

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА, 23.02.2020 г.

Тема за XI и XII клас (V състезателна група)

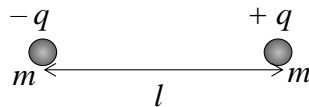
Задача 1. Свързани заряди

а) Две малки метални топчета с еднаква маса m се намират на разстояние l едно от друго (фиг. 1). На топчетата са придадени еднакви по големина и противоположни по знак заряди $+q$ и $-q$ съответно. Топчетата се намират във външно еднородно електрично поле.

- Определете големината E и посоката на интензитета на външното поле (изобразете я на чертеж), ако е известно, че топчетата се намират в равновесие. **(2,5 т.)**
- Устойчиво ли е равновесието на топчетата? Обосновете кратко отговора си, като използвате подходящ чертеж. **(1,5 т.)**

б) Двете топчета са свързани с неразтеглива изолираща нишка, без равновесието им да бъде нарушено. Отрицателно зареденото топче е осветено за кратко с ултравиолетово лъчение и поради фотоефект губи част от електроните си, като зарядът му става $q' = -q/4$. В резултат на това топчетата започват да се ускоряват във външното поле.

- Направете чертеж, на който да изобразите посоките на всички сили, действащи на топчетата. Определете големината T на силата на опън на нишката. **(6,0 т.)**



Фиг. 1

Задача 2. Магнитно задвижване

Пръчка графит с маса $m = 10 \text{ g}$ и с площ на напречното сечение $S = 1,0 \text{ cm}^2$ е поставена върху две хоризонтални метални релси a и b , свързани съответно към положителния и отрицателния полюс на източник на постоянно напрежение $U = 12 \text{ V}$, както е показано на фиг. 2(а). Дължината на пръчката е равна на разстоянието между релсите. Пръчката и релсите се намират в еднородно магнитно поле с неизвестна индукция B , чиято посока може да се променя. Приемете, че електричното съпротивление на релсите е пренебрежимо спрямо съпротивлението на пръчката. За да бъде изведена пръчката от равновесие, към нея се прилага външна сила, успоредна на релсите.

Когато магнитното поле е перпендикулярно на равнината на релсите, минималната сила, при която пръчката започва да се хлъзга по релсите, е $F_1 = 0,028 \text{ N}$. Ако полето е успоредно на релсите, минималната стойност на силата е $F_2 = 0,064 \text{ N}$.

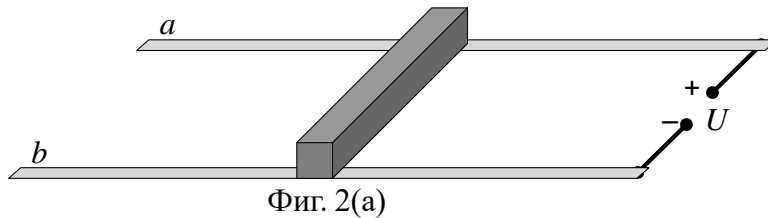
а) Във всеки от двата случая, изобразете на чертеж всички сили, действащи на пръчката, както и посоката на магнитната индукция на полето. Използвайте страничен изглед към релсата b , както е показано на фиг. 2(б). (3,0 т.)

б) Намерете големината B на индукцията на полето и коефициента k на триене между пръчката и релсите. (7,0 т.)

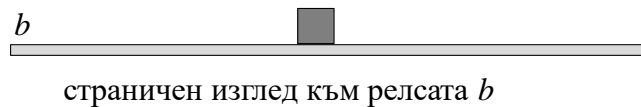
Данни:

- земно ускорение, $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- специфично съпротивление на графита, $\rho = 5,0 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$.

Важно уточнение: Индуцираното в електрическата верига ЕДН поради промяна на посоката на магнитното поле или поради отместване на пръчката графит се пренебрегва.



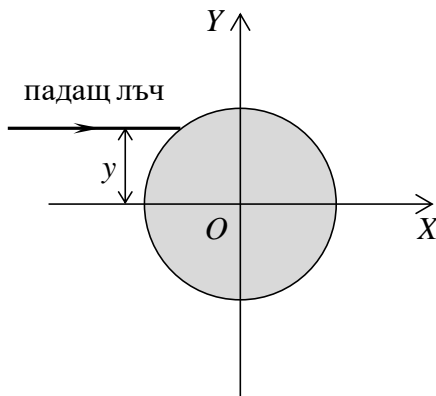
Фиг. 2(а)



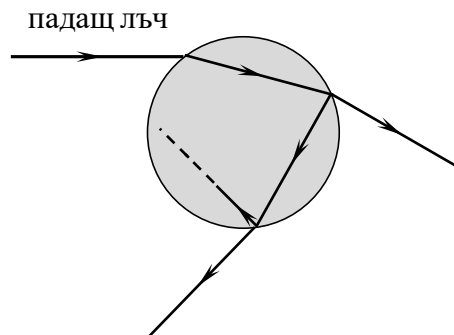
страничен изглед към релсата b

Фиг. 2(б)

Задача 3. Светлинен многоъгълник



Фиг. 3(а)



Фиг. 3(б)

Цилиндър от плексиглас (прозрачна пластмаса) с радиус $R = 10,0 \text{ cm}$ е поставен така, че центърът му се намира в началото O на координатна система OXY (фиг. 3(а)). Върху околната повърхност на цилиндъра пада светлинен лъч, успореден на оста X . Вертикалното отместване y на лъча спрямо центъра на цилиндъра може да се променя от 0 до R .

В тази задача е достатъчно да получите само числени отговори за търсените величини, без да давате буквени изрази.

а) Ако лъчът пада така, че почти да се допира до повърхността на цилиндъра, т.е. $y \approx R$, пречупеният в плексигласа лъч достига отново повърхността на цилиндъра в точка на разстояние $L = 14,9$ cm от точката на падане на светлината върху цилиндъра.

- Начертайте хода на падащия и на пречупения лъч и означете на чертежа съответно ъгъла на падане и ъгъла на пречупване. **(1,5 т.)**
- Определете показателя n на пречупване на плексигласа. **(3,5 т.)**

б) След като пречупеният лъч достига отново повърхността на цилиндъра, той частично се пречупва във въздуха и частично се отразява обратно в плексигласа. Така след неколkokратни отражения светлината се разпространява в плексигласа по начупена линия, както е показано на фиг. 3(б). При определени стойности на отместването y на падащия лъч спрямо центъра е възможно начупената линия да се „затвори“ така, че да образува правилен многоъгълник.

- Възможно ли е за цилиндър от плексиглас лъчите в цилиндъра да образуват равноностранен триъгълник или квадрат? Ако да, при какви стойности на y ? **(5,0 т.)**

Упътване. При падане на светлина върху цилиндрична повърхност ъглите на падане, отражение и пречупване се отчитат спрямо радиуса, минаващ през точката на падане.