

ППМГ „АКАД. НИКОЛА ОБРЕШКОВ“  
IV ППМГ БУРГАС CHALLENGE

Състезание по физика, 28 май 2022 г.

Тема за 7-8 клас

**Задача 1. Пиратска физика.**

Задачата се състои от две независими части.

**1.1. Съкровище.**

Пирати искат да пуснат сандък със златни монети на дъното на залив. Сандъкът не пропуска вода и има формата на паралелепипед с *външни* размери  $a = 30$  cm,  $b = 25$  cm и  $c = 20$  cm, като „долната“ основа (върху която са монетите) е с външни размери  $a \times b$ .

**1.1.1.** При каква минимална маса на монетите  $m_0$  сандъкът ще потъне? В тази част на задачата масата на сандъка се приема за пренебрежимо малка. **1 точка**

Нека шестте стени на сандъка имат дебелина  $d_0 = 2$  cm, при което пространството в сандъка също има формата на паралелепипед.

**1.1.2.** Намерете минималната плътност  $\rho_0$  на материала, от който е изработен сандъкът, така че той да може да потъне празен. **2 точки**

Пиратите избират да използват сандък със стени от мрамор, дебели  $d = 1$  cm. В сандъка те слагат  $m = 3.2$  kg монети, но откриват, че той не може да потъне. Пиратите отварят сандъка и доливат вода до минималното ниво  $h$  (фиг. 1), при което затвореният сандък ще може да потъне. Приемете, че не остават монети над долятата вода.

**1.1.3.** Намерете нивото на долятата вода  $h$ . **3 точки**

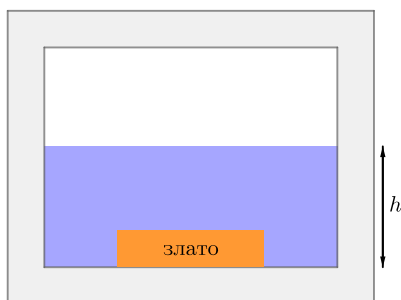
**1.2. Преследване.**

В безветрено време пиратска галера (кораб с гребла) с постоянна скорост  $v_1 = 4$  km/h е преследвана по права линия от галера патрул с по-висока постоянна скорост. Пиратите забелязват, че патрулът е на  $s = 2.4$  km от тях и че ще ги настигне след време  $\Delta t = 72$  min. Капитанът на пиратите вижда пред себе си слой плътна мъгла и решава да изненада патрула. Влизайки в мъглата, пиратският кораб веднага започва завой по полукръг, така че когато патрулът, продължавайки по права линия, влезе в мъглата, пиратският кораб тъкмо да излезе от мъглата и да обстреля патрула (фиг. 2).

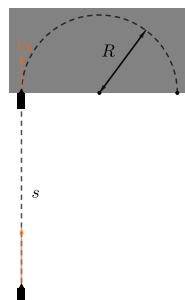
**1.2.1.** Намерете необходимия за маневрата радиус на завоя  $R$ . **2 точки**

Маневрата се оказва успешна, и пиратите стрелят с оръдие в задната част на кораба им, *насочено* към носа на галерата патрул, (в направление към „ $\times$ “ на фиг. 3). Снарядът пътува с хоризонтална скорост  $u = 300$  m/s спрямо изстрелващия го кораб. Галерата патрул има дължина  $L = 40$  m. Вертикалната скорост на снаряда е избрана така, че той да падне по линията на движение на патрула.

