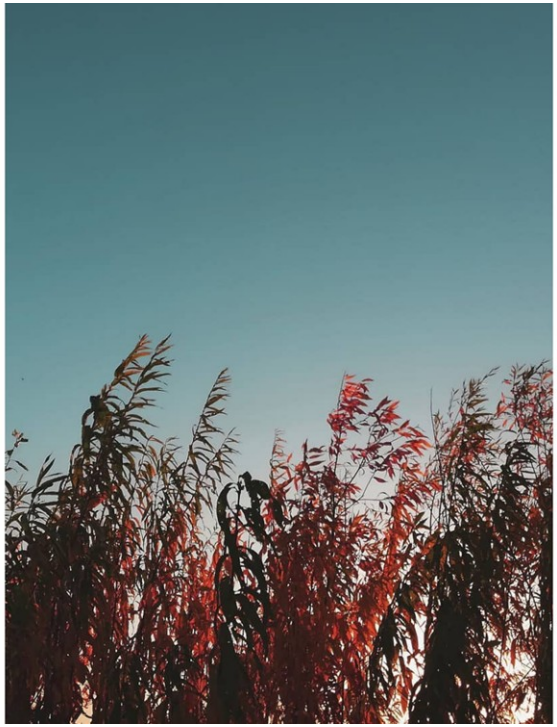
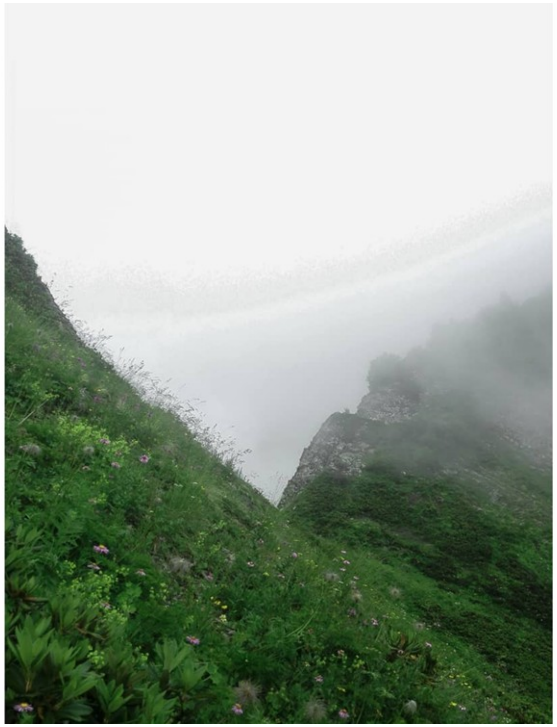
When a container of liquid (e.g. water) oscillates vertically, it is possible that bubbles in the liquid move downwards instead of rising. Investigate this phenomenon.

- https://en.wikipedia.org/wiki/Buoyancy
- https://en.wikipedia.org/wiki/Drag_(physics)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Added_mass
- Sorokin, V. S., I. I. Blekhman, and V. B. Vasilkov. "Motion of a gas bubble in fluid under vibration." *Nonlinear Dynamics* 67.1 (2012): 147-158. https://www.researchgate.net/profile/Vladislav_Sorokin2/publication/241045399_Motion_of_a_gas_bubble_in_fluid_under_vibration/links/5625ec4408aeabddac91d707/Motion-of-a-gas-bubble-in-fluid-under-vibration.pdf
- Zoueshtiagh, Farzam, et al. "Air bubbles under vertical vibrations." *The European Physical Journal E* 20.3 (2006): 317-325. https://www.researchgate.net/profile/Philippe_Petitjeans/publication/6912899_Air_bubbles_under_vertical_vibrations/links/58bfd844aca272bd2a3c1e3a/Air-bubbles-under-vertical-vibrations.pdf
- http://math.arizona.edu/~gabitov/teaching/131/math_485_585/Midterm_Reports/Sinking_Bubbles.pdf
- http://math.arizona.edu/~gabitov/teaching/141/math_485/Final_Report/Bubble_Dynamics_Final_Report.pdf

17. Popsicle Chain Reaction

Wooden popsicle sticks can be joined together by slightly bending each of them so that they interlock in a so-called “cobra weave” chain. When such a chain has one of its ends released, the sticks rapidly dislodge, and a wave front travels along the chain. Investigate the phenomenon.

- https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_elasticity
- https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%E2%80%93Bernoulli_beam_theory
- Sautel, Jérémy, et al. "The physics of a popsicle stick bomb." *American Journal of Physics* 85.10 (2017): 783-790. https://aapt.scitation.org/doi/full/10.1119/1.5000797
- Boucher, Jean-Philippe, et al. "Popsicle-Stick Cobra Wave." *Physical review letters* 119.8 (2017): 084301. https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.119.084301
- https://aapt.scitation.org/doi/full/10.1119/1.5000797
- https://www.youtube.com/watch?v=gIwZ9d361A8
- https://www.youtube.com/watch?v=F0jQgGz7GfY
- https://www.instructables.com/id/Cobra-Weave-Exploding-Stick-Bomb/
- http://clubhousebeat.org/wp-content/uploads/2017/08/PopsicleStickReactionGuide.pdf
- https://www.youtube.com/watch?v=T5vYrxC5kmg
- https://www.youtube.com/watch?v=vyFDGczUdQQ
- https://www.youtube.com/watch?v=lX6kkuuMaQw

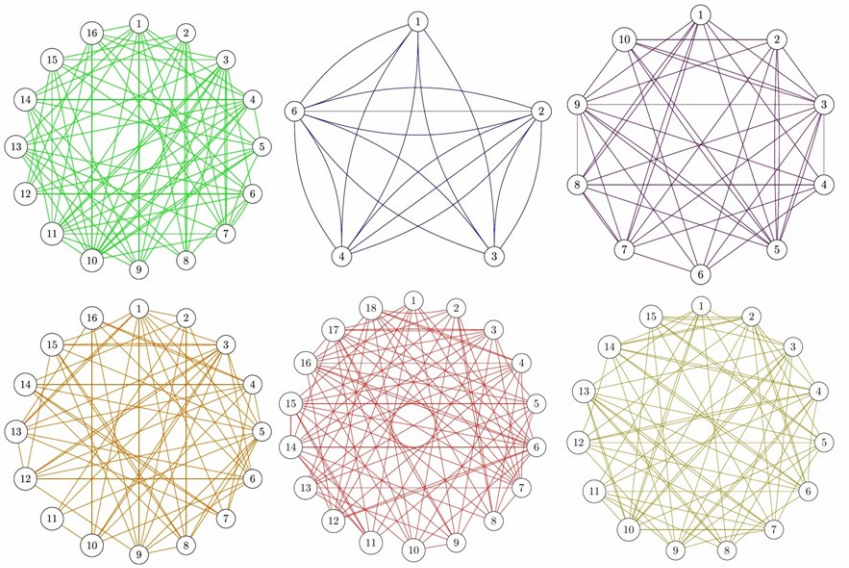
Preparation to the Young Physicists' Tournaments' 2019

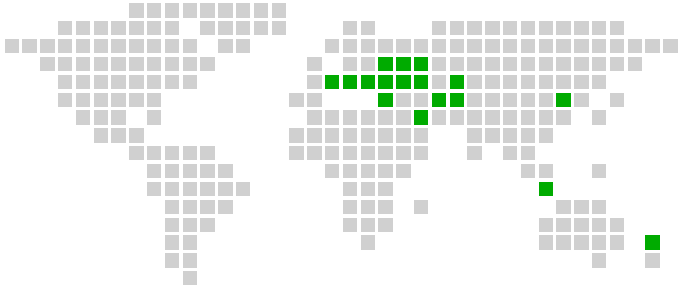
Ilya Martchenko,[1]* Hossein Salari,[2] Łukasz Gładczuk,[3] and Klim Sladkov[4]

[1] Foundation for Youth Tournaments; [2] Institute for Research in Fundamental Sciences; [3] University of Oxford; [4] Moscow State University

Welcome to the 7th IYNT 2018 in Minsk

- The International Young Naturalists' Tournament, IYNT, is a whole new competition with breathtaking problems, state-of-the-art grading standards, and an impressive momentum
- The IYNT bridges gaps between natural sciences and is focused on participants aged 12 through 16
- The IYNT has so far attracted 80 teams from 17 different countries from Switzerland in the West to China in the East and from Russia in the North to New Zealand in the South; has given 8157 grades in 375 stages; and has awarded 48 medals
- Do not hesitate and pre-register today





http://iynt.org

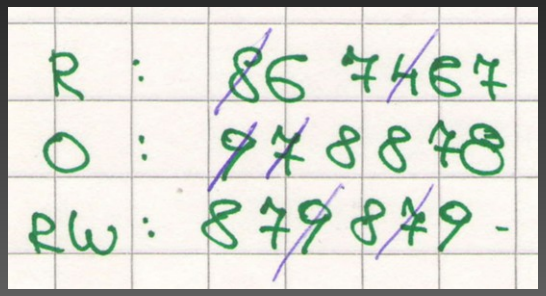
Call for cooperation

- If you are interested in the idea behind the Kit — to structure the existing knowledge about the physics behind the problems and to encourage students to contrast their personal contribution from the existing knowledge — your cooperation is welcome
- If more contributors join the work and plan bringing together the Kit for 2020, good editions may be completed earlier
- It would be of benefit for everybody,
  - students and team leaders, who would have an early reference (providing a first impetus to the work) and a strong warning that IYPT is all about appropriate, novel research, and not about “re-inventing the wheel”
  - jurors, who would have a brief, informal supporting material, possibly making them more skeptical and objective about the presentations
  - the audience outside the IYPT, who benefits from the structured references in e.g. physics popularization activities and physics teaching
  - the IYPT, as a community and a center of competence, that generates vibrant, state-of-the-art research problems, widely used in other activities and at other events
  - and also the author (-s) of the Kit, who could rapidly acquire a competence for the future activities and have a great learning experience

Is the novel research limited and discouraged by the existing common knowledge and the ongoing work of competing groups? :-)

In search for missing results

- Have you attended an IYPT marked in **red** and preserved Physics Fight results, e.g. by keeping printed rankings?
- Have you attended an IYPT marked in **orange** or **red**, and recorded grades from a Fight, e.g. by writing them down?



Thank you for helping us locate the missing results of past IYPTs

Green: each and every Juror's grade has been preserved
Orange: all Sums of Points (SP) are known, however Juror's grades are not
Red: some Sums of Points (SP) are missing

								1988	1989
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	

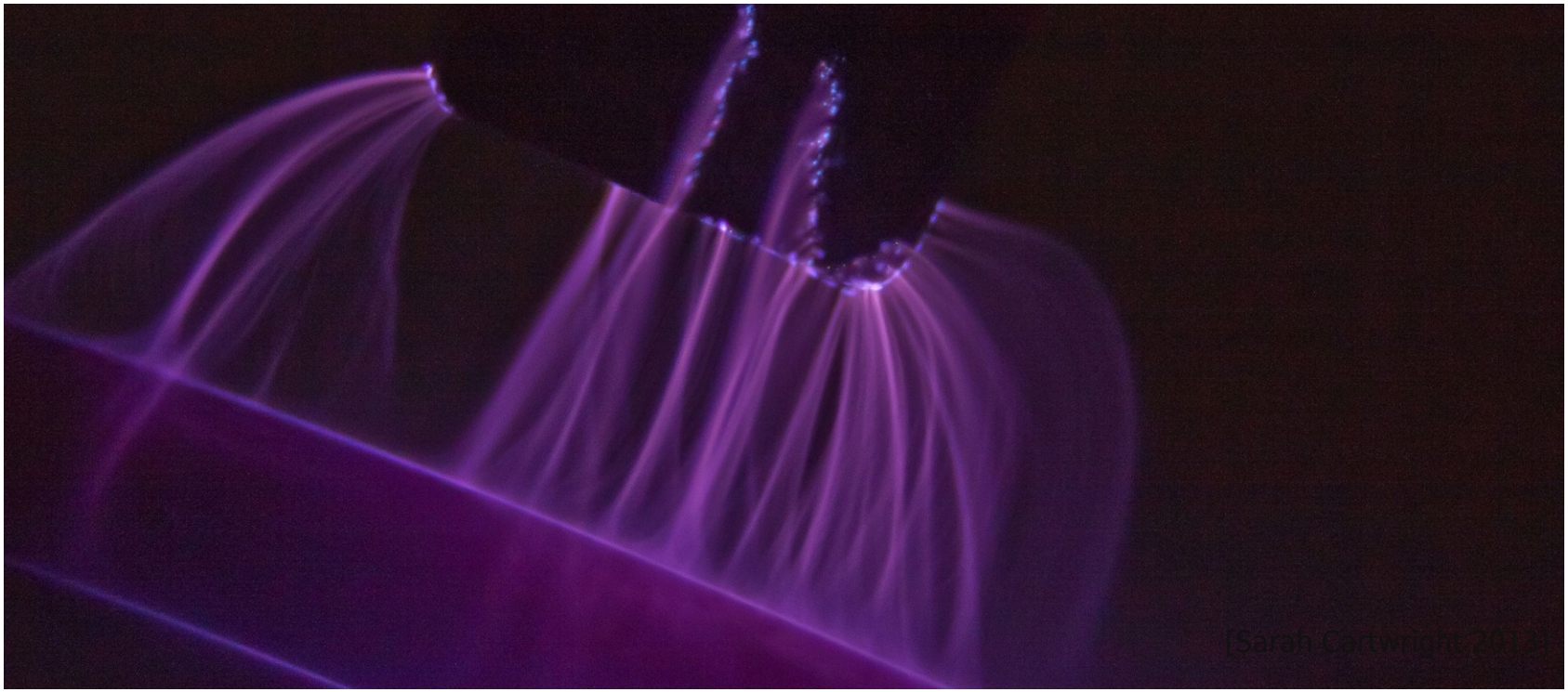
iypt archive

How to tackle the IYPT problems?

- How to structure a report?
- What level is competitive?
- How to set the goals, fix the priorities, and set the direction of the work?
- How were people resolving particular issues in the past?

- Look through the historical solutions in the Archive
  - an opportunity for goal-oriented critical learning
  - examples, not guidelines
  - those solutions were good, but yours should be better!

iypt archive mc^2 $h\nu$



Problem No. 1 “Invent yourself”

Build a simple motor whose propulsion is based on corona discharge. Investigate how the rotor's motion depends on relevant parameters and optimize your design for maximum speed at a fixed input voltage.

Background reading

- D. Ivanov and S. Nikolov. Electrostatics experiments with sharp metal points. Phys. Educ. 51, 065019 (2016)
- M. K. Bologa, F. P. Grosu, V. D. Shkilev, I. V. Kozhevnikov, and A. A. Polikarpov. A corona-discharge dipole engine. Surface Eng. App. Electrochem. 51, 4, 401-405 (2015)
- M. Abdel-Salam, A. Ahmed, H. Ziedan, and F. Diab. Analysis of a corona-discharge based electrostatic motor. Int. J. Plasma Environm. Sci. Tech. 8, 1, 72-81 (2014), http://www.iesj.org/content/files/pdf/IJPEST_Vol8_No1_10_pp072-081.pdf
- M. Abdel-Salam, A. Ahmed, H. Ziedan, and F. Diab. Analysis of corona discharge in electrostatic motor gaps. J. Eng. Sci. 41, 5, 1842-1856 (2013), http://www.aun.edu.eg/journal_files/144_J_740.pdf
- E. Moreau and. G. Touchard. Enhancing the mechanical efficiency of electric wind in corona discharges. J. Electrostatics 66, 39-44 (2008)
- S. Lee, D. Kim, M. D. Bryant, and F. F. Ling. A micro corona motor. Sensors and Actuators A 118, 226-232 (2005), http://www.me.utexas.edu/~bryant/research/RecentPublications/LeeKimBryantLingSA.pdf
- M. Hattori, K. Asano, and Y. Higashiyama. The fundamental characteristics of a cylindrical corona motor with multi-blade electrodes. J. Electrostatics 27, 3, 223-235 (1992)
- J. D. N. van Wyk and G. J. Kühn. A novel electrostatic machine: The Corona Motor. Nature 192, 4803, 649-650 (1961)
- F. Diab. Analysis of electrostatic motors as influenced by corona discharge on stator periphery (Master thesis, Assiut Univ., 2013)

Background reading

- How to make a simple corona motor (rimstar.org), https://rimstar.org/science_electronics_projects/how_to_make_corona_motor_simple_one_electrostatic_motor.htm
- Corona motors (or electrostatic/atmospheric motors) (rimstar.org), https://rimstar.org/science_electronics_projects/corona_motor_electrostatic_atmospheric_motor.htm
- Benjamin Franklin's Electric Motor (ethw.org, 2015), https://ethw.org/Benjamin_Franklin%27s_Electric_Motor
- 5 Amazing Electrostatic Motors | Physical Experiments (youtube, Do It Yourself, Nov 28, 2017), https://youtu.be/RsvnfzmVVr4
- Spitzenentladung am elektrischen Segnerrad (youtube, Bernhard Himmer, Oct 1, 2017), https://youtu.be/3WGeUJoQtHA
- Electrostatic motor - Physics in experiments (youtube, GetAClass - Физика в опытах и экспериментах, Apr 21, 2016), https://youtu.be/af2AgTyDRyI
- Галилео. Эксперимент. Электрический ветер (youtube, GalileoRU, Feb 8, 2016), https://youtu.be/1XgZ6EzROo0
- Electrostatic Motor (youtube, Ludic Science, Jun 12, 2015), https://youtu.be/WkmH2ECctzw
- Clear Disk Electrostatic Motor (youtube, Lidmotor, May 24, 2015), https://youtu.be/Hfj50Jixt0A
- An electrostatic pinwheel reaching amazing speeds (youtube, KantanLabs, Apr 4, 2015), https://youtu.be/yU94HVCNbGA
- Corona and Arc Discharge (youtube, PHYSIERGE, Jan 4, 2015), https://youtu.be/2pLJ2ZX4By4

Background reading

- How to Make Corona Motor (v2) aka Electrostatic Motor/Atmospheric Motor (youtube, RimstarOrg, Aug 8, 2014), https://youtu.be/9uEjXsX1F14
- Pingpong ball electrostatic motor (youtube, Gianni Laschi, Apr 8, 2014), https://youtu.be/fEQYa7tCujg
- How to Make a Corona Motor (v1/simple) or Electrostatic motor/Atmospheric motor (youtube, RimstarOrg, Jan 10, 2014), https://youtu.be/ksp_O_1WmvA
- New Electrostatic Motor -- torque test (youtube, Lidmotor, Jan 6, 2014), https://youtu.be/f8JguqFxpZ4
- Колесо Франклина (youtube, НИЯУ МИФИ, Dec 10, 2012), https://youtu.be/XqTLp7RxcbE
- Rotary Electrostatic Motor (youtube, Michael Melloch, Sep 6, 2012), https://youtu.be/9THGyOzMXjo
- electrostatic Corona motor (youtube, milan1759, Feb 11, 2007), https://youtu.be/4zKrphJmHnQ
- Wikipedia: Corona discharge, https://en.wikipedia.org/wiki/Corona_discharge
- Wikipedia: Electrostatic motor, https://en.wikipedia.org/wiki/Electrostatic_motor

Problem No. 2 “Aerosol”

When water flows through a small aperture, an aerosol may be formed. Investigate the parameters that determine whether an aerosol is formed rather than a jet for example. What are the properties of the aerosol?

