

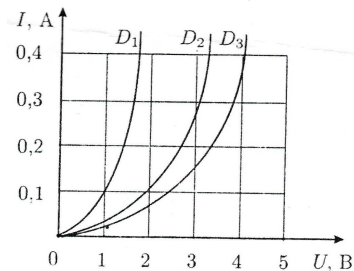
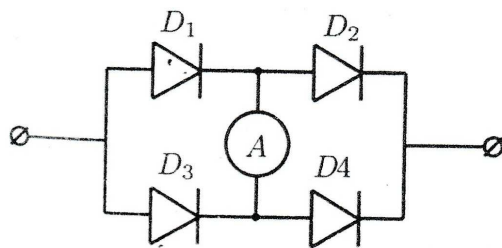
### Молодша ліга

1. Горизонтальну сталеву пластинку занурюють у воду в глибокому озері та відпускають. Оцініть, у скільки разів змінюється різниця тисків на нижню та верхню поверхні пластинки на великій глибині у порівнянні з моментом перед початком руху. Густина сталі  $7800 \text{ кг/м}^3$ .

1. Горизонтальную стальную пластинку погружают плашмя в воду в глубоком озере и отпускают. Оцените, во сколько раз меняется разность давлений на нижнюю и верхнюю поверхность пластинки на большой глубине по сравнению с моментом до начала движения. Плотность стали  $7800 \text{ кг/м}^3$ .

2 (9 клас). У схему, зображену на рисунку, увімкнені чотири діоди. Відомо, що при будь-якій напрузі, що підведена до виводів схеми, струм через амперметр не тече. Вольт-амперні характеристики діодів  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  відомі. Побудуйте вольт-амперну характеристику четвертого діода.

2 (9 класс). В схему, изображенную на рисунке, включены четыре диода. Известно, что при любом напряжении, подведенном к выводам схемы, ток через амперметр не течет. Вольт-амперные характеристики диодов  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  известны. Постройте вольт-амперную характеристику четвертого диода.



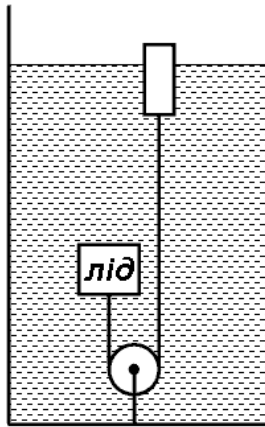
2 (8 клас). У циліндричній посудині ємністю  $V$ , що повністю заповнена водою, плаває мідна кулька з порожниною. Об'єм кульки –  $V_1$ , об'єм порожнини –  $V_2$ . Систему нагрівають на температуру  $\Delta t$ . Знайти об'єм води, що вилиться з посудини. Коефіцієнт об'ємного розширення міді –  $\beta_m$ , води –  $\beta_v$ . Тепловим розширенням посудини можна знехтувати.

2 (8 класс). В цилиндрическом сосуде ёмкостью  $V$ , полностью заполненном водой, плавает медный шарик с полостью. Объём шарика –  $V_1$ , объём полости –  $V_2$ . Систему нагревают на температуру  $\Delta t$ . Найти объём воды, которая выльется из сосуда. Коэффициент объёмного расширения меди –  $\beta_m$ , воды –  $\beta_v$ . Тепловым расширением сосуда можно пренебречь.

3. У циліндричній посудині з площею основи  $100 \text{ см}^2$  у воді плаває шматочок льоду і пінопластовий брусочок, які з'єднані легкою ниткою, що перекинута через невагомий блок, приєднаний до дна (рис. 2). Як і на скільки зміниться рівень води у посудині, після того, як лід розтане і брусочок спливе? Сила натягу нитки на початку спостереження рівна  $2 \text{ Н}$ . При обчисленнях вважайте  $g=10 \text{ Н/кг}$ , густина води  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

