

**НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА**  
**11-13 март 2005 година, гр. Шумен**  
**РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ**  
 по темата за 10. клас

**Задача 1.**

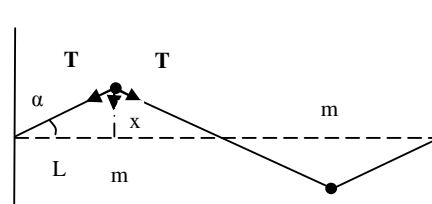
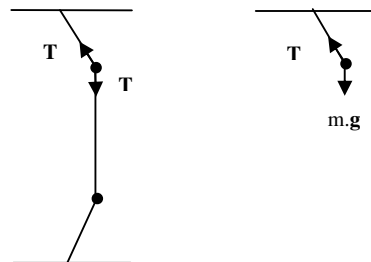
а) При отклонението, представено на *фиг. 1а* може да се използва аналогия с математично махало, но в този случай ролята на земното ускорение  $g$  ще играе отношението  $T/m$  ( 1 точ.), откъдето намираме за

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{T}{m.L}} \quad (1 \text{ т.})$$

б) От чертежа се вижда, че възвръщата сила е  $F=2.T.\sin\alpha$  ( 1 точ.). Ъгълът  $\alpha$  може да представим от  $tga=x/L$  ( 1 точ.), и за малки ъгли  $\sin\alpha \approx tga$  откъдето получаваме за възвръщата сила  $F=(2.T/L)x$  ( 1 точ.), което съвпада с израза за хармонична сила  $F=k.x$  при  $k=(2.T/L)$  ( 1 точ.). Окончателно за честотата получаваме

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2.T}{m.L}} \quad (1 \text{ точ.})$$

в) При произволно малко отклонение, движението ще бъде суперпозиция от двете трептения. Периодите на трептения определяме от  $T_{har} = 1/\nu$ . Оттук получаваме  $T_1/T_2=\sqrt{2}$  ( 1 точ.)– те нямат най-малко общо кратно и следователно движението няма да бъде нито хармонично ( 1 точ.), нито периодично ( 1 точ.).



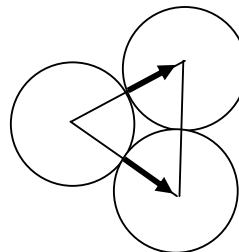
**Задача 2.**

а) От законите за запазване на импулсът и енергията, при централен удар на две еднакви тела се обменят скоростите ( 1 точ.) – оттук следва, че първото и второто тяло ще останат неподвижни ( 1 точ.), а третото тяло ще придобие скорост  $u$  ( 1 точ.).

б) От огледалната симетрия спрямо оста, по която се движи първото тяло, следва че компонентите на скоростта на 2-то и 3-то тела по оста ще имат една и съща стойност, а перпендикулярно на нея – равни по големина, но противоположни по знак ( 1 точ.).

- 1)  $u = v_{1x} + v_{2x} + v_{3x}$  ( 1 точ.)
- 2)  $v_{2y} = -v_{3y}$  ( 1 точ.)
- 3)  $u^2 = v_1^2 + v_2^2 + v_3^2$  ( 1 точ.)
- 4)  $v_2^2 = v_{2x}^2 + v_{2y}^2$  ( същото е в сила и за  $v_3$ )
- 5)  $v_{2x} = v_{3x}$  ( 1 точ.)

Но горните уравнения не позволяват да се определи отношението между  $x$  и  $y$  компонентите на скоростта за 2-та и 3-та частици. Това може да направим от модел на удара, при които центровете на трите диска по време на удара са разположени на върховете на равностранен триъгълник. При този модел следва, че



$$v_{2x} = v_2 \cos(30^\circ) = v_2 \sqrt{3}/2 \quad \text{и}$$

$$v_{2y} = v_2 \sin(30^\circ) = v_2 / 2 \quad (1 \text{ точ.})$$

откъдето получаваме

$$u = v_1 + v_2\sqrt{3}$$

$$u^2 = v_1^2 + 2 \cdot v_2^2$$

откъдето получаваме

$$v_1 = -\frac{u}{5} \quad (1 \text{ точ.}) \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{2\sqrt{3} \cdot u}{5} \quad (1 \text{ точ.})$$

### Задача 3.

а) От разликите в моментните скорости се вижда, че от  $v=12.8829$  те намаляват и следователно ускорението е отрицателно  $S=33,9506$  до  $S=40,2849$  (1 точ.)

б) За да определим ускорението от табличните стойности използваме връзката:

$$\Delta v / \Delta s = (\Delta v / \Delta t) / (\Delta s / \Delta t) = a / v$$

$$a = v \cdot (\Delta v / \Delta s) \quad (1 \text{ точ.})$$

За по-голяма точност на определянето на ускорението е необходимо отношението  $\Delta v / \Delta s$  да бъде изчислено както от дясно, така и от ляво на текущата стойност на  $v$  и след това да се вземе средната стойност от двете.

$S (m)$	$v (m/s)$	$a (m/s^2)$	$S (m)$	$v (m/s)$	$a (m/s^2)$
27.6029	12.3008	2.40	35.2377	12.8511	-0.558
28.8442	12.5163	1.91	36.5192	12.7719	-1.02
30.1045	12.6827	1.41	37.7906	12.6470	-1.47
31.3791	12.7993	0.916	39.0472	12.4786	-1.89
32.6627	12.8659	0.417	40.2849	12.2695	-2.28
33.9506	12.8829	-0.0756			

Стойностите на ускорението са дадени с три значещи цифри. Оценяването зависи от точността, която са постигнали учениците. Ако първите две значещи цифри съвпадат, а третата се различава с не-повече от 2 единици ( т.е. +/- 002) – по 1 точ. за всяка изчислена стойност. При точност +/- 005 – по 0,5 точ. В противен случай – 0 т. Общият брой точки по условия а) и б) на задача 3 не може да бъде повече от 10!