Background reading

- P. Koumaras and G. Primerakis. Flawed applications of Bernoulli's principle. Phys. Teach. 56, 4, 235-238 (2018)
- F. Xiao, M. Dianat, and J. J. McGuirk. Large eddy simulation of liquid-jet primary breakup in air crossflow. AIAA Journal 51, 12, 2878-2893 (2013)
- A. Guha, R. M. Barron, and R. Balachandar. An experimental and numerical study of water jet cleaning process. J. Mat. Proc. Tech. 211, 4, 610-618 (2011), arXiv:1009.0531 [physics.flu-dyn]
- J. Eggers and E. Villermaux. Physics of liquid jets. Rep. Prog. Phys. 71, 036601 (2008), https://www.irphe.fr/~fragmix/publis/EV2008.pdf
- S. P. Lin and R. D. Reitz. Drop and spray formation from a liquid jet. Ann. Rev. Fluid Mech. 30, 1, 85-105 (1998)
- D. T. Papageorgiou. On the breakup of viscous liquid threads. Phys. Fluids 7, 7, 1529-1544 (1995)
- I. Colbeck Physical and chemical properties of aerosols (Blackie Acad. Prof. 1998)
- Chris Woodford. Aerosol cans (explainthatstuff.com, 2018), https://www.explainthatstuff.com/aerosolcans.html
- L. A. Mahoney, J. Blanchard, P. A. Gauglitz, C. Song, M. L. Kimura, R. C. Daniel, G. N. Brown, B. E. Wells, D. E. Kurath, D. Tran, W. C. Buchmiller, C. A. Burns, D. M. Smith. Small-scale spray releases: Initial aerosol test results (Pacific Northwest National Laboratory, 2013), https://www.pnnl.gov/rpp-wtp/documents/WTP-RPT-216_rv1.pdf
- H. A. Lefebvre and V. G. McDonell. Atomization and sprays (CRC press, 2017), http://math.haifa.ac.il/ROVENSKI/spr2.pdf

Background reading

- Д. Г. Пажи, В. С. Галустов. Основы техники распыливания жидкостей. — М.: Химия, 1984, https://www.proektant.org/books/1984/1984_Paji_D_G_Galustov_V_S_Osnovy_tehniki_raspylivaniya_jidkostei.pdf
- IYPT 2019 Problem 2 Aerosol Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Dec 14, 2018), https://youtu.be/MEhP5PnlZbo
- How to Make Simple Air Paint Spray Gun - Homemade (youtube, Creative Life, Oct 15, 2017), https://youtu.be/buLrAZBPETI
- Aerosol modelling - 1 (Nicolas Bellouin) (youtube, Atmosphere Copernicus, Sep 20, 2013), https://youtu.be/Y0CWLDcaRAM
- How to Make Your Own Aerosol Spray (youtube, WoodWorkers Guild Of America, Mar 7, 2011), https://youtu.be/fRqqNa5vyPk
- Wikipedia: Aerosol, https://en.wikipedia.org/wiki/Aerosol
- Wikipedia: Spray nozzle, https://en.wikipedia.org/wiki/Spray_nozzle
- Wikipedia: Capillary wave, https://en.wikipedia.org/wiki/Capillary_wave
- Wikipedia: Plateau–Rayleigh instability, https://en.wikipedia.org/wiki/Plateau–Rayleigh_instability
- Wikipedia: Deposition (aerosol physics), https://en.wikipedia.org/wiki/Deposition_(aerosol_physics)

Problem No. 3 “Undertone sound”

Allow a tuning fork or another simple oscillator to vibrate against a sheet of paper with a weak contact between them. The frequency of the resulting sound can have a lower frequency than the tuning fork’s fundamental frequency. Investigate this phenomenon.

Background reading

- J. J. Barroso, M. V. Carneiro and E. E. N. Macau. Bouncing ball problem: Stability of the periodic modes. Phys. Rev. E 79, 026206 (2009)
- F. Bosia, N. Pugno, and A. Carpinteri. Subharmonic generation in physical systems: An interaction-box approach. Wave Motion 43, 8, 689-699 (2006), http://www.ing.unitn.it/~pugno/NP_PDF/48-WM06.pdf
- T. D. Rossing, D. A. Russel, and D. E. Brown. On the acoustics of tuning forks. Am. J. Phys. 60, 7, 620-626 (1992)
- P. J. Holmes. The dynamics of repeated impacts with a sinusoidally vibrating table. J. Sound Vibration 84, 2, 173-189 (1982)
- A. Prosperetti. Subharmonics and ultraharmonics in the forced oscillations of weakly nonlinear systems. Am. J. Phys. 44, 6, 548-554 (1976)
- E. Waetzmann and R. Kurtz. Untertöne. Ann. Phys. 423, 7, 661-680 (1938)
- P. O. Pedersen. Subharmonics in forced oscillations in dissipative systems. Part II. J. Acoust. Soc. Am. 7, 1, 64-70 (1935)
- H. Knapman. An experiment illustrating harmonic undertones. Proc. Royal Soc. London 74, 118-120 (1904-1905)
- What happens if a tuning fork touches a paper? (quora.com), https://www.quora.com/What-happens-if-a-tuning-fork-touches-a-paper
- H. Sönnerlind. Finding Answers to the Tuning Fork Mystery with Simulation (comsol.edu, 2018), https://www.comsol.com/blogs/finding-answers-to-the-tuning-fork-mystery-with-simulation/

Background reading

- Bar Vibrational Modes (phy-astr.gsu.edu), http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Music/barres.html
- IYPT 2019 Problem 3 Undertone Sound Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Oct 8, 2018), https://youtu.be/_BR8PW4dJkQ
- The Tuning Fork Mystery: an unexpected update (youtube, standupmaths, Mar 27, 2018), https://youtu.be/MdZ-vkfZS0I
- The Tuning Fork Mystery: unexpected vibrations (youtube, standupmaths, Mar 23, 2018), https://youtu.be/NVUCf8mB1Wg
- SUBHARMONIC Music (Anomalous Low Frequency Vibration) (youtube, Adam Neely, Sep 19, 2016), https://youtu.be/o4jgPdGrZYI
- Wikipedia: Tuning fork, https://en.wikipedia.org/wiki/Tuning_fork
- Wikipedia: Bending, https://en.wikipedia.org/wiki/Bending
- Wikipedia: Euler–Bernoulli beam theory, https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%E2%80%93Bernoulli_beam_theory
- Wikipedia: Fundamental frequency, https://en.wikipedia.org/wiki/Fundamental_frequency

[Jayden Blake Ackermann 2015]

Problem No. 4 “Funnel and ball”

A light ball (e.g. ping-pong ball) can be picked up with a funnel by blowing air through it. Explain the phenomenon and investigate the relevant parameters.

Background reading

- K. Weltner. Aerodynamic lifting force. Phys. Teach. 28, 2, 78-82 (1990)
- K. Weltner. Bernoulli's law and aerodynamic lifting force. Phys. Teach. 28, 2, 84-86 (1990)
- Ruben Meerman. Ping-Pong Pressure: An amazing demonstration of Bernoulli's Principle kids can repeat at home (ABC Science, 2004), http://www.abc.net.au/science/surfingscientist/pdf/teachdemo_6.pdf
- A.-R. Cos and S. Bailey. The Funnel and the Ball (California State Univ. Northbridge, 2005), http://www.csun.edu/scied/4-discrpeant-event/discrep_events/index.htm
- Levitating a Ping-Pong ball in a funnel (nbkaye, teachingfluids.wordpress.com, Dec 4, 2013), https://teachingfluids.wordpress.com/2013/12/04/levitating-a-ping-pong-ball-in-a-funnel/
- Bernoulli effect demonstration (practicalphysics.org, 2014), http://practicalphysics.org/bernoulli-effect-demonstration.html
- Experiments Related To Bernoulli's Principle (spmphysics.onlinetuition.com.my, 2014), http://spmphysics.onlinetuition.com.my/2013/06/experiments-related-to-bernoullis.html
- Anti-Gravity Ping Pong Ball Science Experiment (Beth Gorden, 123homeschool4me.com, 2016), https://www.123homeschool4me.com/anti-gravity-ping-pong-ball-science_9/
- Superhuman Breath (thecrazyscientist.com), http://www.thecrazyscientist.com/looney-lab/experiments-2/amazing-air/superhuman-breath-2/
- Vortices/Convection Extension Activity 1b (physicscentral.com, 2012), http://physicscentral.com/experiment/physicsquest/upload/Turbulent-Times-Extension-Activities.pdf

Background reading

- IYPT 2019 Problem 4 Funnel and Ball Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Nov 11, 2018), https://youtu.be/jV657cE_4n4
- Funnel & ping pong ball (youtube, Paul Rutherford, PhD, Feb 13, 2017), https://youtu.be/K8Oxbb82sMQ
- Bernoulli's Principle: Ping-pong Ball and Funnel (youtube, Jayden Blake Ackermann, Nov 18, 2015), https://youtu.be/1TQL1ju3RoQ
- Bernoulli principle.mpg (youtube, peter s p Lim, Dec 23, 2011), https://youtu.be/n7U0H05Kduw
- funnel.avi (youtube, van Beveren Eef, Dec 8, 2011), https://youtu.be/nsnMt8erxH8
- Physics Project "Bernoulli's Principle" Hi-Def (youtube, theintersect629, Jun 9, 2010), https://youtu.be/wuAUJPUupfE
- Wikipedia: Bernoulli's principle, https://en.wikipedia.org/wiki/Bernoulli%27s_principle
- Wikipedia: Coandă effect, https://en.wikipedia.org/wiki/Coand%C4%83_effect

Problem No. 5 “Filling up a bottle”

When a vertical water jet enters a bottle, sound may be produced, and, as the bottle is filled up, the properties of the sound may change. Investigate how relevant parameters of the system such as speed and dimensions of the jet, size and shape of the bottle or water temperature affect the sound.

Background reading

- C. Velasco, R. Jones, S. King, and C. Spence. The sound of temperature: What information do pouring sounds convey concerning the temperature of a beverage. J. Sens. Studies 28, 5, 335-345 (2013)
- I. Lupea. Considerations on the Helmholtz resonator simulation and experiment. Proc. Romanian Acad. A 13, 2, 118-124 (2012), https://academiaromana.ro/sectii2002/proceedings/doc2012-2/05-Lupea.pdf
- E. S. Webster and C. E. Davies. The use of Helmholtz resonance for measuring the volume of liquids and solids. Sensors 10, 12, 10663-10672 (2010), https://www.mdpi.com/1424-8220/10/12/10663/pdf
- C. Zheng and D. L. James. Harmonic fluids. ACM Trans. Graphics 28, 3, 37 (2009)
- A. Rona. The acoustic resonance of rectangular and cylindrical cavities. J. Algorithms & Comput. Tech. 1, 3, 329-356 (2007), https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1260/174830107782424110
- G. Jundt, A. Radu, E. Fort, J. Duda, and H. Vacha. Vibrational modes of partly filled wine glasses. J. Acoust. Soc. Am. 119, 6, 3793-3798 (2006), https://newt.phys.unsw.edu.au/music/people/publications/Jundtetal2006.pdf
- P. A. Cabe and J. B. Pittenger. Human sensitivity to acoustic information from vessel filling. J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform. 26, 1, 313-324 (2000)
- D. E. Spiel. Acoustical measurements of air bubbles bursting at a water surface: Bursting bubbles as Helmholtz resonators. J. Geophys. Res.: Oceans 97, C7, 11443–11452 (1992)

Background reading

- H. C. Pumphrey and A. J. Walton. Experimental study of the sound emitted by water drops impacting on a water surface. Eur. J. Phys. 9, 225-231 (1988)
- G. J. Franz. Splashes as sources of sound in liquids. J. Acoust. Soc. Am. 31, 8, 1080-1096 (1959)
- M. Minnaert. On musical air-bubbles and the sounds of running water. Phil. Mag. Ser. 7, 16, 104, 235-248 (1933)
- K. W. Frizell and R. E. A. Arndt. Noise generation of air bubbles in water: An experimental study of creation and splitting (US Dptm Navy, 1987), https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/114029/1/pr269.pdf
- Why the sound of filling water into a bottle rise in its frequency? (physics.stackexchange.com, 2017), https://physics.stackexchange.com/questions/357512/why-the-sound-of-filling-water-into-a-bottle-rise-in-its-frequency
- When we fill a vessel with water, why does the sound of the pouring change as the level increases? (quora.com, 2017), https://www.quora.com/When-we-fill-a-vessel-with-water-why-does-the-sound-of-the-pouring-change-as-the-level-increases
- Why does the sound of water change as a bucket is filling from empty to full? (quora.com, 2015), https://www.quora.com/Why-does-the-sound-of-water-change-as-a-bucket-is-filling-from-empty-to-full
- K. van den Doel. Physically based models for liquid sounds. Proc. ICAD 04-Tenth Meeting of the Intl Conf. on Auditory Display (2004), https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/50904/vandenDoel2004.pdf

Background reading

- IYPT 2019 Problem 5 Filling Up a Bottle Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Oct 13, 2018), https://youtu.be/5I_cvSbz2l4
- You Can Hear The Difference Between Hot and Cold Water (youtube, Tom Scott, Mar 6, 2017), https://youtu.be/Ri_4dDvcZeM
- Pouring water into a glass stereo sound effect HQ 96kHz (youtube, Picture to sound, Dec 29, 2016), https://youtu.be/ayNzH0uygFw
- Filling a container with water: Listen! (youtube, Jeff Regester, May 19, 2010), https://youtu.be/83HLFKfof58
- Wikipedia: Helmholtz resonance, https://en.wikipedia.org/wiki/Helmholtz_resonance
- Wikipedia: Minnaert resonance, https://en.wikipedia.org/wiki/Minnaert_resonance
- Wikipedia: Acoustic resonance, https://en.wikipedia.org/wiki/Acoustic_resonance

Problem No. 6 “Hurricane balls”

Two steel balls that are joined together can be spun at incredibly high frequency by first spinning them by hand and then blowing on them through a tube, e.g. a drinking straw. Explain and investigate this phenomenon.

Background reading

- R. Cross. Why does a spinning egg rise? Eur. J. Phys. 39, 2, 025002 (2018)
- W. L. Andersen. Corrigendum: The dynamics of hurricane balls (2015 Eur. J. Phys. 36 055013) Eur. J. Phys. 37, 2, 029501 (2016)
- W. L. Andersen and S. Werner. The dynamics of hurricane balls. Eur. J. Phys. 36, 5, 055013 (2015)
- D. P. Jackson, D. Mertens, and B. J. Pearson. Erratum: “Hurricane Balls: A rigid-body-motion project for undergraduates” [Am. J. Phys. 83 (11), 959–968 (2015)]. Am. J. Phys. 84, 2, 148-149 (2016)
- D. P. Jackson, D. Mertens, and B. J. Pearson. Hurricane Balls: A rigid-body-motion project for undergraduates. Am. J. Phys. 83, 11, 959-968 (2015)
- R. Cross. The rise and fall of spinning tops. Am. J. Phys. 81, 4, 280-289 (2013)
- William Gurstelle. Build Your Own Spinning Hurricane Balls (makezine.com, 2015), https://makezine.com/projects/remaking-history-louis-poinsot-and-the-dancing-spheres/
- Hurricane Balls Redux, the Solder Method, Feat. Science With Bez. (Dr Qui, instructables.com), https://www.instructables.com/id/Hurricane-Balls-Redux-The-Solder-method-with-add/
- Hurricane balls (oberlin.edu), http://www2.oberlin.edu/physics/catalog/demonstrations/mech/hurricaneballs.html
- IYPT 2019 Problem 6 Hurricane Balls Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists’ Tournament, Sep 8, 2018), https://youtu.be/rTfNdoeqzx0
- MEGA 4 Inch Hurricane Balls - aka Tornado Spheres (Not a Fidget Spinner) (youtube, Make Build Modify, Jun 19, 2017), https://youtu.be/m0xRRwE3aRU

Background reading

- Hurricane Balls in Slow Motion (youtube, dprljackson, Feb 26, 2017), https://youtu.be/QhpZ1M67vng
- Now they can fly: Hurricane Balls (youtube, Latheman's crazy machines, May 7, 2016), https://youtu.be/cgPekwKK7JM
- Hurricane Balls in 4K | Shanks FX | PBS Digital Studios (youtube, Shanks FX, Mar 28, 2016), https://youtu.be/JRou-3oh7h0
- Remaking History: Dancing Spheres (youtube, Make:, Apr 28, 2015), https://youtu.be/c9aNkLoqNoE
- How To Make Hurricane Balls (youtube, Peter Brown, Dec 31, 2014), https://youtu.be/rFZrwMPNVvk
- Haz tus propias Bolas Hurricane / Сделай шары ураган своими руками/Hurricane Balls (youtube, Delcopond, May 26, 2014), https://youtu.be/CfaZyEmzlhE
- Hurricane Balls Slow Motion (youtube, anythatarent2, Feb 27, 2011), https://youtu.be/0J58SNJWDt4
- Hurricane Balls (youtube, Grand Illusions, Jun 17, 2010), https://youtu.be/cvq8laPb498
- Wikipedia: Rolling resistance, https://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_resistance
- Wikipedia: Drag (physics), https://en.wikipedia.org/wiki/Drag_(physics)

Problem No. 7 “Loud voices”

A simple cone-shaped or horn-shaped object can be used to optimise the transfer of the human voice to a remote listener. Investigate how the resulting acoustic output depends on relevant parameters such as the shape, size, and material of the cone.

