

Задачі студентського турніру фізиків (2017-2018 навчальний рік)

1. Sound thermometer

Devise a method to obtain the temperature of a fluid by listening to the sound emitted when it is poured into a cup (see video https://youtu.be/Ri_4dDvcZeM). State the precision, accuracy and the limits of your method as well as the important parameters of the fluid.



1. Звуковий термометр

Розробіть метод вимірювання температури рідини на основі прослуховування (аналізу) звуку, який утворюється при наливанні цієї рідини у чашку (див. відео https://youtu.be/Ri_4dDvcZeM). Визначте чутливість, точність та межі застосування цього методу. Які параметри рідини істотно впливатимуть на визначення температури таким методом?

2. Static speaker

Build an audio speaker without any moving part. Discuss the maximum bandwidth, signal-to-noise ratio and power efficiency achieved with your design. Is it possible to modify your device to use it as a microphone?

2. Статичний гучномовець

Побудуйте звукову колонку, що не містить жодної рухомої частини. Проаналізуйте максимальну ширину смуги пропускання, відношення сигналу до шуму та енергетичну ефективність (ККД) вашої конструкції. Чи є можливою модифікація вашого пристрою для його застосування в якості мікрофона?

3. Ink tree

When a drop of ink is injected inside especially still water, or dropped very close to its surface, it firstly forms a ring of ink which then divides into smaller rings (see video <https://youtu.be/VPBdsIWYUZk>). The process repeats again and again and forms a tree-like structure of ink. What is the maximal number of ring divisions that one can see and how does it depend on the important parameters?



3. Чорнильне дерево

Коли крапля чорнила вноситься у воду, яка знаходиться у стані спокою, або ж коли ця крапля падає на поверхню такої води з малої висоти, спочатку формується чорнильне кільце, яке згодом ділиться на менші кільця (див. відео <https://youtu.be/VPBdsIWYUZk>). Цей процес повторюється знову й знову, утворюючи в результаті деревоподібну чорнильну структуру. Якою може бути максимальна кількість поділів кільця у такому досліді, і як ця кількість залежить від параметрів системи?

4. Origami launcher

Folded paper structures such as the Miura-ori origami can be programmed to exhibit a wide range of elastic properties depending on their crease and defect patterns. Design and build an origami cannon to vertically launch a standard Ping-Pong ball using only a single uncut sheet of A4 paper (80g/m²). How is the height of the ball elevation related to the folding pattern? Optimize your design to achieve the maximum height possible.

4. Орігамі як пускова установка

Структури із складеного паперу, такі як орігамі «Міура-орі» (ミウラ折り, див.

https://uk.wikipedia.org/wiki/Згин_мапи_Міури) можуть демонструвати різноманітні пружні властивості при різних способах складання та розподілах дефектів. Розробіть та змайструйте «орігамі-гармату» для вертикального запуску стандартної кульки для настільного тенісу, використовуючи лише один нерозрізаний аркуш паперу А4 густиною 80 г/м². Як залежатиме висота, на яку підійметься кулька, від способу складання? Оптимізуйте вашу конструкцію для отримання найбільшої можливої висоти.

5. Fluidic Calculator

Droplets having different concentrations of food coloring (containing propylene glycol) move in beautiful and intricate patterns when placed on a clear glass slide (see video). A wide variety of autonomous fluidic machines can be produced using this property. Implement diverse arithmetic operations using such droplets and optimize the operation speed.



5. Флюїдний калькулятор

Крапельки із різним вмістом харчового барвника (на основі пропіленгліколю), вміщені на скляну поверхню, можуть здійснювати складний рух, утворюючи приємні для ока візерунки (див. відео <https://youtu.be/ZMsaH6SY4CY>). На основі подібних властивостей можуть бути створені різноманітні флюїдні машини (див. <https://en.wikipedia.org/wiki/Fluidics>). Розробіть на такому принципі дії пристрої для виконання різних арифметичних дій та оптимізуйте їхню швидкодю.

