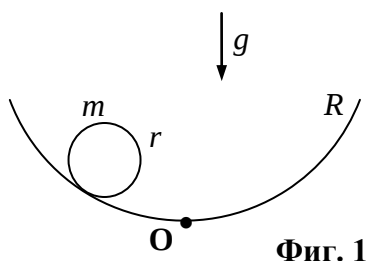


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

Казанлък, 11–13 април 2014 г.

Тема за 10.–12. клас – II етап

Задача 1. Търкалящо се кълбо



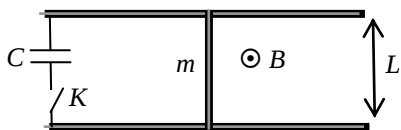
Върху вътрешната страна на неподвижна сфера с радиус $R = 60$ cm е оставено свободно да се търкаля без хлъзгане еднородно кълбо с маса $m = 1$ kg и радиус $r = 7$ cm, както е показано на фиг. 1. В началния момент от времето кълбото е неподвижно. Може да използвате, че инерчният момент на кълбото спрямо ос, минаваща през центъра му, е равен на $I = 2mr^2/5$. Приемете, че земното ускорение е $g = 10$ m/s².

А) Ако първоначално центърът на кълбото е на височина $2r$ над най-ниската точка от сферата **O**, намерете големината на скоростта v на центъра на кълбото, когато той се намира в най-ниската точка от своята траектория. [2 т.]

Б) На колко е равен периодът T на малките трептения, които извършва кълбото, когато е оставено да се търкаля в непосредствена близост до т. **O**? За малки ъгли в радиани е изпълнено, че $\sin \theta \approx \theta$. [4 т.]

Задача 2. Електромагнитно оръдие

Върху две успоредни, хоризонтални метални релси е поставена метална пръчка с маса $m = 1,0$ g и със съпротивление $R = 0,5$ Ω . Дължината на пръчката е равна на разстоянието между релсите $L = 10$ cm, както е показано на фиг. 2. Релсите се намират в еднородно магнитно поле с индукция $B = 0,1$ T, насочена от чертежа към вас. Към релсите е свързан кондензатор с капацитет $C = 1,0$ F, зареден до начално напрежение $U_0 = 5,0$ V. Индуктивността на системата се пренебрегва.



Фиг. 2

А) След затваряне на ключа K , пръчката започва да се движи надясно (да се отдалечава от кондензатора). Означете на чертеж знаците на зарядите върху плочите на кондензатора. [0,5 т.]

Б) Пресметнете ускорението a_0 на пръчката непосредствено след затварянето на ключа. [1,0 т.]

В) Получете израз и пресметнете граничната скорост v_{∞} , която би достигнала пръчката, ако дължината на релсите не беше ограничена. [3,0 т]

Г) При каква индукция B на полето пръчката би достигнала максимална гранична скорост $v_{\max}$? Пресметнете големината на $v_{\max}$. [2,5 т]

Задача 3. Разсейване на Менделщам – Брилюен в течности

В течност с показател на пречупване n се разпространява звукова вълна със скорост u . Течността се облъчва с монохроматичен светлинен лъч с честота ν и с дължина на вълната λ във вакуум. След проникването и взаимодействието му с течността се наблюдават допълнително разсеяни лъчи, които сключват ъгъл θ с падащия лъч, и чиято честота е $\nu' = \nu - \Omega$ и $\nu'' = \nu + \Omega$. Като използвате корпускуларни представи както за светлината (фотони), така и за механичните трептения (фонони), определете честотата Ω . Процесите на взаимодействие включват фотон с честота ν , който излъчва фонон с честота Ω , при което се появява фотон с честота $\nu' = \nu - \Omega$ и взаимодействие на фотон с честота ν , който поглъща фонон с честота Ω , при което се появява фотон с честота $\nu'' = \nu + \Omega$. При пресмятанията използвайте, че скоростта на механичната вълна е много по-малка от скоростта на светлината в течността. [7 т]