Background reading

- C. J. Vitorino, N. Barbieri, K. F. de Lima, and R. Barbieri. Numerical and experimental study of acoustic horn. J. Acoust. Soc. Am. 138, 3, 1769–1769 (2015)
- V. Salmon. Generalized plane wave horn theory. J. Acoust. Soc. Am. 17, 3, 199-211 (1946)
- S. W. Rienstra and A. Hirschberg. An introduction to acoustics (Eindhoven Univ. Tech. 2018), https://www.win.tue.nl/~sjoerdr/papers/boek.pdf
- B. Kolbrek. Horn Theory: An introduction, Part 1. Audio Express (2008), https://www.rdacoustic.cz/wp-content/uploads/an-introduction-to-horn-theory.pdf, https://www.grc.com/acoustics/an-introduction-to-horn-theory.pdf
- B. Kolbrek. Horn Theory: An introduction, Part 2. Audio Express (2008), http://www.audioxpress.com/assets/upload/files/kolbrek2885.pdf
- J.-M. Le Cléac'h. Acoustical horns and waveguides (rintelen.ch, 2010), http://www.rintelen.ch/download/JMMLC_horns_lecture_etf10.pdf
- J. Kipp. Acoustical impedances: Calculations and measurements on a trumpet (RWTH Aachen University, 2015), https://www.institut3b.physik.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaaoqkul
- R. Jorge. Nonlinear acoustics -- Perturbation theory and Webster's equation (2013), arXiv:1311.4238 [physics.flu-dyn]
- N. H. Crowhurst. Horn Shapes (vias.org, 2010), http://www.vias.org/crowhurstba/crowhurst_basic_audio_vol1_049.html
- Acoustic impedance, intensity and power (physics.unsw.edu.au), http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/sound-impedance-intensity.htm

Background reading

- Acoustic compliance, inertance and impedance (physics.unsw.edu.au), http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/compliance-inertance-impedance.htm
- How does a megaphone amplify sound? (quora.com, 2016), https://www.quora.com/How-does-a-megaphone-amplify-sound
- How do megaphones work? (physics.stackexchange.com), https://physics.stackexchange.com/questions/178023/how-do-megaphones-work
- D. Rudolph. The development of the loudspeaker (radiomuseum.org, 2013), https://www.radiomuseum.org/forumdata/users/133/PDF/Speaker.pdf
- ELI5: How does a horn amplify sound without adding any energy to it? (u/Nizidramaniiyt, reddit.com, 2012), https://www.reddit.com/r/explainlikeimfive/comments/las2b/eli5_how_does_a_horn_amplify_sound_without_adding/
- IYPT 2019 Problem 7 Loud Voices Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Nov 18, 2018), https://youtu.be/0_-m_c7r7no
- How do horn loaded speakers work and sound? (youtube, PS Audio, Mar 3, 2018), https://youtu.be/EfFsDcZxRr4
- Рупор. Почему громко? Принцип работы рупоров (youtube, ensemb, Aug 9, 2017), https://youtu.be/FhvZZeSwrVU
- How a horn amplifies sound (hint: Impedance matching) (youtube, Applied Science, Jan 11, 2015), https://youtu.be/vcSc16tnVqk
- Working of a megaphone | Sound | Physics (youtube, KClassScienceChannel, Jan 20, 2014), https://youtu.be/Ptp-a6MfBYk

Background reading

- Testing the theory - you DO need an exponential Horn ! (youtube, EMGColonel, May 8, 2013), https://youtu.be/TVdrjm1BVP0
- Wikipedia: Horn (acoustic), https://en.wikipedia.org/wiki/Horn_(acoustic)
- Wikipedia: Horn loudspeaker, https://en.wikipedia.org/wiki/Horn_loudspeaker
- Wikipedia: Megaphone, https://en.wikipedia.org/wiki/Megaphone

Problem No. 8 “Sci-Fi sound”

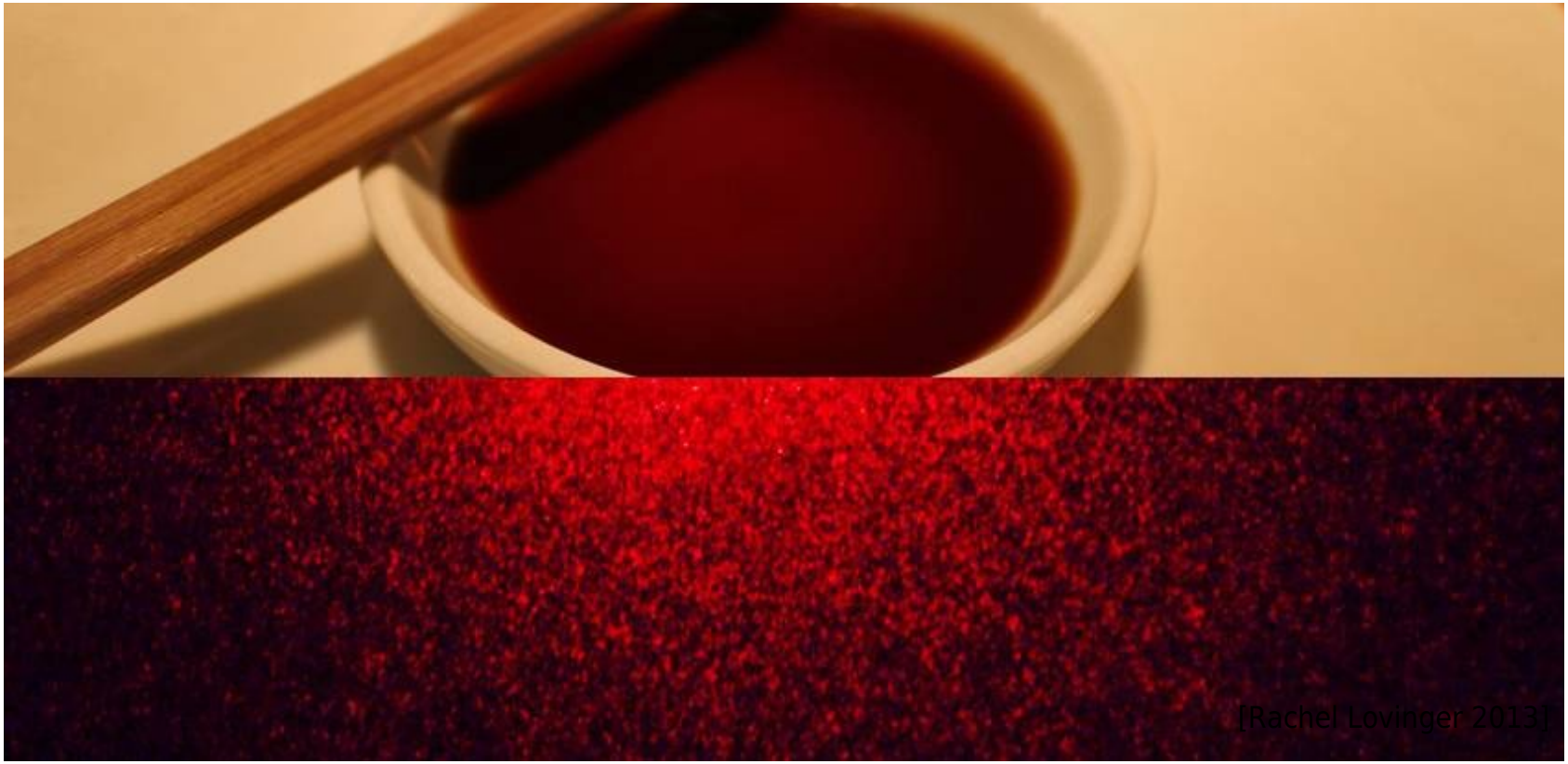
Tapping a helical spring can make a sound like a “laser shot” in a science-fiction movie. Investigate and explain this phenomenon.

Background reading

- C. Rutherford. A fresh look at longitudinal standing waves on a spring. Phys. Teach. 51, 1, 22-24 (2013)
- H. Gamper, J. Parker, and V. Välimäki. Automated calibration of a parametric spring reverb model. Proc. 14th Intl Conf. Digital Audio Effects (2011), pp. 37–44
- S. Bilbao and J. Parker. Perceptual and numerical aspects of spring reverberation modeling. Proc. 20th Intl Symp. Music Acoustics (25-31 Aug 2010, Sydney and Katoomba)
- J. Parker, H. Penttinen, S. Bilbao, and J. S. Abel. Modeling methods for the highly dispersive slinky spring: A novel musical toy. Proc. 13th Intl Conf. Digital Audio Effects (Graz, Sept 6-10, 2010), http://dafx10.iem.at/papers/ParkerPenttinenBilbaoAbel_DAFx10_P80.pdf
- Н. Г. Жданова, И. А. Сергачев, А. С. Сергеев, Р. Ф. Стрюнгис, А. П. Пятаков. Изучение дисперсионных свойств изгибных волн в пружине // Физическое образование в вузах 12, 2, 109-117 (2006)
- J. Lee and D. J. Thompson. Dynamic stiffness formulation, free vibration and wave motion of helical springs. J. Sound Vibration 239, 2, 297-320 (2001)
- F. S. Crawford. Pulse compression: Dechirping of time-reversed slinky whistlers. Am. J. Phys. 59, 11, 1050 (1991)
- F. S. Crawford. Slinky-whistler dispersion relation from "scaling". Am. J. Phys. 58, 10, 916-917 (1990)
- F. S. Crawford. Erratum: "Slinky whistlers" [Am. J. Phys. 55, 130 (1987)]. Am. J. Phys. 55, 10, 952 (1987)
- F. S. Crawford. Slinky whistlers. Am. J. Phys. 55, 2, 130-134 (1987), http://www.wright.edu/~guy.vandegrift/wikifiles/ajp%20slinky%20whistlers%20crawford.pdf

Background reading

- IYPT 2019 Problem 8 Sci-Fi Sound Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Jan 6, 2019), https://youtu.be/29sY-5MNvIQ
- Diseño del sonido del disparo láser de Star Wars (Laser Blaster Sound) (youtube, Martín Monteiro, May 25, 2017), https://youtu.be/D1ogBXiZJs0
- How to create laser sounds with a slinky spring (youtube, Lasec Education, Oct 26, 2016), https://youtu.be/CpZkNWBmKNM
- How To - Make Laser Sound Effects (youtube, PoundSound, Jul 6, 2015), https://youtu.be/XACHZbgcH5M
- How To Make Epic Laser Space Battle Sound Effects With A Slinky Spring (youtube, wonderstruckwow, Jan 30, 2016), https://youtu.be/g2Sa0dRmHgA
- SCI FI VIBRATIONS: How to make sound effects using a slinky cup (youtube, Questacon, May 12, 2015), https://youtu.be/TMaNZMFPRfU
- Star Wars Science - Blaster Sound Effect (youtube, PlanetScienceUK, Nov 7, 2012), https://youtu.be/rajPbk3CJr4
- Audio Project 365 - Day 30: Laser Sound Effects with Slinky and Bottomed Out Water Bottle (youtube, George Kandalaft, Feb 3, 2010), https://youtu.be/SVAd6zxjiow
- Slinkies and Star Wars Sound Effects (youtube, Adam Micolich, Apr 15, 2009), https://youtu.be/aqtqiuSMJqM
- Wikipedia: Acoustic dispersion, https://en.wikipedia.org/wiki/Acoustic_dispersion
- Wikipedia: Slinky, https://en.wikipedia.org/wiki/Slinky



Problem No. 9 “Soy sauce optics”

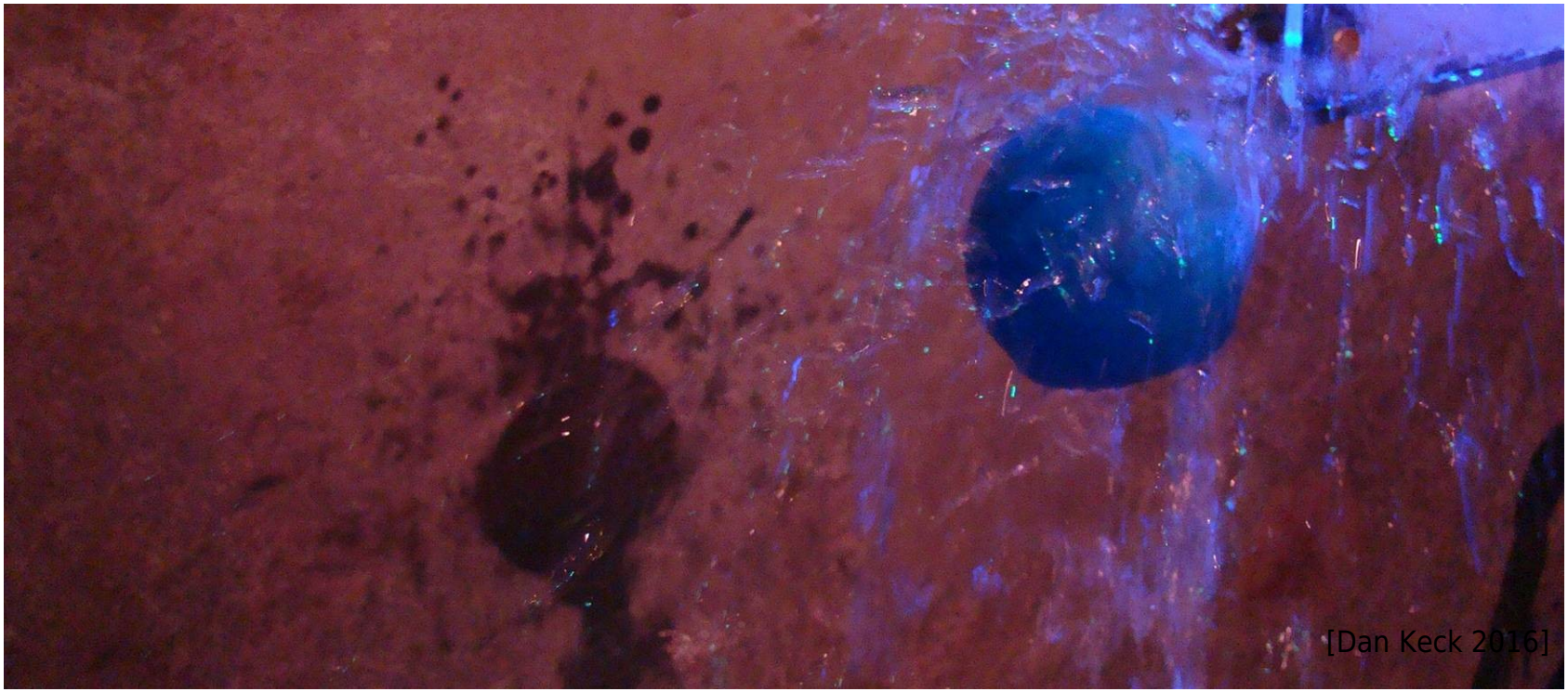
Using a laser beam passing through a thin layer (about 200 µm) of soy sauce the thermal lens effect can be observed. Investigate this phenomenon.

Background reading

- R. d. F. Turchiello, L. A. A. Pereira, and S. L. Gómez. Low-cost nonlinear optics experiment for undergraduate instructional laboratory and lecture demonstration. Am. J. Phys. 85, 7, 522-528 (2017)
- K. Dobek, M. Baranowski, J. Karolczak, D. Komar, K. Kreczmer, and J. Szuniewicz. Thermal lens in a liquid sample with focal length controllable by bulk temperature. Appl. Phys. B 122, 151 (2016)
- F. Tanaka, K. Morita, P. Mallikarjunan, Y.-C. Hung, and G. O. I. Ezeike. Analysis of dielectric properties of soy sauce. J. Food Engin. 71, 1, 92-97 (2005)
- M. S. Baptista. Métodos analíticos ultrasensíveis: lente térmica e técnicas correlatas. Quím. Nova 22, 4, 565-573 (1999), http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421999000400015
- R. D. Snook and R. D. Lowe. Thermal lens spectrometry. A review. Analyst 120, 8, 2051-2068 (1995)
- S. J. Sheldon, L. V. Knight, and J. M. Thorne. Laser-induced thermal lens effect: a new theoretical model. App. Optics 21, 9, 1663-1669 (1982), https://pdfs.semanticscholar.org/ac26/ad507bc2432a136433a53e734bf872e74f42.pdf
- J. P. Gordon, R. C. C. Leite, R. S. Moore, S. P. S. Porto, and J. R. Whinnery. Long-transient effects in lasers with inserted liquid samples. J. Appl. Phys. 36, 1, 3-8 (1965)
- J. P. Gordon, R. C. C. Leite, R. S. Moore, S. P. S. Porto, and J. R. Whinnery. Bull. Am. Phys. Soc. Ser. II, 9, 501 (1964)

Background reading

- Thermal Lens Spectroscopy (photonics.cusat.edu), http://photonics.cusat.edu/Research_Thermal%20lens.html
- Thermal Lensing (rp-photonics.com), https://www.rp-photonics.com/thermal_lensing.html
- Temperature Coefficient of the Refractive Index (schott.com, 2016), https://www.schott.com/d/advanced_optics/3794eded-edd2-461d-aec5-0a1d2dc9c523/1.0/schott_tie-19_temperature_coefficient_of_refractive_index_eng.pdf
- IYPT 2019 Problem 9 Soy Sauce Optics Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Dec 24, 2018), https://youtu.be/-s05hMHNKFM
- Laser thermal lensing (youtube, riff42, Oct 12, 2016), https://youtu.be/WyrTrRpT-Eg
- Boiling Soy Sauce with 445nm Laser (youtube, Scumbag Atheist, May 14, 2013), https://youtu.be/l566aon69yw
- Thermal Lens (youtube, CREOLatUCF, Nov 29, 2012), https://youtu.be/S9TIk65v3EQ
- Wikipedia: Nonlinear optics, https://en.wikipedia.org/wiki/Nonlinear_optics
- Wikipedia: Thermal blooming, https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_blooming



Problem No. 10 “Suspended water wheel”

Carefully place a light object, such as a Styrofoam disk, near the edge of a water jet aiming upwards. Under certain conditions, the object will start to spin while being suspended. Investigate this phenomenon and its stability to external perturbations.