6. Sonic black hole

A sonic black hole is a phenomenon in which sound is unable to escape a region of space which is not bounded by any walls. Just the same as for usual black holes where light is unable to escape some region of spacetime. Try to create your own sonic black hole. What represents the event horizon? Does the Hawking radiation exist for your black hole model? Which properties of usual black holes cannot be represented?

6. Звукова чорна діра

Звуковою чорною дірою називають явище, коли звук не може покинути область простору, не обмежену стінками, аналогічно до звичайних чорних дір, у яких світло не може вийти з певної області простору-часу. Спробуйте створити вашу власну звукову чорну діру. Що буде аналогом горизонту подій? Чи існуватиме у вашій моделі аналог випромінювання Гокінга (див. https://uk.wikipedia.org/wiki/Випромінювання_Гокінга). Які властивості звичайних чорних дір в принципі не можуть бути представлені таким чином?

7. Half-life sparkles

Sparks caused by an angle grinder tend to fly over a certain distance and then to split into several smaller sparks. What causes them to split? What is the condition for a split to occur? What influences the distance before the split? What will be the distance distribution of the sparks to fly?

Be extremely careful when performing experiments!



7. Піврозпад іскор

Іскри, що створюються при роботі кутової шліфувальної машини, як правило пролітають певну віддаль від місця утворення, а потім діляться на декілька менших іскор (див. відео <https://youtu.be/Eq8-fEvSOIE>). Що є причиною такого поділу? За яких умов відбувається такий поділ? Які фактори впливатимуть на віддаль, яку пролетить іскра до поділу? Який вигляд матиме статистична функція розподілу таких віддалей для великої кількості іскор? *Будьте вкрай обережними та дотримуйтеся правил техніки безпеки при проведенні експериментів!*

8. Candle lighting trick

It is possible to relight a candle that has just been blown out by lighting the smoke that is created in the process (see video <https://youtu.be/TFJX1rcm4Lg>). Indeed, the smoke contains vaporized wax which is the substance that burns in the flame in the first place. What is the maximum distance (between the match and the candle) from which one can relight the candle? Identify the important parameters and find how they influence this maximal distance.



8. Фокус із запалюванням свічки

Свічку, яку щойно загасили, можна запалити знову, підпаливши пари воску, які містяться у її димі (див. відео <https://youtu.be/TFJX1rcm4Lg>). Якою буде найбільша віддаль (між сірником та свічкою, зокрема, її гнотом) на якій таке «перезапалювання» ще можливе? Від яких параметрів і як саме буде залежати це явище?

9. Screaming balloon

If you put a hex nut in a balloon it is possible to make it «scream» by giving a certain rotational movement to the balloon (see video <https://youtu.be/zlAHSpLoejU>). How do the characteristics of the sound produced depend on the important parameters of the system?



9. Криклива кулька

Якщо вмістити шестигранну гайку всередину надувної повітряної кульки, можна примусити її «заверещати», надавши певного обертового руху (див. відео <https://youtu.be/zlAHSpLoejU>). Як характеристики отриманого таким чином звуку залежатимуть від параметрів системи?

10. Quaint jet

When water is forced through a thin slit, the flow sometimes takes the shape of a helix. Describe the phenomenon and explain the dependence of the aspect ratio(s) of the helix on the fluid parameters, parameters of the flow and the shape of the nozzle.

10. Чудернацький потік

Коли воду проганяють крізь тонку щілину, потік іноді набуває форми гвинтової лінії. Поясніть це явище, зокрема, залежність форми та геометричних розмірів цієї лінії від параметрів рідини, потоку, а також від форми сопла.

11. Chalk on the water

If you draw a line on a glass surface covered with a thin layer of water using chalk, the line will blur in offshoots distributed in the lengthwise direction. What are the statistical properties of this distribution and how do they depend on the important parameters?



11. Крейдою по воді

Якщо провести крейдою лінію по скляній поверхні, вкритій тонким шаром води, лінія розмиватиметься, її частинки крейди розподілятимуться у поперечному напрямку. Якими будуть статистичні властивості розподілу таких «ворсинок» і як вони залежатимуть від параметрів системи?

12. Particle detectors for dummies

Build a simple device that can detect cosmic ray particles. Characterize the particle identification capabilities of your device. Try to test your device in different conditions and also try to obtain the energy spectrum of the cosmic ray particles.