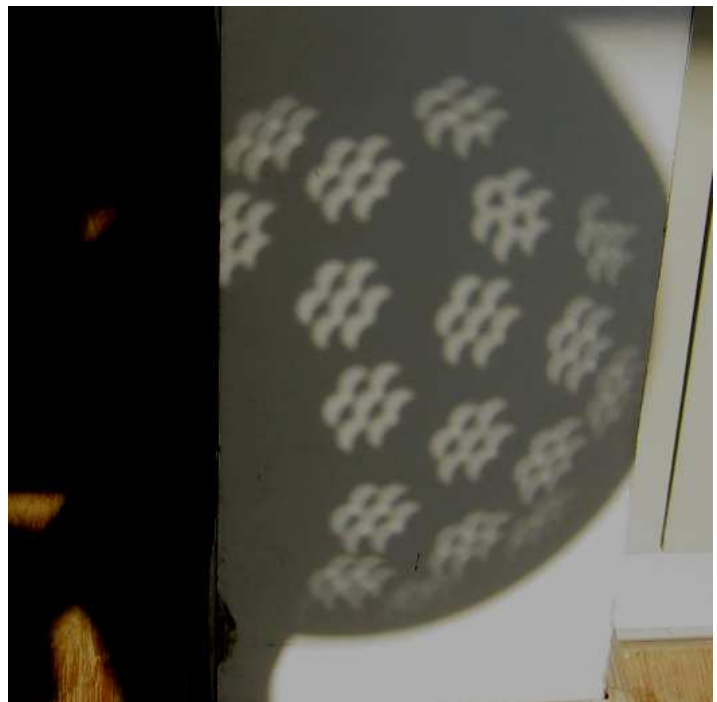
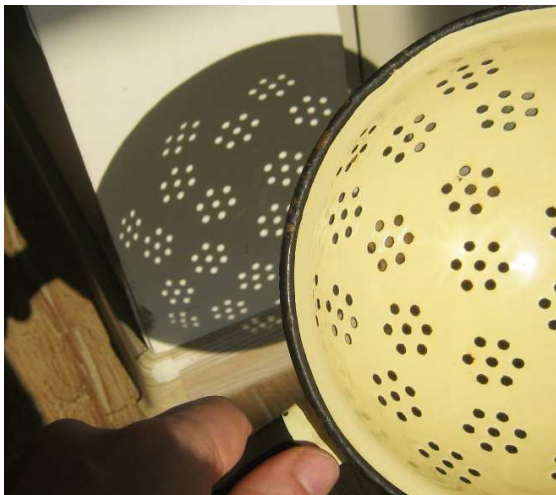
3. В цилиндрическом сосуде с площадью основания  $100 \text{ см}^2$  в воде плавает кусочек льда и пенопластовый брусочек, соединённые легкой нитью, перекинутой через невесомый блок, прикрепленный к дну (рис. 2). Как и на сколько изменится уровень воды в сосуде после того, как лёд растает и брусочек

всплывёт? Сила натяжения нити в начале наблюдения равна  $2\text{ Н}$ . При вычислениях считайте  $g=10\text{ Н/кг}$ , плотность воды  $1000\text{ кг/м}^3$ .



4. На фотографіях, що зроблені 20.03.2015, видно тінь від друшляка в сонячному промені. Видно, що при невеликій відстані від друшляка до стіни, дірочки зображуються рівними колами. При віддаленні від стіни зображення дірочок незвичайним чином деформуються. За яких обставин були зроблені ці фотографії? Якою має бути відстань від друшляка до стіни, щоб спостерігався цей ефект? Предмети на фотографії зменшено в 4 рази; радіус Сонця  $700\,000\text{ км}$ , Землі  $6400\text{ км}$ , Місяця  $1700\text{ км}$ ; відстань від Землі до Сонця  $150\text{ млн км}$ .

4. На фотографиях, сделанных 20.03.2015, видна тень от дуршлага в солнечном луче. Видно, что при небольшом расстоянии от дуршлага до стены, дырочки изображаются равными кружочками. При удалении от стены изображения дырочек необычным образом деформируются. При каких обстоятельствах были сделаны эти фотографии? Каким должно быть расстояние от дуршлага до стены, чтобы наблюдался этот эффект? Предметы на фотографии уменьшены в 4 раза; радиус Солнца  $700\,000\text{ км}$ , Земли  $6400\text{ км}$ , Луны  $1700\text{ км}$ ; расстояние от Земли до Солнца  $150\text{ млн км}$ .



## СТАРША ЛІГА

1. Коли температура на вулиці дорівнює  $-23^{\circ}\text{C}$ , у приміщенні підтримується температура  $17^{\circ}\text{C}$  завдяки трубі гарячого водопостачання, що проходить через це приміщення. Температура води на вході труби  $77^{\circ}\text{C}$ , на виході температура води зменшується до  $32^{\circ}\text{C}$ . Коли температура води на вході зменшилася, для підтримання початкової температури в приміщенні довелося збільшити швидкість руху води в трубі вдвічі. Якою стала температура води на вході труби?

1. Когда температура на улице равна  $-23^{\circ}\text{C}$ , в помещении поддерживается температура  $17^{\circ}\text{C}$  за счёт трубы горячего водоснабжения, проходящей через это помещение. Температура воды на входе трубы  $77^{\circ}\text{C}$ , на выходе температура воды уменьшается до  $32^{\circ}\text{C}$ . Когда температура воды на входе уменьшилась, для поддержания прежней температуры в помещении пришлось увеличить скорость движения воды в трубе в два раза. Какой стала температура воды на входе трубы?