Background reading

- M. Ahmed and M. S. Youssef. Characteristics of mean droplet size produced by spinning disk atomizers. J. Fluids Engin. 134, 7, 071103 (2012)
- T. López-Arias, L. M. Gratton, S. Bon, and S. Oss. "Back of the Spoon" outlook of Coanda effect. Phys. Teach. 47, 8, 508-512 (2009)
- A. Triboix and D. Marchal. Stability analysis of the mechanism of jet attachment to walls. Int. J. Heat Mass Transfer, 45, 2769-2775 (2002)
- A. M. Frank. Discrete modelling of a liquid jet suspending a ball. Russian J. Num. Analys. Math. Modelling 15, 2, 145-162 (2000)
- E. H. Brandt. Levitation in physics. Science 243, 4889, 349–355 (1989)
- B. Fornberg. Steady viscous flow past a sphere at high Reynolds numbers. J. Fluid Mech. 190, 471-489 (1988)
- A. R. Frost. Rotary atomization in the ligament formation mode. J. Agricult. Engin. Res. 26, 1, 63-78 (1981)
- Andrew Liszewski. What Sorcery Keeps This Giant Ball Floating on a Tiny Stream of Water? (gizmodo.com, 2017), https://gizmodo.com/what-sorcery-keeps-this-giant-ball-floating-on-a-tiny-s-1796416838
- Andrew Liszewski. The Physics of How a Water Jet Can Keep a Ball Floating in Mid-Air (gizmodo.com, 2013), https://gizmodo.com/the-physics-of-how-a-water-jet-can-keep-a-ball-floating-1445828275

Background reading

- Can you explain Veritasium's Hydrodynamic levitation or Fluid Juggling ? (VL Srinivas, researchgate.net, 2018), https://www.researchgate.net/post/Can_you_explain_Veritasiums_Hydrodynamic_levitation_or_Fluid_Juggling
- Hydrodynamic Levitation (forums.xkcd.com, 2017), http://forums.xkcd.com/viewtopic.php?t=123045
- Any solutions to Veritasium's hydrodynamic levitation? (physics.stackexchange.com), https://physics.stackexchange.com/questions/356284/any-solutions-to-veritasiums-hydrodynamic-levitation
- D. McLean. Understanding Aerodynamics: Arguing from the Real Physics (John Wiley & Sons, 2012), https://books.google.com/books?id=UE3sxu28R0wC
- IYPT 2019 Problem 10 Suspended Water Wheel Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Sep 30, 2018), https://youtu.be/AtK5-2aDNBw
- IYPT2019 Suspended Water Wheel - Funnel and Ball เด็กฟิสิกส์ (youtube, dekphysics, Sep 22, 2018), https://youtu.be/UQoroY0Wzzw
- Hydrodynamic Levitation Spin Demonstration (youtube, ClassyMelon, Jul 11, 2018), https://youtu.be/_jYoQu3PvIk
- Hydrodynamic levitation. Coanda effect (youtube, Леонид Седов, Jul 3, 2017), https://youtu.be/7lGm3MrjDX0
- In response to: Hydrodynamic Levitation! by Veritasium (youtube, ignacio carrasco, Jun 26, 2017), https://youtu.be/WZ1nvvMfdYc

Background reading

- Hydrodynamic Levitation! (youtube, Veritasium, Jun 26, 2017), https://youtu.be/mNHp8iyyIjo
- Ping Pong Fountain Ball Explained. (youtube, CuriosityShow, Oct 15, 2015), https://youtu.be/ST6hDiUBSJQ
- 240fps Slow Motion: Ball Suspended in Jet of Water (youtube, GUPTist, Aug 11, 2015), https://youtu.be/WZrQy7zKM4Y
- Bernoulli and Coada effects- ball suspended in water (youtube, Sarah Smith, Mar 15, 2015), https://youtu.be/lHjFx2lp_kw
- Ping Pong Ball Suspended on thin water jet (youtube, thesparian, Dec 14, 2014), https://youtu.be/gXfSUqiWQZ4
- Fluid Juggling (youtube, Physics Central, Oct 15, 2013), https://youtu.be/p9_aUQDGDbU
- Фрисби и фонтан (youtube, weakrussia, Apr 16, 2013), https://youtu.be/SJXlEa-ynyQ
- suspended pingpong ball, Bernoulli's Principle (youtube, iflamenko, Oct 18, 2006), https://youtu.be/fgHvC55AKig
- Wikipedia: Bernoulli's principle, https://en.wikipedia.org/wiki/Bernoulli%27s_principle
- Wikipedia: Coandă effect, https://en.wikipedia.org/wiki/Coand%C4%83_effect
- Wikipedia: Kelvin–Helmholtz instability, https://en.wikipedia.org/wiki/Kelvin%E2%80%93Helmholtz_instability
- Wikipedia: Rayleigh–Taylor instability, https://en.wikipedia.org/wiki/Rayleigh%E2%80%93Taylor_instability

Problem No. 11 “Flat self-assembly”

Put a number of identical hard regular-shaped particles in a flat layer on top of a vibrating plate. Depending on the number of particles per unit area, they may or may not form an ordered crystal-like structure. Investigate the phenomenon.

Background reading

- J. A. Anderson, J. Antonaglia, J. A. Millan, M. Engel, and S. C. Glotzer. Shape and symmetry determine two-dimensional melting transitions of hard regular polygons. Phys. Rev. X 7, 021001 (2017), arXiv:1606.00687 [cond-mat.soft]
- A. L. Thorneywork, J. L. Abbott, D. G. A. L. Aarts, and R. P. A. Dullens. Two-dimensional melting of colloidal hard spheres. Phys. Rev. Lett. 118, 158001 (2017)
- C. R. K. Windows-Yule. Do granular systems obey statistical mechanics? A review of recent work assessing the applicability of equilibrium theory to vibrationally excited granular media. Intl J. Modern Phys. B 31, 10, 1742010 (2017)
- T. Trittel, K. Harth, and R. Stannarius. Mechanical excitation of rodlike particles by a vibrating plate. Phys. Rev. E 95, 6, 062904 (2017)
- L. Walsh and N. Menon. Ordering and dynamics of vibrated hard squares. J. Stat. Mech.: Theory and Experiment 8, 083302 (2016), arXiv:1510.00656 [cond-mat.soft]
- X. Sun, Y. Li, Y. Ma & Z. Zhang. Direct observation of melting in a two-dimensional driven granular system. Sci. Reports 6, 24056 (2016)
- S. C. Kapfer and W. Krauth. 2D melting: From liquid-hexatic coexistence to continuous transitions. Phys. Rev. Lett. 114, 035702 (2015), arXiv:1406.7224 [cond-mat.stat-mech]
- J. A. Millan, D. Ortiz, G. van Anders, and S. C. Glotzer. Self-assembly of archimedean tilings with enthalpically and entropically patchy polygons. ACS Nano 8, 3, 2918–2928 (2014)
- M. Saadatmand. A study on vibration-induced particle motion under microgravity (PhD thesis, Univ. Toronto, 2012), https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/32879/1/Saadatmand_Mehrrad_201206_PhD_thesis.pdf

Background reading

- X. C. Jiang, Q. H. Zeng, C. Y. Chen, and A. B. Yu. Self-assembly of particles: some thoughts and comments. J. Mater. Chem. 21, 42, 16797–16805 (2011)
- L. J. Daniels, Y. Park, T. C. Lubensky, and D. J. Durian. Dynamics of gas-fluidized granular rods. Phys. Rev. E 79, 041301 (2009), arXiv:0811.2751 [cond-mat.soft]
- C. A. Kruelle. Physics of granular matter: pattern formation and applications. Rev. Adv. Mater. Sci. 20, 113-124 (2009), http://www.ipme.ru/e-journals/RAMS/no_22009/kruelle.pdf
- X. Z. An, R. Y. Yang, R. P. Zou, and A. B. Yu. Effect of vibration condition and inter-particle frictions on the packing of uniform spheres. Powder Techn. 188, 2, 102-109 (2008)
- M. Ramaioli, L. Pournin, and T. M. Liebling. Vertical ordering of rods under vertical vibration. Phys. Rev. E 76, 021304 (2007), https://lipn.univ-paris13.fr/~pournin/RamaioliPourninLieblingPRE76.pdf
- V. Narayan, N. Menon, and S. Ramaswamy. Nonequilibrium steady states in a vibrated-rod monolayer: tetratic, nematic, and smectic correlations. J. Stat. Mech.: Theory and Experiment P01005 (2006), arXiv:cond-mat/0510082 [cond-mat.soft]
- P. M. Reis, R. A. Ingale, M. D. Shattuck. Crystallization of a quasi-two-dimensional granular fluid. Phys. Rev. Lett. 96, 258001 (2006), arXiv:cond-mat/0603408 [cond-mat.soft]
- J. Galanis, D. Harries, D. L. Sackett, W. Losert, and R. Nossal. Spontaneous patterning of confined granular rods. Phys. Rev. Lett. 96, 028002 (2006), arXiv:cond-mat/0508202 [cond-mat.soft]
- A. B. Yu, X. Z. An, R. P. Zou, R. Y. Yang, and K. Kendall. Self-assembly of particles for densest packing by mechanical vibration. Phys. Rev. Lett. 97, 265501 (2006)

Background reading

- M. P. Ciamarra, A. Coniglio, and M. Nicodemi. Thermodynamics and statistical mechanics of dense granular media. Phys. Rev. Lett. 97, 158001 (2006)
- G. Delaney, D. Weaire, S. Hutzler, and S. Murphy. Random packing of elliptical disks. Phil. Mag. Lett. 85, 2, 89-96 (2005)
- E. Falcon, S. Fauve, and C. Laroche. Experimental study of a granular gas fluidized by vibrations. In: Lecture Notes in Physics (Eds S. Luding and T. Poschel, Granular Gases, Springer, 2000), p.p. 182-191, arXiv:cond-mat/0009172 [cond-mat.stat-mech]
- S. Torquato, T. M. Truskett, and P. G. Debenedetti. Is random close packing of spheres well defined? Phys. Rev. Lett. 84, 2064 (2000)
- J. S. Olafsen and J. S. Urbach. Clustering, order, and collapse in a driven granular monolayer. Phys. Rev. Lett. 81, 4369 (1998), arXiv:cond-mat/9807148 [cond-mat.soft]
- O. Pouliquen, M. Nicolas, and P. D. Weidman. Crystallization of non-Brownian spheres under horizontal shaking. Phys. Rev. Lett. 79, 3640 (1997)
- F. Melo, P. B. Umbanhowar, and H. L. Swinney. Hexagons, kinks, and disorder in oscillated granular layers. Phys. Rev. Lett. 75, 3838 (1995), http://www.uvm.edu/pdodds/files/papers/others/1995/melo1995a.pdf
- J. M. Kosterlitz and D. J. Thouless. Ordering, metastability and phase transitions in two-dimensional systems. J. Phys. C: Solid State Physics 6, 7, 1181–1203 (1973)
- J. D. Bernal and J. Mason. Packing of spheres: co-ordination of randomly packed spheres. Nature 188, 910–911 (1960)

Background reading

- Self-Ordering Particles (IYPT 2019 Problem 11 Flat Self-Assembly) (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Dec 2, 2018), https://youtu.be/MkZvMl0lzv4
- Hexagonal particle self-assembly (youtube, iyptchile, Feb 26, 2016), https://youtu.be/2CX0hxrdaME
- Square particle self-assembly (youtube, iyptchile, Feb 26, 2016), https://youtu.be/sOfz6DeM6qs
- Triagonal particle self-assembly (youtube, iyptchile, Feb 26, 2016), https://youtu.be/4wcq6hVao0A
- Wikipedia: Self-assembly, https://en.wikipedia.org/wiki/Self-assembly
- Wikipedia: Packing problems, https://en.wikipedia.org/wiki/Packing_problems
- Wikipedia: Kosterlitz–Thouless transition, https://en.wikipedia.org/wiki/Kosterlitz%E2%80%93Thouless_transition
- Wikipedia: Circle packing, https://en.wikipedia.org/wiki/Circle_packing
- Wikipedia: Coordination number, https://en.wikipedia.org/wiki/Coordination_number
- Wikipedia: Radial distribution function, https://en.wikipedia.org/wiki/Radial_distribution_function
- Wikipedia: Kepler conjecture, https://en.wikipedia.org/wiki/Kepler_conjecture

Problem No. 12 “Gyroscope teslameter”

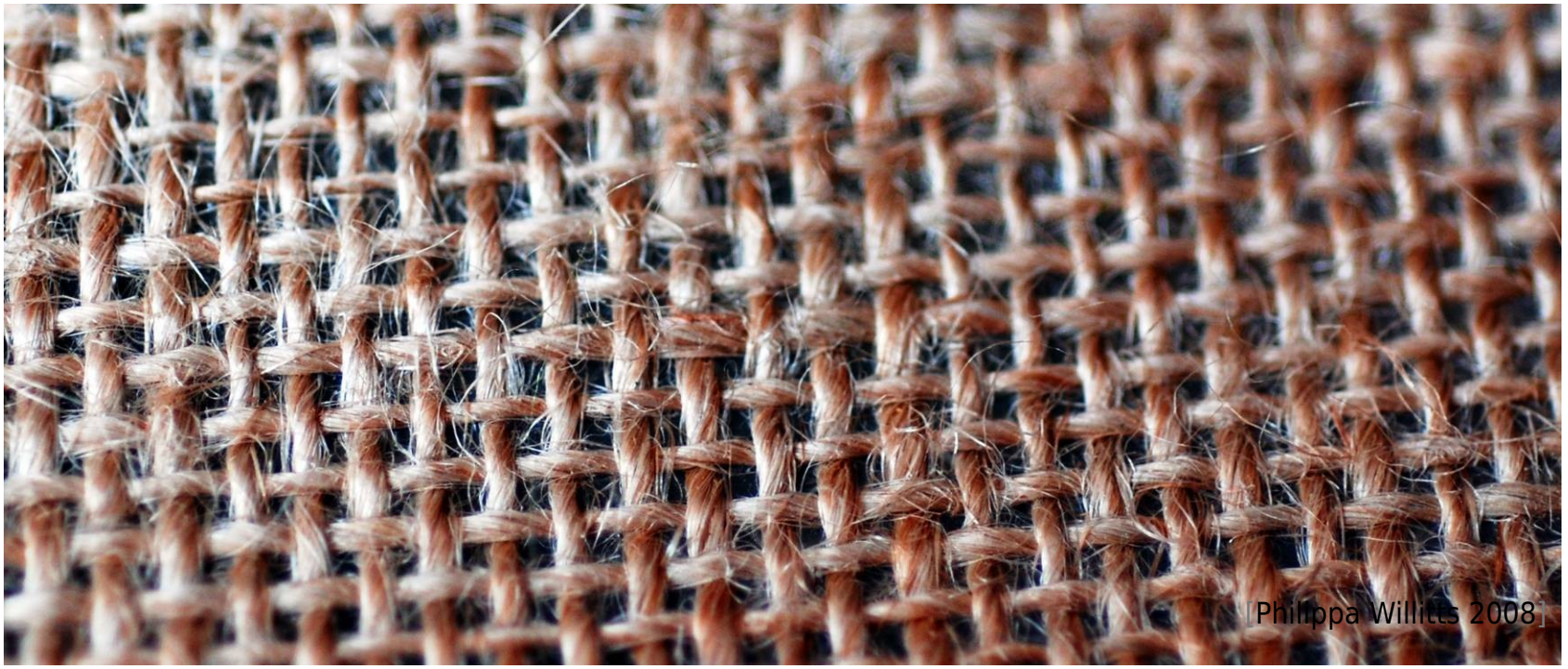
A spinning gyroscope made from a conducting, but nonferromagnetic material slows down when placed in a magnetic field. Investigate how the deceleration depends on relevant parameters.

Background reading

- C. Elbuken, M. B. Khamesee, and M. Yavuz. Eddy current damping for magnetic levitation: downscaling from macro- to micro-levitation. J. Phys. D: Appl. Phys. 39, 3932-3938 (2006)
- Y. Levin, S. L. Da Silveira, and F. B. Rizzato. Electromagnetic braking: A simple quantitative model. Am. J. Phys. 74, 9, 815–817 (2006), http://www.if.ufrgs.br/~levin/Pdfs.dir/AJP000815.pdf
- E. E. Kriezis, T. D. Tsiboukis, S. M. Panas, and J. A. Tegopoulos. Eddy currents: theory and applications. Proc. IEEE, 80, 10, 1559-1589 (1992)
- M. A. Heald. Magnetic braking: Improved theory. Am. J. Phys. 56, 6, 521–522 (1988)
- H. D. Wiederick, N. Gauthier, D. A. Campbell, and P. Rochan. Magnetic braking: Simple theory and experiment. Am. J. Phys. 55, 6, 500–503 (1987), https://www.physics.byu.edu/faculty/berrondo/su442/eddy%20currents.pdf
- A. A. Rodriguez and A. Valli. Eddy Current Approximation of Maxwell Equations: Theory, Algorithms and Applications (Springer, 2010), http://books.google.com/books?id=qcq2bubYY4sC
- G. Birnbaum and G. Free. Eddy-Current Characterization of Materials and Structures: A symposium (Am. Soc. for Testing and Materials, 1981), http://books.google.com/books?id=Xm7QUkm_E9QC
- J. M. B. Kroot. Analysis of Eddy Currents in a Gradient Coil (Technische Universiteit Eindhoven, 2005), http://alexandria.tue.nl/extra2/200511789.pdf
- How to Make a Gyroscope Teslameter (IYPT 2019 Problem 12 Demonstration) (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Jan 1, 2019), https://youtu.be/qzs9erh_xq4

Background reading

- Must-See Video! *SECRETS OF MAGNETISM* Never Seen Before* Torus-Hyperboloid (youtube, Theoria Apophasis, Jan 11, 2016), https://youtu.be/whoylwf-i0A
- VIDEO 111 UNCOVERING SECRETS OF MAGNETISM. Magnet / Gyroscope MYSTERY! Solve this unseen video (youtbe, Theoria Apophasis, Jan 30, 2015), https://youtu.be/1ZeCIejT2NY
- Eddy Current Brake (youtube, ibphysicshelp, Oct 22, 2011), https://youtu.be/SK0EdikjC24
- Magnet Gyroscop (youtube, gilbondfac, Jun 13, 2007), https://youtu.be/9Eiz6ownsR0
- Wikipedia: Eddy current testing, http://en.wikipedia.org/wiki/Eddy-current_testing
- Wikipedia: Eddy current brake, https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy_current_brake
- Wikipedia: Eddy current, https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy_current
- Wikipedia: Angular momentum, https://en.wikipedia.org/wiki/Angular_momentum



Problem No. 13 “Moiré thread counter”

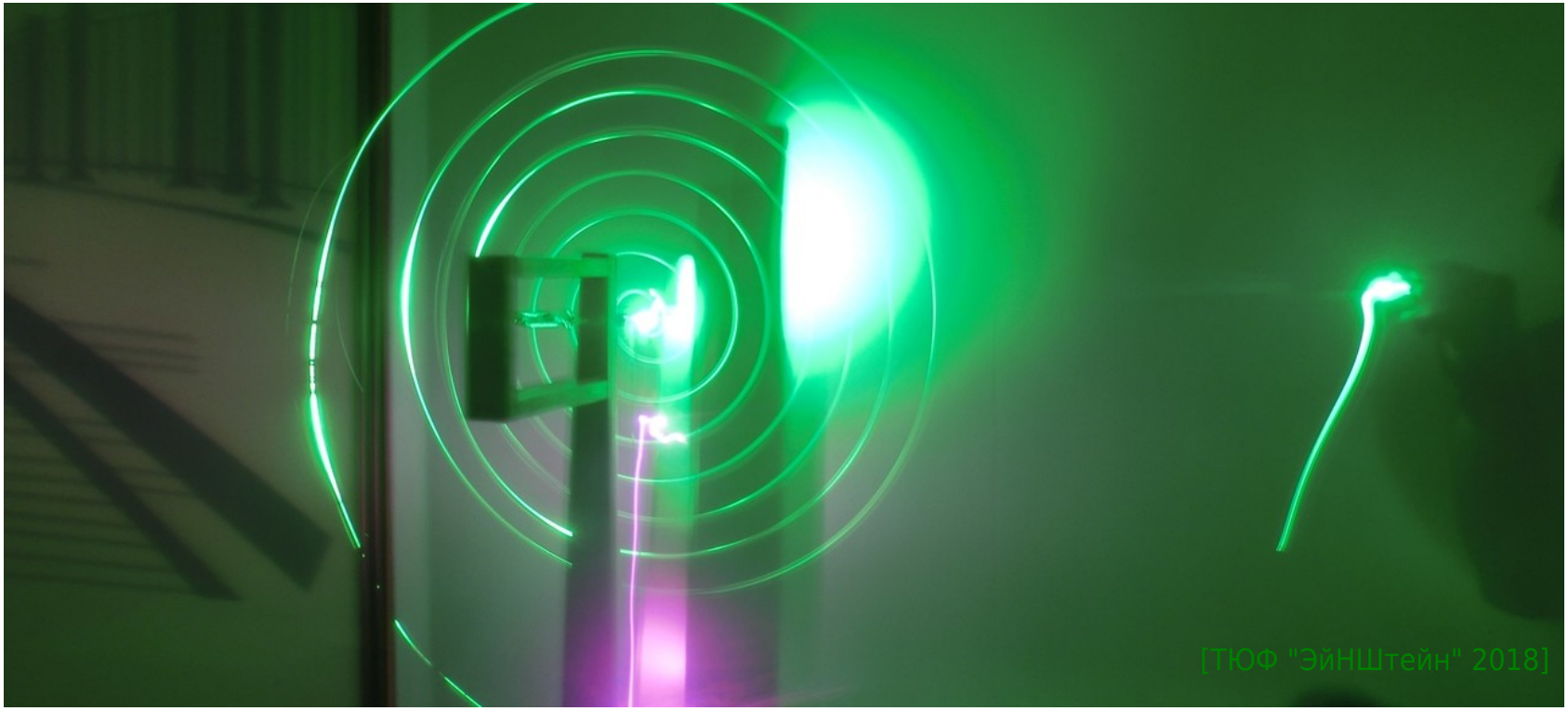
When a pattern of closely spaced non-intersecting lines (with transparent gaps in between) is overlaid on a piece of woven fabric, characteristic moiré fringes may be observed. Design an overlay that allows you to measure the thread count of the fabric. Determine the accuracy for simple fabrics (e.g. linen) and investigate if the method is reliable for more complex fabrics (e.g. denim or Oxford cloth).

