

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА**

София, 22 април 2023 г.

**Тема за втора състезателна група (8. клас)**

**Задача 1. Равновесие** (задачата се състои от две независими части)

**Част 1.** На хоризонтална дъска са поставени три тела – дървено кубче, шестоъгълна гайка и триъгълна призма. Дъската започва да се накланя бавно, както е показано на фиг. 1 (а), докато заеме вертикално положение. В какъв ред ще започнат да се търкалят трите тела по дъската? Обосновете отговора си и го илюстрирайте с подходящ чертеж.

Приемете, че триенето между телата и дъската е толкова голямо, че когато дъската се накланя, всяко от телата първо се преобръща и започва да се търкаля по нея, без да се хлъзга по повърхността ѝ. Телата са отместени едно спрямо друго в направление, перпендикулярно спрямо чертежа, така че дори по-горно тяло да започне да се търкаля по-рано, то няма да се удари в телата под него.

**Част 2.** Парче тел с дължина 24 cm е огънато по средата под ъгъл  $90^\circ$ , така че образува рамка с формата на латинската буква „L”. Едната половина на рамката се намира върху хоризонтална маса, а другата половина – виси надолу, както е показано на фиг. 1 (б). На какво максимално разстояние  $x$  от ръба на масата може да бъде отместен върхът на рамката (вж. фигурата), без тя да се наклони или преобърне?

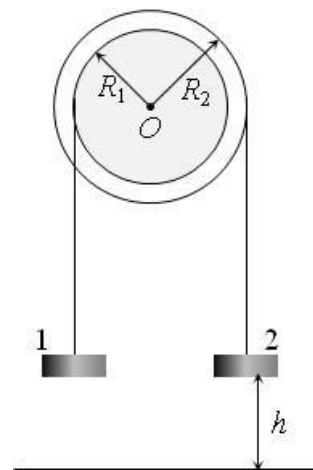


**Фиг. 1**

**Задача 2. Трупчета и макари**

Лека макара има два улея с различен радиус, съответно  $R_1 = 4$  cm и  $R_2 = 5$  cm, както е показано на фигурата. Макаратата може да се върти без триене около неподвижна хоризонтална ос  $O$ . Около двата улея са намотани тънки леки нишки, на чиито свободни краища от различни страни спрямо оста са окачени две теглилки, 1 и 2, с еднаква маса  $m = 0,1$  kg.

В началния (нулев) момент теглилките са неподвижни и се намират на еднаква височина  $h = 0,5$  m над хоризонтален под. След това теглилките са оставени да се движат, при което една от тях започва да се спуска надолу, а другата – да се издига нагоре. Приемете, че по време на движението на теглилките: 1) никоя от нишките не се размотава изцяло; 2) теглилката, която се издига, не се удря в макаратата.



а) Коя от двете теглилки започва да се спуска и коя – да се издига? Обосновете отговора си. **[1,5 т]**

б) Нека в определен момент скоростите на теглилките са  $v_1$  и  $v_2$  съответно. Изразете отношението  $v_1/v_2$  чрез дадените в условието величини. **[2,0 т]**

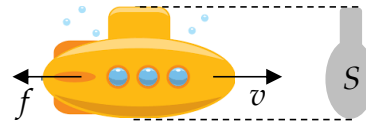
в) Определете скоростите на теглилките в момента, когато движещата се надолу теглилка достига пода? [5,5 т]

г) На каква максимална височина  $h_{\max}$  над пода се издига другата теглилка? [1,0 т]

В тази задача можете да приемете, че  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ .

### Задача 3. Потъване

На тяло, движещо се в течност или газ, освен изтласкващата сила, действа и сила на съпротивление  $f$  в посока, противоположна на посоката на неговата скорост  $v$ , както е илюстрирано на фиг. 3 а. Големината на силата на съпротивление зависи от скоростта на тялото по закона:

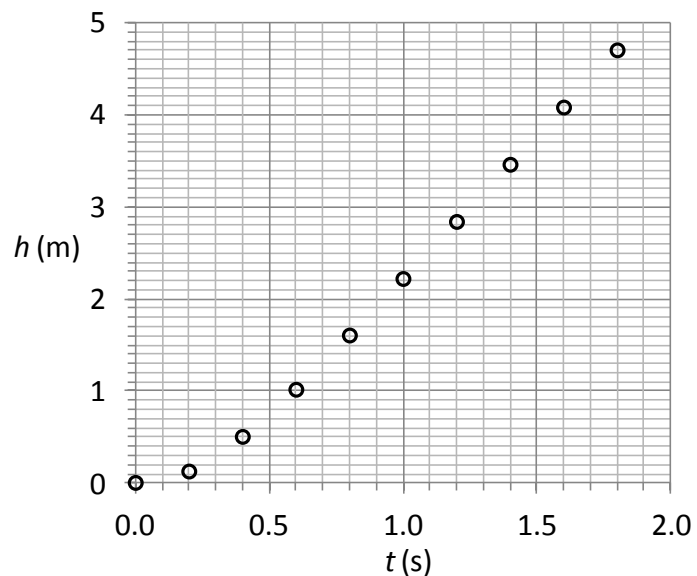


Фиг. 3 а

$$f = C\rho_0v^2S,$$

където  $\rho_0$  е плътността на течността, а  $S$  е лицето на напречното сечение на тялото, т.е. лицето на фигурата, която бихме виждали, ако гледаме срещу движещото се към нас тяло, както е показано на фиг. 3 а. Коефициентът  $C$  се нарича *коефициент на челно съпротивление* и зависи от конкретната форма на тялото.

Метално кълбо с радиус  $R$  и с плътност  $\rho$  е пуснато да потъва с нулева начална скорост в течност с по-малка плътност  $\rho_0$ . Ако течността е достатъчно дълбока, кълбото достига определена гранична скорост  $v_T$ , след което продължава да се движи равномерно. Приемете, че в началния момент кълбото е изцяло потопено в течността.



Фиг. 3 б

а) Определете ускорението  $a_0$  на кълбото в момента, когато е пуснато да потъва. [2,5 т]

б) Получете израз за граничната скорост  $v_T$ , която достига кълбото. [2,5 т]

В точки а) и б) изразете търсените величини посредством  $\rho$ ,  $\rho_0$ ,  $R$ , земното ускорение  $g$  и коефициента  $C$  на челно съпротивление на кълбото.

в) В басейн е пуснато да потъва метално кълбо с радиус  $R = 10 \text{ cm}$ . На фиг. 3 б са дадени експериментално измерени данни за дълбочината  $h$  на горния край на кълбото в различни моменти от време  $t$ , преди кълбото стигне дъното. Като използвате данните от графиката, определете приблизително плътността  $\rho$  на метала и коефициента  $C$  на челно съпротивление на кълбото. [5,0 т]

### Данни и полезни формули:

Земно ускорение,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ;

Плътност на водата,  $\rho_0 = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;

Лице на кръг:  $S = \pi R^2$  и обем на кълбо:  $V = (4/3)\pi R^3$ .