2 (11 клас). У рівномірно зарядженій сфері радіуса  $R$  із зарядом  $q$  зробили маленький круглий отвір. Визначте напруженість електричного поля в центрі отвору.

2 (11 класс). В равномерно заряженной сфере радиуса  $R$  с зарядом  $q$  проделали маленькое круглое отверстие. Найдите напряженность электрического поля в центре отверстия.

2 (10 клас). На пожежний шланг, площа перерізу якого  $S_1$ , встановили насадку, що звужує потік води до площі  $S_2$ . Струмінь води виходить із такого шлангу зі швидкістю  $v$ . Визначте величину та напрям сили, з якою вода діє на насадку.

2 (10 класс). На пожарный шланг, площадь сечения которого  $S_1$ , установили насадку, сужающую поток воды до площади  $S_2$ . Струя воды выходит из такого шланга со скоростью  $v$ . Найти величину и направление силы, с которой вода действует на насадку.

3. Астронавт, який перебуває на астероїді, що має форму кулі, не вигадав кращої розваги, аніж підкидати вертикально вгору невеликий камінець. Відомо, що на Землі він міг підкинути камінець на висоту 20 м. На яку висоту астронавт підкине його на астероїді? Радіус астероїда 10 км, його густина  $5000\text{ кг/м}^3$ , гравітаційна стала  $6,67 \times 10^{-11}\text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$ .

3. Астронавт, находясь на астероиде, имеющем форму шара, не придумал лучшего развлечения, кроме как подбрасывать вертикально вверх небольшой камешек. Известно, что на Земле он мог подбросить камешек на высоту 20 м. На какую высоту астронавт подбросит его на астероиде? Радиус астероида 10 км, плотность  $5000\text{ кг/м}^3$ , гравитационная постоянная  $6,67 \times 10^{-11}\text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$ .

4. Математичний маятник з в'язким тертям характеризується частотою коливань  $\omega$  та декрементом згасання  $\delta$  (за час  $1/\delta$  амплітуда коливань згасає в  $e = 2,718\dots$  разів). Відхилення маятника від положення рівноваги вважаємо малими. При проходженні тягарця через положення рівноваги його швидкість кожного разу збільшується на фіксовану величину  $\Delta v$  (це найпростіша модель механічного годинника з анкерним механізмом). Знайдіть максимальну швидкість усталених коливань тягарця як функцію  $\Delta v$ . Покажіть, що усталені коливання є стійкими щодо випадкової зміни їхньої амплітуди (при цьому для спрощення можна вважати  $\Delta v$  малою величиною).

4. Математический маятник характеризуется частотой колебаний  $\omega$  и декрементом затухания  $\delta$  (за время  $1/\delta$  амплитуда колебаний затухает в  $e = 2,718\dots$  раз). Отклонения маятника от положения равновесия считать малыми. При прохождении груза через положение равновесия его скорость каждый раз увеличивается на фиксированную величину  $\Delta v$  (это простейшая модель механических часов с анкерным механизмом). Найдите максимальную скорость установившихся колебаний груза как функцию  $\Delta v$ . Покажите, что установившиеся колебания устойчивы относительно случайного изменения их амплитуды (при этом для упрощения можно считать  $\Delta v$  малой величиной).

5. «Трійник» з двома відкритими в атмосферу вертикальними стойками і однією горизонтальною закритою заповнений водою. «Трійник» почали рухати, плавно збільшуючи прискорення до значення  $a$  по горизонталі (в площині рисунку ліворуч). Коли прискорення встановилось, виявилось, що з посудини вилилось  $1/16$  маси всієї води. Чому дорівнює тиск рідини у закритого кінця (точка О) горизонтальної трубки? Внутрішній поперечний переріз усіх трубок однаковий, довжини всіх трубок однакові та дорівнюють  $l$ , атмосферний тиск  $p_a$ .

5. «Тройник» с двумя открытыми в атмосферу вертикальными стойками и одной горизонтальной закрытой заполнен водой. «Тройник» начали двигать, плавно увеличивая ускорение до значения  $a$  по горизонтали (в плоскости рисунка влево). Когда ускорение установилось, оказалось, что из сосуда вылилось  $1/16$  массы всей воды. Каково давление жидкости у закрытого конца (точка  $O$ ) горизонтальной трубки? Внутреннее поперечное сечение всех трубок одинаково, длины всех трубок одинаковы и равны  $l$ , атмосферное давление  $p_a$ .