Background reading

- G. Reich. A moiré pattern-based thread counter. Phys. Teach. 55, 7, 426-430 (2017)
- H. Kamal, R. Voelkel, and J. Alda. Properties of moiré magnifiers. Optical Eng. 37, 11, 3007-3014 (1998), https://www.suss-microoptics.com/suss-microoptics/technical-publications/Moire_Magnifiers.pdf
- Rayleigh. On the manufacture and theory of diffraction-gratings. Phil. Mag. S. 4, 47, 310, 81-93 and 193-205 (1874)
- I. Amidror. The Theory of the Moiré Phenomenon: Volume I: Periodic Layers (Springer Science, 2009), https://books.google.com/books?id=8H7pLEH_NbEC
- Emin Gabrielyan. The basics of line moiré patterns and optical speedup (docs.switzernet.com, 2007), https://docs.switzernet.com/people/emin-gabrielyan/070306-optical-speedup/
- The moiré demonstration kit: A guided tour through the fascinating world of moiré effects (lspwww.epfl.ch, 2010), https://lspwww.epfl.ch/publications/books/moire/kit1.html
- The Moiré Principle and its Practical Application in Textile Testing (lunometer.de), http://www.lunometer.de/tech-e.htm
- Lunometer: What is is (lunometer.com), http://www.lunometer.com/what.html
- K. Creath and J. C. Wyant. Moiré and Fringe Projection Techniques. In: Optical Shop Testing (Ed. D. Malacara, John Wiley & Sons, 1992), http://www.u.arizona.edu/~kcreath/pdf/pubs/1992_KC_JCW_OptShopTest_c16_Moire.pdf, https://pdfs.semanticscholar.org/c0ba/2ea38e20f5d6066e2193055bbc68677c700c.pdf
- DIY Moire Thread Counter (IYPT 2019 Problem 13 Demonstration) (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Nov 25, 2018), https://youtu.be/BKplmXA0fvg

Background reading

- Thread Counting (youtube, Gwendolyn Hustvedt, Mar 27, 2017), https://youtu.be/VH7zi3EJgdA
- Moire pattern effect (youtube, pocket83², Dec 19, 2015), https://youtu.be/QZYpEMp87Xo
- textile densimeter (youtube, 청목 , Jul 11, 2011), https://youtu.be/ZW2p36QzXro
- Wikipedia: Line moiré, https://en.wikipedia.org/wiki/Line_moir%C3%A9
- Wikipedia: Moiré pattern, https://en.wikipedia.org/wiki/Moir%C3%A9_pattern



Problem No. 14 “Looping pendulum”

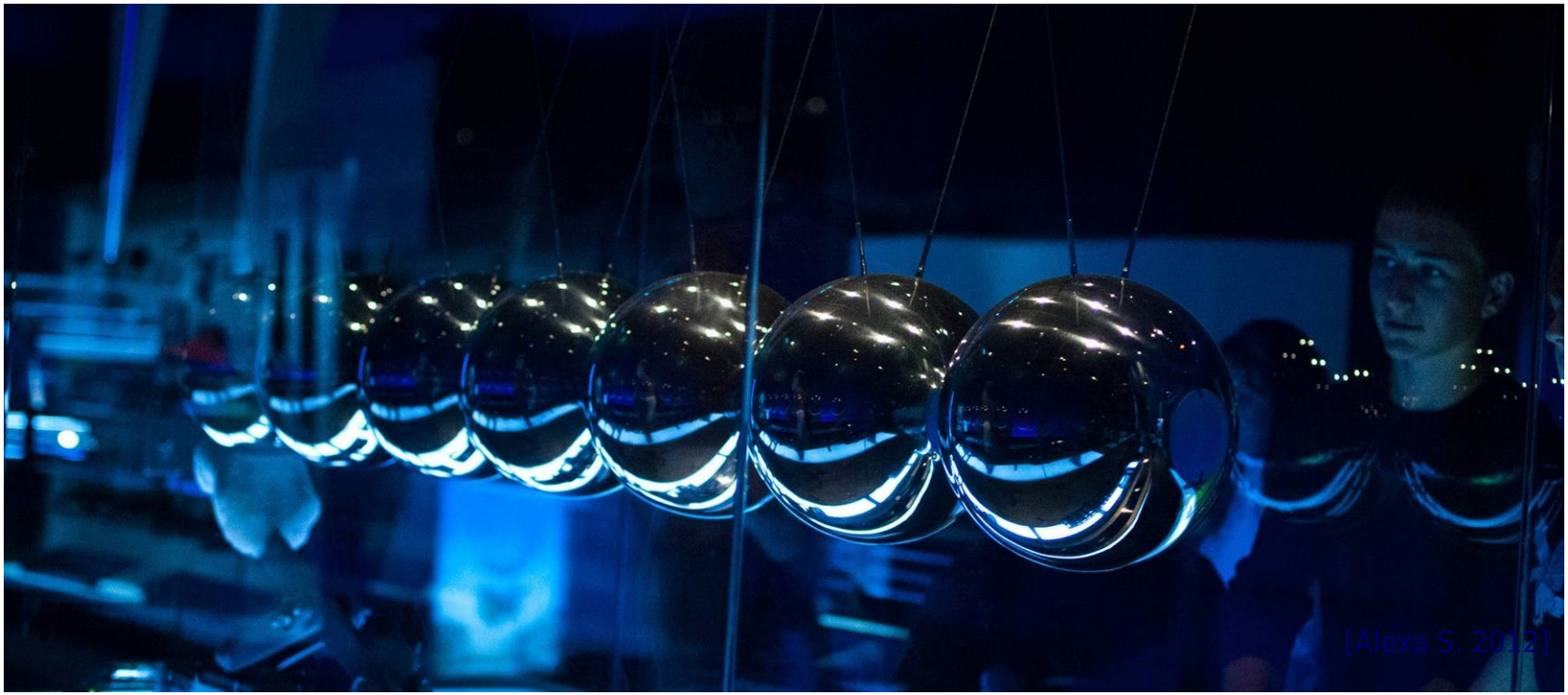
Connect two loads, one heavy and one light, with a string over a horizontal rod and lift up the heavy load by pulling down the light one. Release the light load and it will sweep around the rod, keeping the heavy load from falling to the ground. Investigate this phenomenon.

Background reading

- A. V. Zvyagin and L. V. Nikitin. Statics and dynamics of a flexible elastic thread wound on a reel. Mech. Solids 45, 6, 885-891 (2010)Ivan Ilin. Петлевой маятник - численное моделирование. ТЮФ Looping pendulum (ilinblog.ru, 20-09-2018), http://ilinblog.ru/article.php?id_article=44
- Rope Friction Around Pole (harvard.edu), https://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/presentations/rope-friction-around-pole
- The Unbelievable Pendulum Catch – SICK Science! (stevespanglerscience.com), https://www.stevespanglerscience.com/lab/experiments/magic-pendulum/
- E. Bridi and L. Conta. Looping pendulum (istitutotrento5.it, 2016), https://www.istitutotrento5.it/images/test/bre_15_16_looping_pendulum_2_bil.pdf
- IYPT 2019 Problem 14 Looping Pendulum Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Sep 23, 2018), https://youtu.be/h2UmGShOwbQ
- Looping Pendulum - computer simulation. IYPT 2019 #14 (youtube, ilinblog, Aug 30, 2018), https://youtu.be/zVLn3sfXyRA
- Looping Pendulum (youtube, Scoop Science, Dec 16, 2016), https://youtu.be/MUwEFHs2vFc
- Looping Pendulum (youtube, Erik Lavoie, Mar 30, 2016), https://youtu.be/ZyhHidThQR8
- Toy Physics - Looping Pendulum /// Homemade Science with Bruce Yeany (youtube, Bruce Yeany, Jan 1, 2015), https://youtu.be/SXQ9VaYm3yQ
- Coffee Cup Pendulum - Cool Science Experiment (youtube, SpanglerScienceTV, Aug 10, 2011), https://youtu.be/XSFXzL4vCPg

Background reading

- Pendulum Catch - Sick Science! #013 (youtube, Sick Science!, Dec 15, 2010), https://youtu.be/vOULoL_BAE4
- Wikipedia: Centripetal force, https://en.wikipedia.org/wiki/Centripetal_force
- Wikipedia: Capstan equation, https://en.wikipedia.org/wiki/Capstan_equation
- Wikipedia: Meteor hammer, https://en.wikipedia.org/wiki/Meteor_hammer



Problem No. 15 “Newton’s cradle”

The oscillations of a Newton's cradle will gradually decay until the spheres come to rest. Investigate how the rate of decay of a Newton's cradle depends on relevant parameters such as the number, material, and alignment of the spheres.

Background reading

- G. James. Nonlinear waves in Newton's cradle and the discrete p-Schroedinger equation. Math. Models Methods in App. Sci. 21, 11, 2335-2377 (2011), arXiv:1008.1153 [nlin.PS]
- C. M. Donahue, C. M. Hrenya, A. P. Zelinskaya, and K. J. Nakagawa. Newton's cradle undone: Experiments and collision models for the normal collision of three solid spheres. Phys. Fluids 20, 113301 (2008)
- R. Hessel, A. C. Perinotto, R. A. M. Alfaro, and A. A. Freschi. Force-versus-time curves during collisions between two identical steel balls. Am. J. Phys. 74, 3, 176-179 (2006)
- S. Hutzler, G. Delaney, D. Weaire, and F. MacLeod. Rocking Newton's cradle. Am. J. Phys. 72, 12, 1508-1516 (2004), https://www.maths.tcd.ie/~garyd/Publications/Delaney_2004_AmJPhys_Rocking_Newtons_Cradle.pdf
- V. Ceanga and Y. Hrmuzlu. A new look at an old problem: Newton's cradle. J. App. Math. 68, 575–583 (2001)
- E. J. Hinch and S. Saint-Jean. The fragmentation of a line of balls by an impact. Proc. R. Soc. London Ser. A 455, 3201–3220 (1999)
- D. R. Lovett, K. M. Moulding, and S. Anketell-Jones. Collisions between elastic bodies: Newton's cradle. Eur. J. Phys. 9, 4, 323-328 (1998), http://www-astro.physics.ox.ac.uk/~ghassan/newton_cradle_2.pdf
- M. Reinsch. Dispersion-free linear chains. Am. J. Phys. 62, 3, 271–278 (1994)
- F. Hermann and M. Seitz. How does the ball-chain work? Am. J. Phys. 50, 11, 977–981 (1982), https://www.oebv.at/system/files/celum/376997_Ball-chain_part2.pdf

Background reading

- F. Herrmann and P. Schmälzle. Simple explanation of a well-known collision experiment. Am. J. Phys. 49, 8, 761–764 (1981), http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/publication/ajp/Ball-chain_part1.pdf
- S. Chapman. Misconception concerning the dynamics of the impact ball apparatus. Am. J. Phys. 28, 8, 705-711 (1960)
- S. Chapman. Some interesting aspects of the collision ball apparatus. Am. J. Phys. 9, 6, 357-360 (1941)
- Donald Simanek. Newton's Cradle (lockhaven.edu, 2017), http://www.lockhaven.edu/~dsimanek/scenario/cradle.htm, http://faraday.physics.uiowa.edu/images/1n30.10%20-%20Newton%27s%20Cradle.pdf
- Energy Dissipation in a Physics Toy (drorzel, scienceblogs.com, 2015), https://scienceblogs.com/principles/2015/11/05/energy-dissipation-in-a-physics-toy
- Joel Teune. Newton's Cradle (phys.uaf.edu, 2011), http://ffden-2.phys.uaf.edu/212_spring2011.web.dir/Joel_Teune/index.html
- IYPT 2019 Problem 15 Newton's Cradle Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Oct 20, 2018), https://youtu.be/7Gc1f0qRDhA
- Amazing Demonstration Of A Giant Newton's Cradle! (youtube, brusspup, Dec 20, 2017), https://youtu.be/8dgyPRA86K0
- Wikipedia: Newton's cradle, https://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_cradle
- Wikipedia: Inelastic collision, https://en.wikipedia.org/wiki/Inelastic_collision

Problem No. 16 “Sinking bubbles”

When a container of liquid (e.g. water) oscillates vertically, it is possible that bubbles in the liquid move downwards instead of rising. Investigate this phenomenon.

Background reading

- V. S. Sorokin, I. I. Blekhman, and V. B. Vasilkov. Motion of a gas bubble in fluid under vibration. Nonlinear Dyn. 67, 1, 147–158 (2012)
- I. I. Blekhman, L. I. Blekhman, V. S. Sorokin, V. B. Vasilkov, and K. S. Yakimova. Surface and volumetric effects in a fluid subjected to high-frequency vibration. Proc. Inst. Mech. Engineers Part C: J. Mech. Engin. Sci. 226, 8, 2028-2043 (2012)
- I. I. Blekhman, L. I. Blekhman, L. A. Vaisberg, V. B. Vasil'kov, and K. S. Yakimova. "Anomalous" phenomena in fluid under the action of vibration. Doklady Physics 53, 10, 520-524 (2008)
- F. Zoueshtiagh, H. Caps, M. Legendre, N. Vandewalle, P. Petitjeans, and P. Kurowski. Air bubbles under vertical vibrations. Eur. Phys. J. E 20, 3, 317-325 (2006)
- D. D. Kana and W.-H. Chu. Bubble dynamics in vibrated liquids under normal and simulated low gravity environments (NASA report, 1967), https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19670021172.pdf
- D. D. Kana and F. T. Dodge. Bubble behavior in liquids contained in vertically vibrated tanks. J. Spacecraft 3, 5, 760-767 (1966)
- H. H. Bleich. Effect of vibrations on the motion of small gas bubbles in a liquid. J. Jet Propulsion 26, 11, 958-964 (1956)
- C. Gentry, J. Greenberg, X. R. Wang, and N. Kearns. Sinking bubble in vibrating tanks (Univ. of Arizona), https://www.math.arizona.edu/~gabitov/teaching/131/math_485_585/Midterm_Reports/Sinking_Bubbles.pdf
- C. Gentry, J. Greenberg, N. Kearns, and X. R. Wang. Sinking bubbles in an oscillating fluid (Univ. of Arizona), https://www.math.arizona.edu/~gabitov/teaching/131/math_485_585/Midterm_Presentations/bubble_midterm.pdf

Background reading

- J. Wymer, J. Henzerling, A. Kilgallon, M. McIntire, and M. Ghallab. Bubble dynamics in a vibrating liquid (Univ. of Arizona), https://www.math.arizona.edu/~gabitov/teaching/141/math_485/Midterm_Presentations/Sinking_Bubbles.pdf
- J. Wymer, M. McIntire, M. Ghallup, J. Henzerling, A. Kilgallon. Sinking bubbles in an oscillating liquid (Univ. of Arizona), https://www.math.arizona.edu/~gabitov/teaching/141/math_485/Midterm_Reports/Sinking%20bubbles_midterm_report.pdf
- J. Wymer, M. McIntire, M. Ghallab, J. Henzerling, and A. Kilgallon. Sinking bubbles in an oscillating liquid (Univ. of Arizona, 2014), https://www.math.arizona.edu/~gabitov/teaching/141/math_485/Final_Report/Bubble_Dynamics_Final_Report.pdf
- A. H. Techet and B. P. Epps. 2.016 Hydrodynamics: 0.1 Derivation of Added Mass around a Sphere (MIT handouts), http://web.mit.edu/2.016/www/handouts/Added_Mass_Derivation_050916.pdf
- IYPT 2019 Problem 16 Sinking Bubbles Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Nov 3, 2018), https://youtu.be/zaC3ezOlqJs
- Chaotic Sinking Bubbles at 80 Hz (youtube, James Wymer, May 4, 2015), https://youtu.be/Ekq7fWcDNnE
- Sinking Bubbles at 430 Hz (youtube, James Wymer, Apr 17, 2015), https://youtu.be/mzVlCLnwLfs
- Wikipedia: Buoyancy, https://en.wikipedia.org/wiki/Buoyancy
- Wikipedia: Drag (physics), https://en.wikipedia.org/wiki/Drag_(physics)
- Wikipedia: Added mass, https://en.wikipedia.org/wiki/Added_mass

Problem No. 17 “Popsicle chain reaction”

Wooden popsicle sticks can be joined together by slightly bending each of them so that they interlock in a so-called “cobra weave” chain. When such a chain has one of its ends released, the sticks rapidly dislodge, and a wave front travels along the chain. Investigate the phenomenon.

Background reading

- J. Sautel, A. Bourges, A. Caussarieu, N. Plihon, and N. Taberlet. The physics of a popsicle stick bomb. Am. J. Phys. 85, 10, 783-790 (2017)
- J.-P. Boucher, C. Clanet, D. Quéré, and F. Chevy. Popsicle-stick cobra wave. Phys. Rev. Lett. 119, 084301 (2017)
- A. Papastathopoulos-Katsaros and S. Sardelis. A physical model for the popsicle stick cobra. Emergent Scientist 1, 3 (2017)
- Cobra Weave Exploding Stick Bomb (sherrycayheyhey, instructables.com), https://www.instructables.com/id/Cobra-Weave-Exploding-Stick-Bomb/
- Определение модуля Юнга из изгиба (ТПУ, 2007), http://www.physchem.msu.ru/assets/prak_mech_8.pdf
- IYPT 2019 Problem 17 Popsicle Chain Reaction Demonstration (youtube, Canadian Young Physicists' Tournament, Sep 15, 2018), https://youtu.be/VsoKpRWnqK8
- How to make 3 popsicle stick chain reactions (youtube, Алексей Якушечкин, Jul 12, 2016), https://youtu.be/xeR-gbIPJrI
- Cobra wave (youtube, Fatal Gamers, Feb 13, 2016), https://youtu.be/hMUTK_2C1Dg
- Cobra Weave Popsicle Stick Chain Reaction (youtube, Kyle Webb, Jul 25, 2015), https://youtu.be/T5vYrxC5kmg
- Stick Bomb 18,169 sticks (youtube, TheDominoKing, Mar 3, 2015), https://youtu.be/GtnZc1dujgg
- Simple chain stick reaction tutorial (youtube, Captain Starlight, Nov 15, 2014), https://youtu.be/lX6kkuuMaQw

Background reading

- Popsicle Stick Chain Reaction Tutorial (youtube, HooplaKidzLab, Apr 7, 2014), https://youtu.be/F0jQgGz7GfY
- August 3, 2013 Stick Bomb Tutorial (youtube, Larom Lancaster, Aug 5, 2013), https://youtu.be/vyFDGczUdQQ
- How-To Make a Cobra Weave Stick Bomb out of Popsicle Sticks (youtube, CobraWeaves, May 21, 2013), https://youtu.be/gIwZ9d361A8
- The Kinetic King Detonates a Guinness World-Record Stick Bomb -- 2250 Sticks! (youtube, Kinetic King, Nov 17, 2009), https://youtu.be/jiWxU3jXOFc
- Wikipedia: Linear elasticity, https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_elasticity
- Wikipedia: Euler–Bernoulli beam theory, https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%E2%80%93Bernoulli_beam_theory
- Wikipedia: Young's modulus, https://en.wikipedia.org/wiki/Young%27s_modulus

Find all the differences you can!