**1.2.2.** Ако прицелът на оръдието е точен, проверете дали снарядът ще уцели галерата патрул, или тя ще се измести достатъчно напред преди снарядът да падне. **2 точки**



Фигура 1



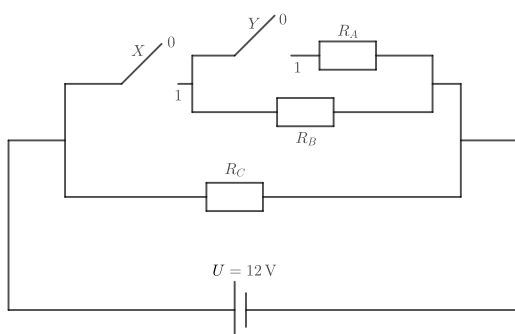
Фигура 2



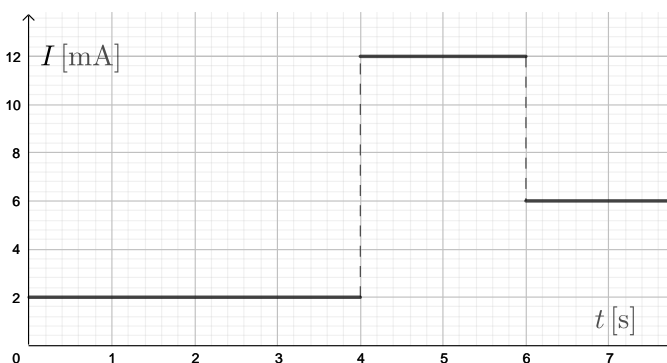
Фигура 3

**Задача 2. Вериги с няколко ключа.**

Експериментаторът Гошо, който може би познавате от предишни задачи, сега се забавлява с електрически вериги с резистори и ключове. Резисторите имат неизвестно съпротивление, което теоретикът Пешо иска да намери. Гошо първо сглобява верига с два ключа, която е показана на фиг. 4. Всеки от ключовете ( $X$ ,  $Y$ ) може да се намира в едно от две положения (0 или 1). Броейки от началния момент ( $t = 0$  s), на всеки две секунди Гошо премества някой от ключовете във веригата в друго положение. През цялото време Пешо измерва тока през батерията. Резултатите му за тока в зависимост от времето са дадени на фиг. 5.



Фигура 4



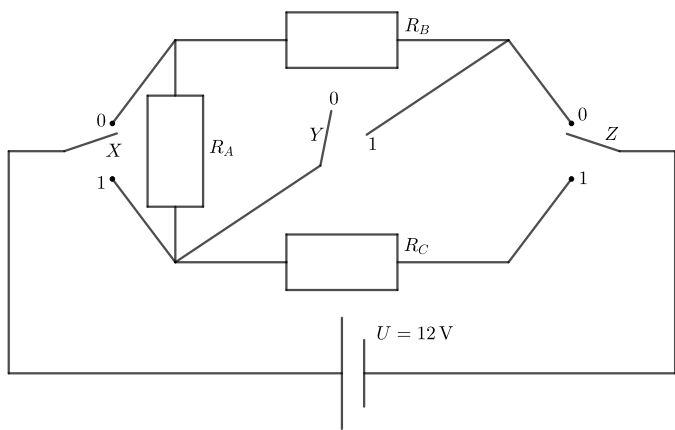
Фигура 5

**2.1.** В каква конфигурация (например  $\{X1, Y0\}$ ) са ключовете в началото? **1 точка**

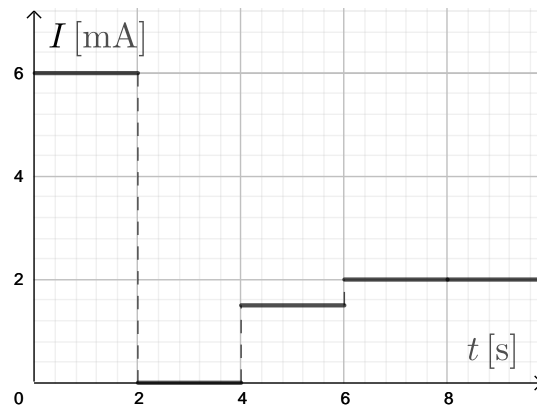
**2.2.** Намерете съпротивленията на резисторите  $R_A$ ,  $R_B$  и  $R_C$ . **3 точки**

Гошо сега сглобява верига с три ключа, показана на фиг. 6. Графиката на тока в зависимост от времето е дадена на фиг. 7.