12. Детектори частинок для «чайників»

Побудуйте простий пристрій, що може реєструвати частинки космічних променів. Охарактеризуйте здатність вашого пристрою до ідентифікації частинок. Проведіть випробування вашого пристрою за різних умов, а також спробуйте отримати енергетичний спектр космічних частинок за його допомогою.

13. Egg white pearls

Egg whites are separated from the yolk and put into a syringe. From the syringe, the egg white is ejected into heated oil while the tip is in motion (see video <https://youtu.be/l6j1-rCOsmE>). How does the size of the egg white pearls produced depend on the various parameters such as the temperature of the oil, ejection and motion speed, nozzle diameter or the non-Newtonian properties of egg whites?

Be extremely careful when performing experiments!



13. Перлини з яєчні

Яєчний білок відділяється від жовтка та вміщується у шприц. Шприц використовується для вприскування цього білка у нагріту олію, причому його сопло рухається в процесі вприскування (див. відео <https://youtu.be/l6j1-rCOsmE>). Як залежатимуть розміри отриманих таким чином «перлин» від різноманітних параметрів, таких як температура олії, швидкість вприскування та переміщення сопла, діаметр сопла, а також неньютонівські властивості яєчного білка як рідини? *Будьте особливо обережні при проведенні експериментів!*

14. Erratic raindrops

When a car moves with high speed in rain sometimes the drops on its side window walk up but not down. Explain the phenomenon and find the conditions for it to occur (size of the drops and the car speed for example). What determines the drop trajectory and how does it depend on the important parameters?

14. Скажені дощові краплі

Коли автомобіль рухається із значною швидкістю під час дощу, іноді краплі на бічних вікнах рухаються вгору, а не вниз. Поясніть це явище та знайдіть умови, за яких воно виникає (такі як розміри крапель, швидкість авто тощо). Що визначає траєкторію краплини і як ця траєкторія залежить від параметрів системи? *При проведенні експериментів з реальним авто не створюйте небезпеки для себе та інших учасників дорожнього руху!*

15. High-speed CD

If one spins a compact disk very fast, its surface starts to warp (see video <https://youtu.be/zs7x1Hu29Wc>). However one can observe that the warp rotates with a different speed than the point on the surface, How do these two rotational velocities relate to each other?

Be extremely careful when performing experiments!



15. Високошвидкісний компакт-диск

Якщо обертати компакт-диск дуже швидко, його поверхня починає вигинатися (див. відео <https://youtu.be/zs7x1Hu29Wc>). При цьому можна помітити, що вигин обертається з частотою, відмінною від частоти обертання заданої точки на поверхні диску. Яким буде співвідношення між цими двома частотами обертання? Від яких параметрів і як саме воно залежить? *Будьте вкрай обережними при проведенні дослідів!*

16. Bubble light

Sonoluminescence is the emission of short bursts of light from imploding bubbles in liquid. Although the effect has been known for decades, there is no widely-accepted explanation. Suggest a setup to observe the phenomenon and to study the spectrum of emitted light. Can this effect be used to obtain coherent laser-like light emission?

16. Bubble light

Сонолюмінесценція (див. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонолюмінесценція>) – це виникнення коротких спалахів світла при схлопуванні бульбашок у рідині. Незважаючи на те, що цей ефект відомий протягом багатьох десятиріч, досі не існує його загальноприйнятого пояснення. Запропонуйте установку для спостереження даного явища та дослідження спектру випроміненого світла. Чи може даний ефект використовуватися для отримання когерентної емісії світла, подібної до лазерної?

17. Balancing pebble

Stones which are taken by wind on the ice of Baikal Lake can be found after some time staying on a thin «stand». Reproduce and explain this «stand» phenomenon and estimate the curve of the stand depending on the important parameters.



17. Галька-еквілібрист

Камінці, що зносяться вітром на кригу озера Байкал, через певний час можуть бути знайденими у стані рівноваги на тонкому «п'єдесталі». Відтворіть та поясніть це «явище п'єдесталу», а також визначте залежність форми такого п'єдесталу від параметрів системи.