IYPT 1989, Team Netherlands

IYPT 2016, Team United Kingdom

Important information

- The basic goal of this Kit is not in providing students with a start-to-finish manual or in limiting their creativity, but in encouraging them to
  - regard their work critically,
  - look deeper,
  - have a better background knowledge,
  - be skeptical in embedding their projects into the standards of professional research,
  - and, as of a first priority, be attentive in not “re-inventing the wheel”
- An early exposure to the culture of scientific citations, and developing a responsible attitude toward making own work truly novel and original, is assumed to be a helpful learning experience in developing necessary standards and attitudes
- Good examples are known when the Kit has been used as a concise supporting material for jurors and the external community; the benefits were in having the common knowledge structured and better visible
- Even if linked from iypt.org, this file is not an official, binding release of the IYPT, and should under no circumstances be considered as a collection of authoritative “musts” or “instructions” for whatever competition
- Serious conclusions will be drawn, up to discontinuing the project in its current form, if systematic misuse of the Kit is detected, such as explicit failure of citing properly, replacing own research with a compilation, or interpreting the Kit itself as a binding “user guide”
- All suggestions, feedback, and criticism about the Kit are warmly appreciated :-)

Habits and customs

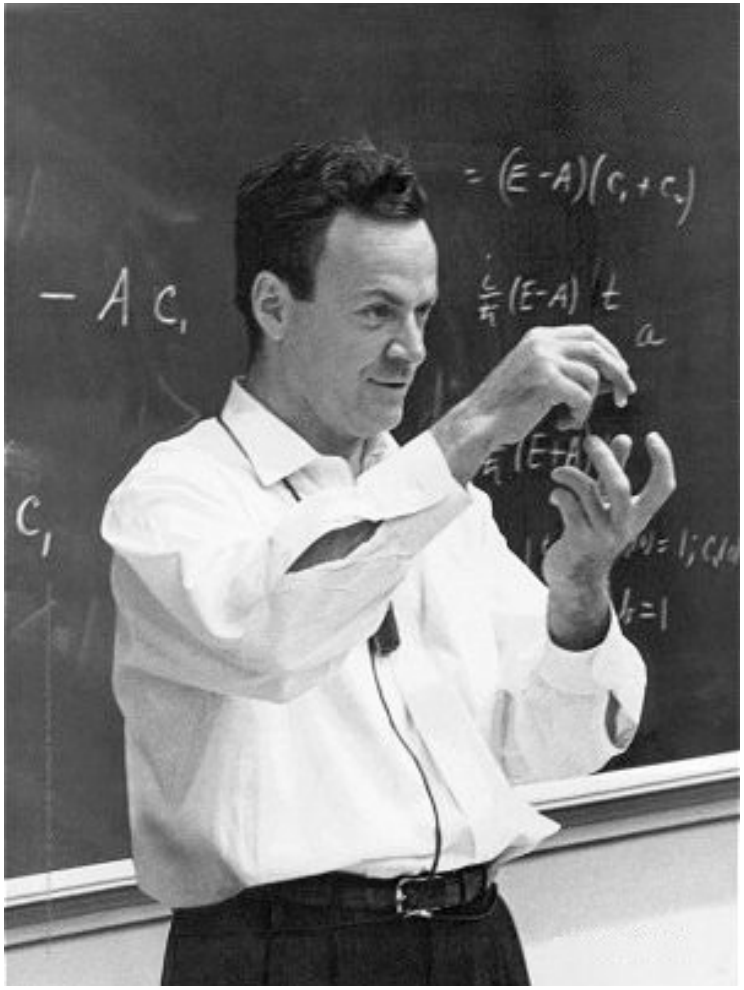
- Originality and independence of your work is always considered as of a first priority
- There is no “correct answer” to any of the IYPT problems
- Having a deep background knowledge about earlier work is a must
- Taking ideas without citing is a serious misconduct
- Critically distinguishing between personal contribution and common knowledge is likely to be appreciated
- Reading more in a non-native language may be very helpful
- Local libraries and institutions can always help in getting access to paid articles in journals, books, and databases
- The IYPT is not about reinventing the wheel, or innovating, creating, discovering, and being able to contrast own work with earlier knowledge and the achievements of others?
- Is IYPT all about competing, or about developing professional personal standards?

Requirements for a successful IYPT report

- Novel research, not a survey or a compilation of known facts
- Balance between experimental investigation and theoretical analysis
- Comprehensible, logical and interesting presentation, not a detailed description of everything-you-have-performed-and-thought-about
- Clear understanding of the validity of your experiments, and how exactly you analyzed the obtained data
- Clear understanding of what physical model is used, and why it is considered appropriate
- Clear understanding of what your theory relies upon, and in what limits it may be applied
- Comparison of your theory with your experiments
- Clear conclusions and clear answers to the raised questions, especially those in the task
- Clear understanding of what is your novel contribution, in comparison to previous studies
- Solid knowledge of relevant physics
- Proofread nice-looking slides
- An unexpected trick, such as a demonstration *in situ*, will always be a plus

Feynman: to be self-confident?

- “I’ve very often made mistakes in my physics by thinking the theory isn’t as good as it really is, thinking that there are lots of complications that are going to spoil it
- — an attitude that anything can happen, in spite of what you’re pretty sure should happen.”



R. P. Feynman. Surely You’re Joking, Mr. Feynman (Norton, New York, NY, 1985)

International Young Naturalists' Tournament

Pre-register a team!

HOME | ABOUT IYNT | GENERAL COUNCIL | FOUNDATION | MINSK 2019 | CONTACT

About the IYNT

Check the breathtaking problems!

Introduction

The IYNT is an inclusive educational network and a prestigious international competition. The IYNT is focused on student participants aged 12 through 16, the

Short links

- PROBLEMS 2019
- IYNT REGULATIONS
- PRE-REGISTRATION 2019

What is a Naturalist?

In their *Treatise on Natural Philosophy* (1867), Lord Kelvin and Tait give the definitions of matter

Preparation to 32nd IYPT' 2019: references, questions and advices

Photos by Alexey Cheremisin used on the cover with kind permission

Ilya Martchenko, [1] * Hossein Salari, [2]
Łukasz Gładczuk, [3] and Klim Sladkov [4]

[1] Foundation for Youth Tournaments;
[2] Institute for Research in Fundamental Sciences;
[3] University of Oxford; [4] Moscow State University

August 2, 2018…March 8, 2019

* to whom correspondence should be addressed
ilya.martchenko@iypt.org http://ilyam.org

Follow @iypt and @iyptarchive on Twitter!
iypt

مسائل IYPT2020

۱- خودتان اختراع کنید

وسیله ای بسازید که با اثر گرمایی بتوانیم جریان را اندازه گیری کنیم. دقت و محدودیت های این روش را تعیین کنید.

۲- بطری غیر قابل مشاهد

یک شمع روشن را در پشت یک بطری قرار دهید. اگر ازطرف دیگر بطری به آن بدمید، شعله شمع به سمتی می رود مانند زمانی که بطری نباشد. این پدیده را شرح دهید.

https://youtu.be/BXe79eO5Ch8

۳- لوله صوتی چرخان

لوله صوتی یک اسباب بازی است که موجدار است که با چرخش آن می توانید صدا تولید کنید. مشخصات صداهای تولید شده با این اسباب بازی و پارامترهای موثر را مطالعه کنید.

The Twirling Sound Hose
https://www.stevespanglerscience.com/lab/experiments/sound-hose/

۴-فریت آواز خوان

یک میله فریت را درون یک سولنوئید که به یک سیگنال ژنراتور وصل است ، قرار دهید. در بعضی از فرکانس ها، میله شروع به تولید صدا می کند. این پدیده را بررسی کنید.

۵- سراب شیرین

Fata Morganaنام یک نوع پدیده سراب است. اثری مشابه این پدیده با تاباندن لیزر به یک مایع با گرادیان ضریب شکست مشاهده می شود. این پدیده را بررسی کنید.

https://mysticsciences.com/2016/09/29/fata-morgana-a-superior-mirage/

۶- کاسه ساکسون

یک کاسه با یک سوراخ در وسط آن وقتی در آب قرارداده شود غرق می شود. ساکسون ها از این ظروف برای تنظیم وقت استفاده می کردند. پارامترهای تعیین زمان غرق شدن را بررسی کنید.

https://eric.ed.gov/?id=EJ600153
https://en.wikipedia.org/wiki/Water_clock
Experiment with Saxon Bowl
aapt.scitation.org
physics.stackexchange.com

۷- توپ های روی نخ

نخی را از درون یک توپ سوراخدار عبور دهید به طوری که توپ بتواند آزادانه در طول نخ حرکت کند. توپ دیگری را در انتهای نخ وصل کنید. وقتی که انتهای آزاد نخ را به طور متناوب حرکت می دهید، حرکات پیچیده دو توپ را مشاهده خواهید کرد. پدیده را بررسی کنید.

۸-فیلتر غشای صابون

یک ذره سنگین بر روی یک لایه نازک صابون افقی سقوط می کند بدون اینکه گسستگی در آن ایجاد کند. با این حال، یک ذره سبک ممکن است به فیلم نفوذ نکند و ممکن است روی سطح آن باقی بماند. خواص چنین فیلتر غشایی را بررسی کنید.

۹-لویتیت مغناطیسی

در شرایط خاص، میله یک همزن مغناطیسی می تواند در طول همزدن در یک مایع ویسکوز به سمت بالا بیاید و به صورت مداوم و پایدار لویتیت کند. منشاء پایداری دینامیکی میله را بررسی کنید و چگونه به پارامترهای مرتبط وابسته می باشد.

https://www.youtube.com/watch?v=3ZJQaQazFqw
https://youtu.be/fzzV75aMM1c
https://www.youtube.com/watch?v=fzzV75aMM1c
https://www.insidescience.org/news/magnetic-flea-spins-and-hovers

۱۰- خطوط هادی

یک خط کشیده شده با یک مداد روی کاغذ می تواند هادی الکتریکی باشد. ویژگی های خط هادی را بررسی کنید.

۱۱- جمع شدن لکه های کوچک

یک پرتو لیزر را روی یک سطح تاریک بتابانید. یک طرح دانه ای در داخل سطح دیده می شود. هنگامی که این طرح توسط یک دوربین یا چشم که به آرامی حرکت می کند مشاهده می شود، ، به نظر می رسد که الگو نسبت به سطح جریان آهسته دارد. پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید که چگونه این جریان به پارامترهای مربوطه بستگی دارد.

en.wikipedia.org

۱۲-گرداب چند ضلعی

قسمتی از یک مخزن استوانه ای ثابت حاوی یک صفحه چرخشی در نزدیکی کف آن، با مایع پر می شود. در شرایط خاص، شکل سطح مایع شبیه چند ضلعی است. این پدیده را توضیح دهید و وابستگی به پارامترهای مرتبط را بررسی کنید.

Vertex_(geometry)
https://www.youtube.com/watch?v=ZGUsPUrOB0E

۱۳-نوسانگر اصطکاکی

یک جسم بزرگ بر روی دو استوانه افقی موازی قرار داده می شود. دو استوانه هر یک با یک سرعت زاویه ای اما در جهت مخالف می چرخند. بررسی کنید حرکت جسمی که در روی دو استوانه است چگونه به پارامترهای مربوطه بستگی دارد.

https://youtu.be/46lk2FXzwT8

۱۴-برج افتاده

دیسک های یکسان بر روی یکدیگر قرار می گیرند تا برج ساده ای را بسازند. دیسک پایین را می توان با اعمال نیروی ناگهانی افقی برداشت به طوری که بقیه برج بر روی سطح فرود می آیند به طوری که برج همچنان ایستاده است. این پدیده را بررسی کنید و شرایطی را تعیین کنید که به برج اجازه می دهد ایستاده باقی بماند.

۱۵- ظرف فلفل

اگر یک ظرف نمک یا فلفل را بردارید و فقط آن را تکان دهید، محتویات آن نسبتا آهسته به بیرون ریخته می شود. با این حال، اگر چیزی در زیر ظرف مالیده شود، میزان ریختن به طور چشمگیری افزایش یابد. این پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید که چگونه میزان ریختن به پارامترهای مربوطه بستگی دارد.

۱۶-موتور نیتینول

حلقه سیم نیتینول را در اطراف دو قرقره قرار دهید به طوری که محورهای آن ها از یکدیگر فاصله داشته باشد. اگر یکی از قرقره ها در آب گرم قرار گیرد، سیم تمایل به راست شده دارد و باعث چرخش چرخ ها می شود. خواص چنین موتوری را بررسی کنید.

https://youtu.be/dAmQUZDYRe8
https://www.bing.com/videos/search?q=Nitinol+Engine&view=detail&mid=30222C4F1EBDA532614A30222C4F1EBDA532614A&FORM=VIRE
https://www.bing.com/videos/search?q=Nitinol+Engine&view=detail&mid=5E4BCFD15A10B2133E335E4BCFD15A10B2133E33&FORM=VIRE
https://www.bing.com/videos/search?q=Nitinol+Engine&view=detail&mid=2DCE9AB85FEB78A899872DCE9AB85FEB78A89987&FORM=VIRE

۱۷-کارت بازی

یک کارت بازی استاندارد می تواند یک فاصله بسیار طولانی را با یک حرکت چرخشی در مسیر به همان اندازه که پرتاب می شود، طی کند. پارامترهایی که فاصله و مسیر را تحت تاثیر قرار ، بررسی کنید.

https://www.youtube.com/watch?v=4qljog4Ld24
https://youtu.be/nvo3qmDl18I
https://www.knifethrowing.info/throwing_cards.html

Problems for the 33rd IYPT 2020

Please refer to the official and signed pdf as the authoritative source.

1. Invent Yourself

Design an instrument for measuring current using its heating effect. What are the accuracy, precision, and limits of the method?

2. Inconspicuous Bottle

Put a lit candle behind a bottle. If you blow on the bottle from the opposite side, the candle may go out, as if the bottle was not there at all. Explain the phenomenon.

3. Swinging Sound Tube

A Sound Tube is a toy, consisting of a corrugated plastic tube, that you can spin around to produce sounds. Study the characteristics of the sounds produced by such toys, and how they are affected by the relevant parameters.

4. Singing Ferrite

Insert a ferrite rod into a coil fed from a signal generator. At some frequencies, the rod begins to produce a sound. Investigate the phenomenon.

5.Sweet Mirage

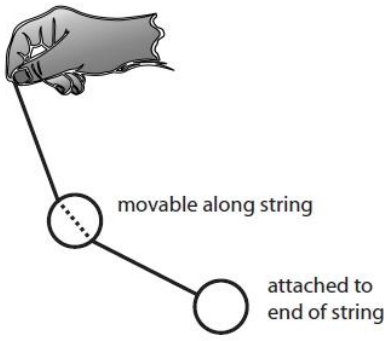
Fata Morgana is the name given to a particular form of mirage. A similar effect can be produced by shining a laser through a fluid with a refractive index gradient. Investigate the phenomenon.

6.Saxon Bowl

A bowl with a hole in its base will sink when placed in water. The Saxons used this device for timing purposes. Investigate the parameters that determine the time of sinking.

7.Balls on a String

Put a string through a ball with a hole in it such that the ball can move freely along the string. Attach another ball to one end of the string. When you move the free end periodically, you can observe complex movements of the two balls. Investigate the phenomenon.



8.Soap Membrane Filter

A heavy particle may fall through a horizontal soap film without rupturing it. However, a light particle may not penetrate the film and may remain on its surface. Investigate the properties of such a membrane filter.

9.Magnetic Levitation

Under certain circumstances, the “flea” of a magnetic stirrer can rise up and levitate stably in a viscous fluid during stirring. Investigate the origins of the dynamic stabilization of the “flea” and how it depends on the relevant parameters.

10.Conducting Lines

A line drawn with a pencil on paper can be electrically conducting. Investigate the characteristics of the conducting line.

11.Drifting Speckles

Shine a laser beam onto a dark surface. A granular pattern can be seen inside the spot. When the pattern is observed by a camera or the eye, that is moving slowly, the pattern seems to drift relative to the surface. Explain the phenomenon and investigate how the drift depends on relevant parameters.

12.Polygon Vortex

A stationary cylindrical vessel containing a rotating plate near the bottom surface is partially filled with liquid. Under certain conditions, the shape of the liquid surface becomes polygon-like. Explain this phenomenon and investigate the dependence on the relevant parameters.

13.Friction Oscillator

A massive object is placed onto two identical parallel horizontal cylinders. The two cylinders each rotate with the same angular velocity, but in opposite directions. Investigate how the motion of the object on the cylinders depends on the relevant parameters.

14.Falling Tower

Identical discs are stacked one on top of another to form a freestanding tower. The bottom disc can be removed by applying a sudden horizontal force such that the rest of the tower will drop down onto the surface and the tower remains standing. Investigate the phenomenon and determine the conditions that allow the tower to remain standing.

15.Pepper Pot

If you take a salt or pepper pot and just shake it, the contents will pour out relatively slowly. However, if an object is rubbed along the bottom of the pot, then the rate of pouring can increase dramatically. Explain this phenomenon and investigate how the rate depends on the relevant parameters.

16.Nitinol Engine

Place a nitinol wire loop around two pulleys with their axes located at some distance from each other. If one of the pulleys is immersed into hot water, the wire tends to straighten, causing a rotation of the pulleys. Investigate the properties of such an engine.

17.Playing Card

A standard playing card can travel a very long distance provided that spin is imparted as it is thrown. Investigate the parameters that affect the distance and the trajectory.

Problems for the 34th IYPT 2021

Released by the IOC on July 16th, 2020

et ignotas animum dimittit in artes, naturamque nouat Ovid

1. Invent Yourself

Design a boat that moves only due to the periodical mechanical movements of its internal parts and which only interacts with the environment (air, water) through its stiff hull. Optimise the parameters of your boat for maximum speed.

