

# МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

## ТЕМА

за общинския кръг на олимпиадата по ФИЗИКА - 19 февруари 2017 г.

### ЧЕТВЪРТА СЪСТЕЗАТЕЛНА ГРУПА

(ученици, които през настоящата учебна година изучават

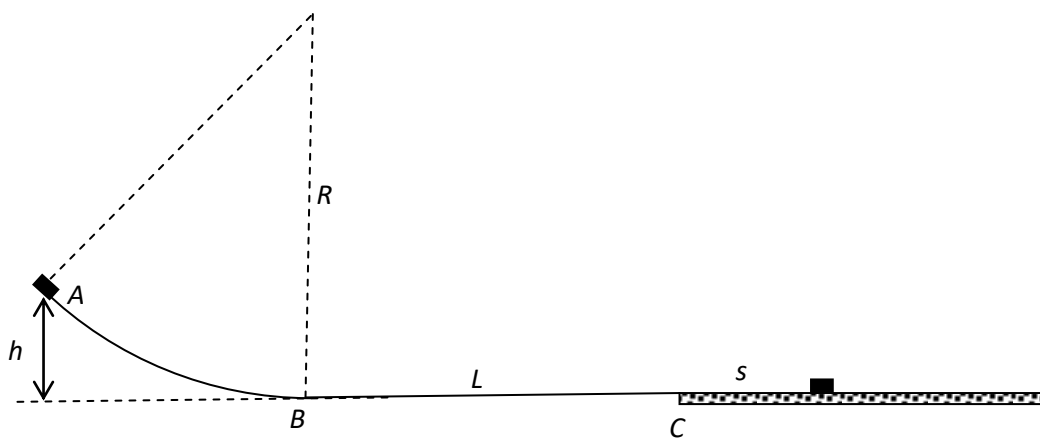
учебно съдържание за X-XII клас)

Уважаеми ученици, времето за работа е четири астрономически часа!

#### **Задача 1. Коктейл от движения**

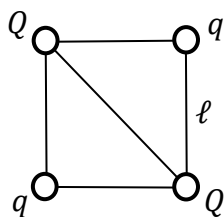
Малко тяло е пуснато да се хлъзга без начална скорост от височина  $h = 0,2$  m по наклонен улей  $AB$  с форма на дъга от окръжност с радиус  $R = 1$  m, както е показано на фиг. 1. В най-ниската си част улеят преминава в хоризонтална равнина  $BC$  с дължина  $L = 2$  m. Можете да приемете, че при движението си от точка  $A$  до точка  $C$  тялото се хлъзга без триене. След точка  $C$  тялото попада на хоризонтален грапав участък, където спира поради действащата му сила на триене на разстояние  $s = 0,5$  m от точка  $C$ . Приемете, че  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

- а) Пресметнете максималната скорост  $v_m$ , която тялото достига по време на движението си. [2 т.]
- б) Колко е коефициентът на триене  $k$  между тялото и грапавия участък? [3 т.]
- в) Колко време  $t$  продължава движението на тялото? [5 т.]



Фиг. 1

### Задача 2. Електростатика.



Фиг. 2

Четири положително заредени малки топчета са свързани с безмасови непроводящи неразтегливи нишки, както е показано на фиг. 2. Топчетата са в равновесно състояние във върховете на квадрат със страна  $l$ . Големината на зарядите е указана на фигурата, като  $Q > q$ . Електричната константа е  $k$ .

- а) Намерете големините на сумарните електрични сили  $\vec{F}_{дл}$  и  $\vec{F}_{дд}$ , с които останалите три заредени топчета действат на долните две (ляво и дясно) топчета. [4 т.]
- б) На колко е равен електричният потенциал  $\varphi$  в центъра на квадрата? [2 т.]
- в) Намерете силата на опън  $T$  на диагоналната нишка. [4 т.]

### Задача 3. Преминаване на лъч през пластинки.

а) Лъч пада върху плоскопаралелна пластинка с дебелина  $h$  и показател на пречупване  $n$ . Ъгълът на падане е  $\alpha$ . Преминалият след две пречупвания през пластинката лъч е успореден на падащия и отместен спрямо него на разстояние  $d$ . Получете формула за отместването  $d$ , която да съдържа само  $n$ ,  $h$  и  $\sin \alpha$ . Приемете, че от двете страни на пластинката средата (въздух) има показател на пречупване  $n_0 = 1$ . [4 т.]

б) Оптична система се състои от 10 пластинки, които са разположени ветрилообразно (виж фигурата, нарисувани са само първите 3 пластинки!), като всяка една сключва със съседните си един и същ ъгъл  $\beta = 20^\circ$ . Пластинките са тънки, с дебелина  $h$ , показател на пречупване  $n$  и много голяма дължина  $L$ , ( $L \gg h$ ). Лъч пада перпендикулярно на първата и преминава общо през  $k$  от тях преди да напусне системата от пластинки. Колко е числото  $k$ ? [1 т.]

в) Напусналият системата лъч, след преминаване през  $k$  пластинки, е успореден на идващия към нея, но е отместен на разстояние  $D$ . Изчислете  $D$  в mm, ако  $h = 1,00$  mm и  $n = 1,50$ . [3 т.]

г) Освен лъчът, преминал системата след преминаване през  $k$  пластинки, има и няколко лъчи, получени след последователни преминавания и отражения. Проследете пътя на лъча, който се отразява последователно от втората и първата пластинка,

оставайки във въздушния клин между тях. Общо колко отражения  $m$  ще претърпи от тези две пластинки лъчът, преди да напусне системата? [2 т.]

*Полезна математика:*

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$\varphi$ , deg	$\sin \varphi$
20	0,3420
40	0,6428
60	0,8660
80	0,9848