**2.3.** Намерете тока през батерията при конфигурации на ключовете  $\{X0, Y0, Z0\}$  и  $\{X0, Y0, Z1\}$ . **6 точки**



Фигура 6



Фигура 7

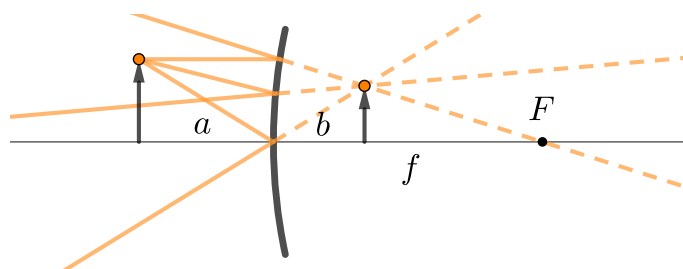
### Задача 3. Въздушен хокей.

Както знаем, след преминаване през леща или отразяване от огледало, лъчите от точков източник на светлина променят посоката си. И в двата случая се оказва, че тези отклонени лъчи (или продълженията им) се пресичат в една точка. За наблюдателя изглежда, че всички отклонени лъчи сякаш идват от тази пресечна точка. В този смисъл тя е еквивалентна на източника. Тази точка наричаме *образ* на източника.

Даваме за пример на фиг. 8 и фиг. 9 образа на свещ в изпъкнало сферично огледало. При предметно разстояние (източник-огледало)  $a = 30$  cm и фокусно разстояние  $f = 60$  cm за наблюдателя изглежда, че има втора свещ на  $b = 20$  cm зад огледалото. Всъщност на 20 cm зад огледалото се пресичат продълженията на отразените от огледалото лъчи. Получава се образ, от който ни изглежда, че идват лъчите.



Фигура 8



Фигура 9

На фиг. 10 е даден източник  $A$ , плоско огледало  $O$  и точка  $B$ .

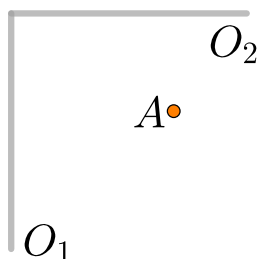


Фигура 10

**3.1.** Постройте лъча от  $A$ , който след отражение преминава през  $B$ .

**2 точки**

На фиг. 11 са показани източник  $A$  и две плоски огледала  $O_1$  и  $O_2$ , сключващи прав ъгъл помежду си.



Фигура 11

**3.2.** Постройте всички образи на  $A$  от огледалата.

**2 точки**

Малка шайба се поставя върху маса за въздушен хокей (вж. работните листи). При движението си шайбата има постоянна скорост, а отраженията на шайбата в стените стават огледално.

**3.3.** Отбележете всички участъци от стените на масата, в които може да забием шайбата, така че тя да попадне в противниковата врата след едно отражение. **1 точка**

**3.4.** Отбележете всички участъци от стените на масата, в които може да забием шайбата, така че тя да попадне в противниковата врата след две отражения. **2 точки**

**3.5.** Отбележете всички участъци от стените на масата, в които може да забием шайбата, така че тя да попадне в противниковата врата след три отражения. **3 точки**

*Указание: Ако не разполагате с принтер, пречертайте достоверно в писмената си работа чертежите отговори в тази задача. При масата за въздушен хокей размерите на вратите, разстоянието врата-шайба и двете страни на масата се отнасят както 1:1:3:6.*

*Справочни данни:*

Плътност на водата –  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$

Плътност на златото –  $\rho_g = 19\,300 \text{ kg/m}^3$

Плътност на мрамора –  $\rho_m = 2700 \text{ kg/m}^3$

**Време за работа – 4 часа.  
Успех!**

РАБОТЕН ЛИСТ

*Разпечатайте или пречертайте и предайте заедно с решението на Задача 3.3.*



РАБОТЕН ЛИСТ

*Разпечатайте или пречертайте и предайте заедно с решението на Задача 3.4.*



РАБОТЕН ЛИСТ

*Разпечатайте или пречертайте и предайте заедно с решението на Задача 3.5.*