2. Circling Magnets

Button magnets with different diameters are attached to each end of a cylindrical battery. When placed on an aluminium foil the object starts to circle. Investigate how the motion depends on relevant parameters.

3. Proximity Sensor

A simple passive inductive sensor can detect ferromagnetic objects moving through its magnetic field. Construct such a passive sensor and investigate its characteristics such as sensing range.

4. Wind Speed

Let an electric current flow through a coil. When cold air flows over the coil, the coil's temperature will decrease. Investigate how the temperature drop depends on the wind speed. What is the accuracy of this method of measuring the wind speed?

5. Synchronised Candles

Oscillatory flames can be observed when several candles burn next to each other. Two such oscillators can couple with each other, resulting in in-phase or anti-phase synchronisation (depending on the distance between the sets of candles). Explain and investigate this phenomenon.

6. Irreversible Cartesian Diver

A simple Cartesian diver (e.g. an inverted test tube partially filled with water) is placed in a long vertical tube filled with water. Increasing the pressure in the tube forces the Cartesian diver to sink. When it reaches a certain depth, it never returns to the surface even if the pressure is changed back to its initial value. Investigate this phenomenon and how it depends on relevant parameters.

7. Bead Dynamics

A circular hoop rotates about a vertical diameter. A small bead is allowed to roll in a groove on the inside of the hoop. Investigate the relevant parameters affecting the dynamics of the bead.

8. Fuses

A short length of wire can act as an electrical fuse. Determine how various parameters affect the time taken for the fuse to 'blow'.

9. Light Whiskers

When a laser beam enters a soap film at a small angle, a rapidly changing pattern of thin, branching light tracks may appear inside the film. Explain and investigate this phenomenon.

10. Spin Drift

When a ring is set to roll in a parabolic bowl, interesting motion patterns may arise. Investigate this phenomenon.

11. Guitar String

A periodic force is applied to a steel guitar string using an electromagnet. Investigate the motion of the guitar string around its resonance frequency.

12. Wilberforce Pendulum

A Wilberforce pendulum consists of a mass hanging from a vertically oriented helical spring. The mass can both move up and down on the spring and rotate about its vertical axis. Investigate the behaviour of such a pendulum and how it depends on relevant parameters.

13. Sponge

A sponge will soak up water at a rate and in a quantity determined by various parameters. Investigate how effective a sponge is at drying a wet surface.

14. Dynamic Hydrophobicity

When a drop of liquid impacts on a horizontally moving surface, the droplet may be reflected or not, depending on the speed of the surface. Investigate the interaction between a moving surface and a liquid drop.

15. Rebounding Capsule

A spherical ball dropped onto a hard surface will never rebound to the release height, even if it has an initial spin. A capsule-shaped object (i.e. Tic Tac mint) on the other hand may exceed the initial height. Investigate this phenomenon.

16. Ultrasonic Pump

A capillary immersed in an ultrasonic bath works like a pump that can lift water to a considerable height. Explain and investigate this phenomenon.

17. Hand Helicopter

A simple hand helicopter can be made by attaching rotor blades to one end of a vertical stick. The helicopter moves upwards when the stick is twisted at a high enough speed and then let go. Investigate how the relevant parameters affect the lift-off and the maximum height.

Authors: Cheong-Eung Ahn, John Balcombe, Samuel Byland, Nikita Chernikov, Bohdan Gliševič, Ilya Martchenko, Oksana Pshenichko, Andrei Schetnikov, Frank Smuts, Yuri Stoilov, Igor Timoshchenko, Felix Wechsler, Alexey Zagorulko, Yangping Zhou
Figure: Samuel Byland
Problem selection committee: John Balcombe, Samuel Byland, Ilya Martchenko

Epigraph proposed by Magdalena Živkovi

مسائل IYPT/PYPT 2021

سوال ۱- خودتان اختراع کنید

قایقی را طراحی کنید که فقط به دلیل حرکات مکانیکی دوره ای قطعات داخلی آن حرکت کند و فقط از طریق بدنه سفت خود با محیط (هوا ، آب) در تعامل باشد. پارامترهای قایق خود را برای حداکثر سرعت بهینه کنید.

سوال ۲ - آهن ربا های گردشی

آهنرباهای دکمه ای با قطرهای مختلف به دو انتهای باتری استوانه ای متصل هستند. وقتی روی ورق آلومینیوم قرار می گیرد ، جسم شروع به دایره زدن می کند. بررسی کنید که حرکت چگونه به پارامترهای مربوط بستگی دارد.

سوال ۳- حسگر مجاورتی

یک سنسور القایی منفعل ساده می تواند اجسام فرو مغناطیسی را که از طریق میدان مغناطیسی آن در حال حرکت هستند تشخیص دهد. چنین سنسور غیرفعالی را بسازید و ویژگی های آن مانند محدوده سنجش را بررسی کنید.

سوال ۴ - سرعت باد

جریان الکتریکی را یک سیم پیچ عبور دهید. وقتی هوای سرد روی سیم پیچ جریان می یابد ، دمای سیم پیچ کاهش می یابد. بررسی کنید که چگونه افت دما به سرعت باد بستگی دارد. دقت این روش در اندازه گیری سرعت باد چقدر است؟

سوال ۵- شمع های همگام سازی شده

هنگامی که چندین شمع در کنار یکدیگر می سوزند ، شعله های نوسان قابل مشاهده است. دو اسیلاتور از این دست می توانند با یکدیگر جفت شوند و نتیجه آن همگام سازی هم فاز یا با فاز مخالف (بسته به فاصله بین مجموعه شمع ها) است. در مورد این پدیده توضیح دهید و تحقیق کنید.

سوال ۶- غواص دکارتی برگشت ناپذیر

یک غواص ساده دکارتی (به عنوان مثال یک لوله آزمایش معکوس که تا حدی پر از آب است) در یک لوله عمودی بلند و پر از آب قرار می گیرد. افزایش فشار در لوله ، غواص دکارتی را مجبور به غرق شدن می کند. وقتی به عمق خاصی رسید ، هرگز به سطح بر نمی گردد حتی اگر فشار به مقدار اولیه خود برگردد. این پدیده و چگونگی آن را به پارامترهای مربوطه بررسی کنید.

سوال ۷- دینامیک مهره

یک حلقه دایره ای در حول قطر عمودی می چرخد. یک مهره کوچک وارد شده در حلقه در شیار داخل حلقه می چرخد. پارامترهای مربوط به تأثیر دینامیک مهره را بررسی کنید.

سوال ۸- فیوز

یک سیم کوتاه می تواند به عنوان فیوز برقی عمل کند. تعیین کنید که پارامترهای مختلف چگونه بر زمان "ضربه" فیوز تأثیر می گذارند.

سوال ۹- Light Whiskers

هنگامی که یک پرتو لیزر با زاویه ای کوچک وارد غشای نازک صابونی می شود ، ممکن است الگوی به سرعت در حال تغییر از مسیرهای نازک و شاخه دار در داخل فیلم ظاهر شود. این پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید.

سوال ۱۰- توده چرخان

وقتی یک حلقه در یک کاسه سهموی می چرخد ، الگوهای حرکتی جالبی ایجاد شود. این پدیده را بررسی کنید.

سوال ۱۱- سیم گیتار

یک نیروی تناوبی با استفاده از الکترومغناطیس به یک رشته گیتار فولادی اعمال می شود. حرکت سیم گیتار را در حدود فرکانس تشدید آن بررسی کنید.

سوال ۱۲- آونگ ویلبرفورس

آونگ ویلبرفورس شامل وزنه ای است که از یک فنر مارپیچی به صورت عمودی آویزان است. وزنه می تواند هم به سمت بالا و هم پایین حرکت کرده و در حول محور عمودی آن بچرخد. رفتار چنین آونگ و نحوه وابستگی آن به پارامترهای مربوطه را بررسی کنید.

سوال ۱۳- اسفنج

یک اسفنج با سرعت و مقداری که توسط پارامترهای مختلف تعیین می شود ، می تواند آب را به داخل خود بکشد. بررسی کنید که اسفنج چقدر در خشک شدن سطح مرطوب موثر است.

سوال ۱۴- آبگریزی دینامیکی

هنگامی که یک قطره مایع بر روی یک سطح که به صورت افقی حرکت می کند ، برخورد می کند بسته به سرعت سطح ممکن است قطره منعکس شود یا نه. تعامل بین این سطح متحرک و یک قطره مایع را بررسی کنید.

سوال ۱۵- کپسول ارتجاعی

یک توپ کروی که روی سطح سخت افتاده است هرگز به ارتفاع رها شده برنمی گردد ، حتی اگر چرخش اولیه داشته باشد. از طرف دیگر ممکن است یک شیء به شکل کپسول (به عنوان مثال کپسول نعناع) از ارتفاع اولیه اش بالاتر رود. در مورد این پدیده تحقیق کنید.

سوال ۱۶- پمپ التراسونیک

یک لوله موئینه غوطه ور در حمام فراصوت مانند پمپ عمل می کند که می تواند آب را تا ارتفاع قابل توجهی بالا ببرد. در مورد این پدیده توضیح دهید و تحقیق کنید.

سوال ۱۷- هلی کوپتر دستی

یک هلیکوپتر دستی ساده با اتصال تیغه های روتور به یک انتهای یک چوب عمودی ساخته می شود. وقتی چوب با سرعت کافی پیچ خورده و سپس رها شود هلی کوپتر به سمت بالا حرکت می کند. بررسی کنید که پارامترهای مربوطه چه تاثیری بر بلند کردن و حداکثر ارتفاع دارند.

مسائل ۳۵ امین دوره IYPT 2022 رومانی

۱- جهت جریان (خودتان اختراع کنید)

دستگاه غیر تهاجمی ایجاد کنید که جهت جریان مایع درون یک لوله مات را تعیین کند. دستگاه خود را بهینه کنید تا بتواند کمترین جریان ممکن را اندازه گیری کند.

۲-دیسک ریلی

دیسک معلق به صورت عمودی توسط یک نخ نازک در یک میدان صوتی قرار می گیرد. از این دستگاه می توان برای اندازه گیری شدت صوت با چرخش در حول محور نخ استفاده کرد . دقت عملی چنین دستگاهی را بررسی کنید.

۳-حلقه روی میله

یک واشر روی یک میله فولادی عمودی ممکن است بجای اینکه به راحتی بلغزد ، شروع به چرخش کند. حرکت واشر را مطالعه کنید و بررسی کنید چه چیزی سرعت ترمینال را تعیین می کند.

۴-دیسک غیرقابل غرق شدن

یک دیسک فلزی با سوراخی در مرکز آن در ظرفی پر از آب غرق می شود. هنگامی که یک جت آب عمودی به مرکز دیسک برخورد می کند، دیسک روی سطح آب شناور می شود. این پدیده را توضیح دهید و پارامترهای مربوطه را بررسی کنید.

۵-نوسان ساز دو فلزی

با استفاده از یک قطع کننده تماس دو فلزی می توان یک نوسان ساز برقی ساده ساخت. در مورد پارامترهایی که بر فرکانس چنین اسیلاتور تأثیر می گذارد تحقیق کنید.

۶-برج با توپ تنیس

با چیدن توپ های تنیس و با استفاده از سه توپ در هر لایه و یک توپ در نوک ، یک برج بسازید بدون اینکه توسط چیزی نگه داشته شوند. محدودیت های سازه ای و پایداری چنین برجی را بررسی کنید. چگونه وضعیت این برج با افزایش تعداد توپ های هر لایه از ۳ توپ و همچنین تعداد توپ های نوک تغییر می کند.

۷-تاس سه وجهی

فرود یک سکه از یک وجه آن اغلب با ایده یک اتفاق نادر همراه است. مشخصات فیزیکی و هندسی یک تاس استوانه ای چطور باشد که احتمال فرود آمدن آن از یک وجه با فرود آمدن آن از پهلو یکسان باشد؟

۸-خطوط هم پتانسیل

دو الکترود را در آب قرار دهید و به یک منبع ولتاژ امن وصل کنید و سپس با استفاده از یک ولت متر پتانسیل الکتریکی در مکان های مختلف را تعیین کنید.بررسی کنید که چگونه خطوط هم پتانسیل اندازه گرفته شده برای وضعیت های مختلف و مایعات متفاوت از این آزمایش با نظر شما انحراف دارد.

۹-چرخش آب

اگر جریانی از مایع از یک سوراخ کوچک جاری شود ، در شرایط خاص بصورت مارپیچ می چرخد. این پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید تحت چه شرایطی مارپیچ می چرخد.

۱۰-انفجار قطره

هنگامی که یک قطره از مخلوط آب (به عنوان مثال آب و الکل) بر روی سطح یک مایع آبگریز مانند روغن گیاهی می ریزد ، قطره حاصل گاهی به قطرات کوچکتر شکسته می شود. پارامترهایی که بر روی شکسته شدن و اندازه قطرات نهایی تاثیر می گذارند را بررسی کنید.

۱۱-توپ روی باند الاستیک

دو توپ فلزی را با یک نوار الاستیک به هم وصل کنید ، سپس نوار الاستیک را بپیچانید و توپ ها را روی یک میز قرار دهید. توپ ها در یک جهت شروع به چرخش می کنند ، سپس در جهت دیگر. این پدیده را توضیح دهید و بررسی کنید که چگونه رفتار چنین "پاندولی" به پارامترهای مربوطه بستگی دارد.

۱۲-حرکت عجیب

ذرات ریز شناور را روی سطح آب در یک کاسه بپاشید. یک آهن ربا قوی را بالا و نزدیک به سطح آب نگه دارید. هر حرکت مشاهده شده ذرات را توضیح دهید.

۱۳-توربین با شمع

یک مارپیچ کاغذی که بالای شمع معلق است شروع به چرخش می کند. ست آپ آزمایش را برای حداکثر گشتاور بهینه کنید.

۱۴-توپ روی غشا

هنگام انداختن یک گلوله فلزی بر روی غشای لاستیکی که روی یک فنجان پلاستیکی کشیده شده است ، صدایی شنیده می شود. منشا این صدا را توضیح دهید و نحوه وابستگی ویژگی های آن را به پارامترهای مرتبط بررسی کنید.

۱۵- اثر بایکوت

اگر ذرات در مایعی معلق باشند که چگالی کمتری نسبت به ذرات داشته باشد ، ذرات به سمت کف ظرف ته نشین می شوند. سرعت نه نشین شدن می تواند تحت تأثیر کج شدن ظرفی باشد که مایع را نگه می دارد. این پدیده را توضیح دهید و تأثیر پارامترهای مربوطه را بررسی کنید.

۱۶-صرفه جویی در عسل

هنگام چرخاندن یک میله که با مایع چسبناک (به عنوان مثال عسل) پوشیده شده ، تحت شرایط خاص ، مایع نمی ریزد . در مورد این پدیده تحقیق کنید.

۱۷-ناپدید شدن

از عدسی های مرکب (lenticular lenses) می توان برای انحراف نور و ناپدید شدن اجسام استفاده کرد. بررسی کنید که چگونه تغییرخصوصیات عدسی و هندسه جسم بر میزانی که می توان جسم را شناسایی کرد، تأثیر می گذارد.

مسائل ۳۶ امین دوره IYPT 2023

۱- انگشتان فراکتا ل

اثر انگشتی فراکتال را می توان در صورتی مشاهده کرد که یک قطره از مخلوط جوهر و الکل روی رنگ اکریلیک رقیق شد ه ریخته شود . هندسه و دینامیک این انگشتان چگونه با پارامترهای مربوطه تحت تأثیر قرار می گیرند ؟

Origins:

https://doi.org/10.1103/APS.DFD.2021.GFM.V0032

The effect is easily observed (see https://www.youtube.com/watch?v=DguNgm9tDFU, https://doi.org/10.1103/APS.DFD.2021.GFM.V0032). The problem is visual, and the effect is seemingly quite easy to reproduce. Experimental and theoretical analysis will be possible at many depth levels.

https://youtu.be/Ge-cXwczqdU

۲- کره نوسانی

یک کره سبک با سطح رسانا ازیک سیم نازک آویزان می شود. هنگامی که کره حول محور عمودی خود می چرخد (در نتیجه آن سیم هم می چرخد) و سپس رها می شود، شروع به نوسان می کند. تاثیرمیدان مغناطیسی را دراین حرکت بررسی کنید.

Origins:

- Article about magnetic spinning in American Journal of Physics (Youngquist et al., Am. J. Phys., Vol. 84, No. 3, March 2016).

- A Foucault pendulum is an experimental pendulum that can oscillate freely on a vertical plane

Comments:

There is a clear difference between the decay of the amplitude with and without a magnetic field. For a homogeneous field there is a surprisingly simple expression for the time constant of the deceleration (due to the magnetic field) of the spinning sphere.

Students are expected to provide a (qualitative and quantitative) explanation for the magnetic deceleration. More advanced teams can investigate situations with inhomogeneous fields.

۳- آژیر

اگر یک جریان هوا را روی یک دیسک سوراخدار چرخان هدایت کنید، صدایی شنیده می شود. این پدیده را توضیح دهید و چگونگی ارتباط ویژگی های صدا به پارامترهای مربوطه را بررسی کنید.

Origins:

https://youtu.be/-LTtuMj6jZc

https://youtu.be/ljYa5U8MfrI?list=PLeOlm2kq0HcupcmZTy0QbGQC_x-f0JUae

۴- خطو ط رنگی

هنگامی که یک دیسک فشرده یا دی وی دی با نوری که از یک لامپ رشته ای روشن می شود به گونه ای که فقط پرتوهای با زوایای بزرگ تابشی انتخاب شوند، یک خط سبز روشن مشاهده می شود. رنگ با تغییر کمی در زاویه دیسک تغییر می کند. این پدیده را توضیح داده و بررسی کنید.

Origins:

Simple observation

Comments:

It is well known that a CD acts as a diffraction grating. It is still quite interesting that only a single coloured line can be observed in the situation described in the problem. Students are expected to give a correct explanation of the phenomenon and predict and verify the observed colour for different (small) angles.

۵- مش سو ت ز ن

هنگامی که یک جریان آب به مش فلزی سفت و سخت در محدوده ای از زوایا برخورد می کند، صدای سوت شنیده می شود. بررسی کنید که چگونه خصوصیات مش، جریان و زاویه بر ویژگی های صدای تولید شده تأثیر می گذارد.

Figures:

The video of the phenomenon is uploaded here:
https://youtu.be/OXLb40Ab5Jo

Origins:

This was an observation I made while cleaning a coffee filter. I have not been able to find any other articles or videos relating to this. I have a video of the phenomena: https://youtu.be/OXLb40Ab5Jo. As a general rule, it seems that a louder and clearer (distinct harmonics) tone is produced when the stream has a smaller cross section, moves at a higher velocity, is less turbulent, and hits the mesh at an angle between 45 to 60 degrees. Pressing against the mesh to prevent it from oscillating appears to stop the sound.

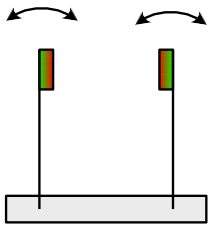
Based on my observations, I suspect that it may be due to fluctuations in the water stream at the edge of each mesh hole similar to the air-jet in a flute; however, instead of resonance in an air column like a flute, it is most likely setting the metal mesh in motion. The large surface of the metal mesh then couples with the air to project a tone outwards. The pitch or harmonics also seem to be affected by at which point along the mesh the stream of water is hitting, most likely dependent on the oscillation modes of the mesh itself similar to a drum skin.

Comments:

This seems to combine several different fields in physics into a novel and interesting problem. It may be necessary to clearly define what counts or doesn't count as a suitable mesh. Further consideration may need to be done on how easily similar metal meshes can be obtained around the world.

۶- نوسان ساز مغناطیسی -مکانیکی (حذف در مسابقه داخلی)

انتهای پایینی دو leaf springs یکسان را محکم به یک پایه غیر مغناطیسی ببندید و یک آهن ربا را به انتهای بالایی هر کدام طوری وصل کنید که دفع شوند و میله های فنری آزادانه حرکت کنند . بررسی کنید که چگونه حرکت فنرها به پارامترهای مربوطه بستگی دارد.



Origins:

https://www.instagram.com/p/CO-2agghZnl/
https://youtu.be/iEmHyCkgIfU

۷- امواج فارادی (حذف در مسابقه داخلی)

یک قطره از مایع با ویسکوزیته کم که در یک حمام مایع با ویسکوزیته بیشترشناور است هنگامی که کل سیستم در یک نوسان عمودی قرار می گیرد، الگوهای موج مانند شگفت انگیزی ایجاد می کند. این پدیده و پارامترهای مربوط به تولید الگوهای پایدار را بررسی کنید.

Figures:

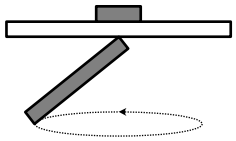
https://www.dropbox.com/s/8w424d18jtb0eb3/Faraday%20waves.png?dl=0

Origins:

https://youtu.be/OLUZMXuCAxY

۸- آونگ اویلر

یک صفحه ضخیم از یک ماده غیر مغناطیسی بردارید و یک آهنربای نئودیمیم را در بالای آن ثابت کنید. یک میله مغناطیسی (که می تواند از زیر آهن ربای نئودیمیم قرارداده شود) در زیر آن آویزان کنید. میله را منحرف کنید در نتیجه صفحه را فقط با بالاترین زاویه لمس کرده و رها می کند. حرکت چنین آونگی را تحت شرایط مختلف بررسی و مطالعه کنید.



Origins:
https://youtu.be/q0u-_QZC8r0?t=9

۹- پیچ نوسانی

هنگامی که یک پیچ از پهلو روی سطح شیب دار قرار می گیرد و رها می شود، ممکن است در حین حرکت از سطح شیب دار، نوسانات رو به رشدی را تجربه کند. نحوه حرکت پیچ و همچنین رشد این نوسانات را با پارامترهای مربوطه بررسی کنید.

Origins:
Here is a video demonstrating the phenomenon
https://youtu.be/iwerWvbOyoE

۱۰-جریان بالادست

ذرات سبکی را روی سطح آب بپاشید. سپس اجازه دهید یک جریانی از آب از ارتفاع کم به سطح برخورد می کند . تحت شرایط خاصی، ذرات ممکن است شروع به حرکت به سمت بالای جریان کنند. این پدیده را بررسی کرده و توضیح دهید.

Origins:
https://youtu.be/kIKEG9kSpII

۱۱- توپ روی میله فریت (حذف در مسابقه داخلی)

یک میله فریت در انتهای پایینی یک لوله عمودی قرار می گیرد . یک ولتاژ متناوب با فرکانس مشابهی با فرکانس طبیعی میله، به سیم پیچ ریز پیچیده شده در اطراف انتهای پایین آن اعمال کنید . هنگامی که یک توپ در بالای میله قرار می گیرد، شروع به پرش می کند. این پدیده را توضیح داده و بررسی کنید.

Origins:
https://youtu.be/jIyoo-Rmqqw?list=PLeOlm2kq0HctWZkq7dfSpQ3hiB9wklbnt ,
Mayer V. V. Simple experiments with ultrasound

۱۲- کتل بلز

ظرفی را بردارید و مقداری از مواد دانه ای مثلا برنج را داخل آن بریزید. اگر به عنوان مثال یک قاشق در عمق آن قرار دهید ، سپس در یک عمق معین غوطه ور شده، می توانید ظرف و محتویات آن ر ا با گرفتن قاشق در دست بلند کنید. این پدیده را توضیح دهید و پارامترهای مربوط به سیستم را بررسی کنید.

Origins:
https://youtu.be/tmtoMETbpfc

۱۳- لوله حرارتی پونیو

یک لوله شیشه ای که بالای آن مهر و موم شده با آب پر شده و به صورت عمودی نگه داشته می شود. انتهای پایین لوله در یک بشر آب غوطه ور می شود و بخش کوتاهی از لوله گرم می شود. حرکت تناوبی آب و هر گونه حباب های بخار مشاهده شده را توضیح دهید.

Origins:
Inspired by a problem at IYPT 2007 and a YouTube video (https://youtu.be/NKNYKW-PNyA)
Comments:

The effect is reproducible and a metal spiral is ideal to heat a segment of the tube. The effect is closely connected to the IYPT problem 10. Steam boat (2007) and the suggested title alludes to animated film where main character travelled on a putt-putt boat (with tubes and one candle). Nevertheless, the discrepancy between the two problems is essential. The problem allows for control and investigation of multiple parameters and is a suitable problem for the IYPT.

۱۴- جت انکسا ر

یک جت عمودی می تواند در هنگام عبور از یک توری شیب دار با مش های ریز شکسته می شود. برای چنین انکساری قانونی پیشنهاد کنید و پارامترهای مربوطه را بررسی کنید.

Origins:

Observed on a kitchen sieve (1-2mm cell size, 0.5mm metal wires). I held it at angle of about 45 degrees between the sieve normal and water speed vector, while water was streaming from a water tap (flow was laminar). The effect is easily visible because the angle of refraction is about 5-10 degrees.

Comments:

The water jet refraction is an interesting theoretical question, seeming to happen due to viscous friction between the water and metal wires of the sieve; however, there is another explanation based on water surface tension. To be honest, I don't believe there is any studies and realistic mathematic model, thus the problem may be pretty hard to solve. But it has a brother which is jet passing cloth. I believe the problem has no special practical relevance, but is just a beautiful phenomenon.

۱۵- چرخش پنکیک

چند توپ را در یک ظرف گرد قرار دهید. اگر ظرف را حول یک محور عمودی حرکت دهید ، توپ ها می توانند همزمان درجهت با حرکت ظرف، یا می توانند در جهت مخالف حرکت کنند . این پدیده را توضیح داده و بررسی کنید که چگونه جهت حرکت به پارامترهای وابسته بستگی دارد.

Origins:

Pour a few balls into a round container. If you rotate the container, then the balls can move co-directionally with the movement of the container, or they can move in the opposite direction. Explain this phenomenon and investigate how the direction of movement depends on essential parameters.

۱۶- موتور ترموآکوستیک (حذف در مسابقه داخلی)

پیستونی که در انتهای باز یک لوله آزمایش افقی که انتهای دیگر آن تا حدی با پشم فولادی پر شده است قرار گرفته ، هنگامی که انتهای بسته گرم می شود نوسان می کند. این پدیده را بررسی کنید و توان این موتور را بدست آورید.

Origins:

https://youtu.be/ErlvMZI0tlA

Arrester Bed -۱۷

یک مسیر پر از شن و ماسه منجر به اتلاف انرژی حرکتی یک وسیله نقلیه در حال حرکت می شود . چه طولی برای چنین صفحه دستگیر کننده ای لازم است تا بتواند یک جسم متحرک غیرفعال (مثلاً یک توپ) را متوقف کند؟ این طول به چه پارامترهایی بستگی دارد؟

Comments:

While the underlining physics is not too difficult, the problem teaches participants concepts of rolling resistance and granular materials.___

Problems for the 36th IYPT 2023

Released by the IOC on 24 July 2022

Thinking is more interesting than knowing, but less interesting than looking. – Johann Wolfgang von Goethe

1. Fractal Fingers

The effect of fractal fingering can be observed if a droplet of an ink-alcohol mixture is deposited onto diluted acrylic paint. How are the geometry and dynamics of the fingers influenced by relevant parameters?

2. Oscillating Sphere

A light sphere with a conducting surface is suspended from a thin wire. When the sphere is rotated about its vertical axis (thereby twisting the wire) and then released, it starts to oscillate. Investigate how the presence of a magnetic field affects the motion.

3. Siren

If you direct an air flow onto a rotating disk with holes, a sound may be heard. Explain this phenomenon and investigate how the sound characteristics depend on the relevant parameters.

4. Coloured Line

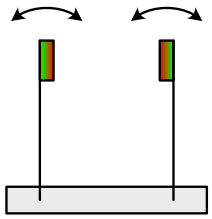
When a compact disc or DVD is illuminated with light coming from a filament lamp in such a way that only rays with large angles of incidence are selected, a clear green line can be observed. The colour varies upon slightly changing the angle of the disc. Explain and investigate this phenomenon.

5. Whistling Mesh

When a stream of water hits a rigid metal mesh within a range of angles, a whistling tone may be heard. Investigate how the properties of the mesh, stream and angle affect the characteristics of the sound produced.

6. Magnetic-Mechanical Oscillator

Secure the lower ends of two identical leaf springs to a non-magnetic base and attach magnets to the upper ends such that they repel and are free to move. Investigate how the movement of the springs depends on relevant parameters.

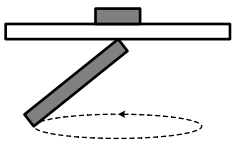


7. Faraday Waves

A droplet of less viscous liquid floating in a bath of a more viscous liquid develops surprising wave-like patterns when the entire system is set into vertical oscillation. Investigate this phenomenon and the parameters relevant to the production of stable patterns.

8. Euler's Pendulum

Take a thick plate of non-magnetic material and fix a neodymium magnet on top of it. Suspend a magnetic rod (which can be assembled from cylindrical neodymium magnets) underneath it. Deflect the rod so that it touches the plate only with highest edge and release it. Study the motion of such a pendulum under various conditions.



9. Oscillating Screw

When placed on its side on a ramp and released, a screw may experience growing oscillations as it travels down the ramp. Investigate how the motion of the screw, as well as the growth of these oscillations depend on the relevant parameters.

10. Upstream Flow

Sprinkle light particles on a water surface. Then allow a water stream to be incident on the surface from a small height. Under certain conditions, the particles may begin to move up the stream. Investigate and explain this phenomenon.

11. Ball on Ferrite Rod

A ferrite rod is placed at the bottom end of a vertical tube. Apply an ac voltage, of a frequency of the same order as the natural frequency of the rod, to a fine wire coil wrapped around its lower end. When a ball is placed on top of the rod, it will start to bounce. Explain and investigate this phenomenon.

12. Rice Kettlebells

Take a vessel and pour some granular material into it, for example, rice. If you dip e.g. a spoon into it, then at a certain depth of immersion, you can lift the vessel and contents by holding the spoon. Explain this phenomenon and explore the relevant parameters of the system.

13. Ponyo's Heat Tube

A glass tube with a sealed top is filled with water and mounted vertically. The bottom end of the tube is immersed in a beaker of water and a short segment of the tube is heated. Investigate and explain the periodic motion of the water and any vapour bubbles observed.

14. Jet Refraction

A vertical jet can be refracted when passing through an inclined sieve with a fine mesh. Propose a law for such refraction and investigate relevant parameters.

15. Pancake Rotation

Place a few balls in a round container. If you move the container around a vertical axis, the balls can move co-directionally with the movement of the container, or they can move in the opposite direction. Explain this phenomenon and investigate how the direction of movement depends on relevant parameters.

16. Thermoacoustic Engine

A piston placed in the open end of a horizontal test tube which has its other end partially filled with steel wool may oscillate when the closed end is heated up. Investigate the phenomenon and determine the efficiency of this engine.

17. Arrester Bed

A sand-filled lane results in the dissipation of the kinetic energy of a moving vehicle. What length is necessary for such an arrester bed to entirely stop a passively moving object (e.g. a ball)? What parameters does the length depend on?

Authors: Samuel Byland, Nikita Chernikov, Leszek Gladczuk, Artyom Golomolzin, Teck Seng Koh, Paul Lee, Ilya Martchenko, Luc Mazereeuw, Florian Ostermaier, Kerry Parker, Oksana Pshenichko, Andrey Shchetnikov, Nicholas Wong, Kathryn Zealand

Problem selection committee: John Balcombe, Samuel Byland, Ilya Martchenko

Problems for the 37th 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

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.

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.

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

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

مسائل IYPT 2024 (بوداپست، مجارستان)

۱. خودتان را اختراع کنید

یک جعبه بردارید (به عنوان مثال یک جعبه کبریت)، پر از اشیاء یکسان (مثل چوب کبریت، توپ، ...). روشی برای تعیین تعداد اشیاء در جعبه تنها توسط صدای تولید شده در حالی که جعبه را تکان می دهید پیدا کنید. چگونه دقت به خواص اشیاء، جعبه، و چگالی بسته بندی آن بستگی دارد؟

۲. میکروسکوپ قطره ای

با نگاه کردن یک قطره آب که روی سطح لیوان قرار می گیرد می توان مشاهده کرد که قطره به عنوان یک سیستم تصویر برداری عمل می کند. بزرگنمایی و رزولوشن چنین لنزی را بررسی کنید.

۳. رمپ واکر سفت و سخت

یک واکر رمپ سفت و سخت با چهار پایه بسازید (مانند یک نردبان) .این سازه در رمپ ناهموار به سمت پایین شروع به "راه رفتن " می کند. بررسی کنید که چگونه هندسه واکر و پارامترهای مربوطه بر سرعت نهایی راه رفتن آن تأثیر می گذارد.

۴. پرتاب نوار لاستیکی

یک نوار لاستیکی مسافت بیشتری را طی می کند در صورتی که بطورغیریکنواخت در هنگام پرتاب کشیده شود و به آن چرخش دهد. فاصله ای که یک نوار لاستیکی با چرخش می تواند برسد را بهینه سازی کنید.

۵. موشک پینگ پنگ

یک توپ پینگ پنگ در یک ظرف آب قرار می گیرد. وقتی که ظرف رها می شود، توپ پینگ پنگ به سمت بالا پرتاب می شود. بیشترین ارتفاعی که توپ می تواند به ازای ۲ لیتر آب در ظرف بالا بیاید چقدر است؟

۶. مقاومت غیر تماسی R

پاسخ های یک مدار LRC توسط منبع تغذیه AC می تواند با قرار دادن یک میله فلزی غیر مغناطیسی یا یک میله فرومانیتیک درون سیم پیچ سلف تغییر کند. چگونه می توانیم خواص مغناطیسی و الکتریکی میله قرارداده شده را از پاسخ های مدار به دست آوریم؟

۷.صفحه بزرگ صدا دار

وقتی یک صفحه بزرگ، نازک و انعطاف پذیر (مانند پلاستیک، فلز یا پلکسی) خم می شود صدایی بلند و غیرعادی ایجاد می کند. صدای این پدیده را توضیح و بررسی کنید.

۸. یک شناور مغناطیسی دیگر

یک دیسک بزرگ مغناطیسی را روی یک صفحه رسانای غیر مغناطیسی قرار دهید. هنگامی که یک آهنربای کوچک در زیر صفحه حرکت می کند، آهنربا در بالا تحت شرایط خاصی معلق می شود. شرایط شناوری و حرکت احتمالی آهن ربا را بررسی کنید.

۹. سلول خورشیدی آبدار

یک سلول خورشیدی کاربردی را می توان با استفاده از اسلاید های شیشه ای رسانا ، ید، آب میوه (به عنوان مثال شاه توت) و دی اکسید تیتانیوم درست کرد. به این نوع سلول، سلول گراتزل می گویند. چنین سلولی را بسازید و پارامترهای لازم را برای به دست آوردن حداکثر راندمان آن بررسی کنید.

۱۰. دنده مغناطیسی

چند اسپینر یکسان بگیرید و آهن ربای نئودیمیم را به انتهای هر قسمت آن وصل کنید. اگر آنها را در کنار هم روی یک سطح قرار دهید و یکی از آنها را بچرخانید، بقیه به دلیل میدان مغناطیسی شروع به چرخیدن می کنند. این پدیده را بررسی کنید و توضیح دهید.

۱۱. پمپاژ نی

یک پمپ آب ساده را می توان با استفاده از یک نی به شکل یک مثلث و برش در رئوس ساخت. وقتی چنین مثلثی با یکی از رئوس آن تا حدی در آب غوطه ور است و حول محور عمودی خود می چرخد آب از آن به بالا جریان می یابد. بررسی کنید چگونه هندسه و سایر پارامترهای مرتبط بر سرعت پمپاژ تأثیر می گذارند.

۱۲. صابون چرخنده

یک فنر slinky فشرده را در محلول صابون فروکنید و آن را بیرون بکشید و صافش کنید . یک فیلم نازک صابون بین پیچ ها تشکیل می شود. اگر یکپارچگی فیلم را بشکنید، جبهه فیلم در بخش جلوی آن شروع به حرکت خواهد کرد. این پدیده را توضیح دهید و حرکت به سمت جلوی فیلم صابون را بررسی کنید.

۱۳. شارژ سنج

یک توپ سبک وزن از یک نخ در ناحیه بین دو صفحه باردار شده آویزان است. اگر توپ نیز بادار شود، در یک زاویه خاص به یک طرف منحرف شود دقت چنین وسیله ای برای اندازه گیری مقدار بار توپ چقدر است؟ دستگاه خود را برای اندازه گیری کوچکترین بار ممکن روی توپ بهینه کنید.

۱۴. ترفند خط کش

یک خط کش روی لبه میز بگذارید و یک توپ را به سمت لبه آزاد آن پرتاب کنید . خط کش سقوط خواهد کرد. با این حال، اگر بخشی از خط کش را با یک تکه کاغذ بپوشانید و پرتاب را تکرار کنید ، خط کش روی میز باقی می ماند تا زمانی که توپ از روی میز پرتاب می شود. این پدیده را توضیح دهید و پارامترهای مرتبط را بررسی کنید

۱۵. طومار مرطوب

یک تکه کاغذ نیمه شفاف را به آرامی روی سطح آب قرار دهید. به سرعت پیچ می خورد و سپس به آرامی باز می شود. این پدیده توضیح دهید و آن را بررسی کنید.

۱۶. منجنیق کوسن

یک شی را روی یک بالشتک بادی بزرگ قرار دهید و چند جسم دیگر را به گونه ای روی بالشتک بادی رها کنید که اولین شی از منجنیق دور شود. بررسی کنید که چگونه سرعت خروج به پارامترهای مربوطه بستگی دارد.

۱۷. دیمر نوری کوانتومی

اگر در مقابل بخار لامپ سدیم شعله ای که نمک خوراکی به آن اضافه شده قرار دهید، شعله سایه می اندازد. سایه می تواند کمرنگ تر شود اگر شعله در میدان مغناطیسی قوی قرار گیرد . پدیده را بررسی و توضیح دهید.