

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика, 14-15 ноември 2015 г.
Велико Търново,
Тема за 8. клас, решения и указания

Задача 1. А) Плюшеното мече

Докато предметът пада покрай витрината, е в сила законът за пътя при равноускорително движение:

$$L = v_1 t + \frac{gt^2}{2} \quad (1 \text{ т})$$

където v_1 е скоростта, с която предметът достига горния край на витрината. Така определяме:

$$v_1 = \frac{L}{t} - \frac{gt}{2} = 9 \text{ m/s} \quad (0,5 \text{ т})$$

Ако t_1 е времето, за което предметът пада от балкона до горния край на витрината, имаме:

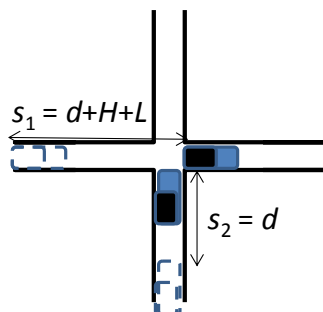
$$v_1 = gt_1 \quad (0,5 \text{ т})$$

$$h = \frac{1}{2}gt_1^2 \quad (0,5 \text{ т})$$

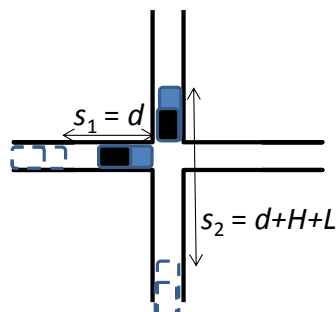
откъдето получаваме:

$$h = \frac{v_1^2}{2g} = 4,05 \text{ m} \quad (0,5 \text{ т})$$

Б) Разминаване



Случай I.



Случай II.

Разминаването е възможно в два случая:

I. Автомобилът 2 тръгва с толкова малко ускорение, че достига кръстовището, след като автомобилът 1 го е пресякъл. Максималното ускорение a_1 в този случай съответства на ситуацията, показана на фигурата вляво. За равномерно движение на автомобила 1 имаме:

$$d + H + L = vt \quad (1 \text{ т})$$

а за равноускорителното на автомобила 2:

$$d = \frac{1}{2}a_1 t^2 \quad (1 \text{ т})$$

Оттук намираме:

$$a_1 = \frac{2dv^2}{(d + H + L)^2} = 3,62 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ т})$$

II. Автомобилът 2 тръгва с толкова голямо ускорение, че пресича кръстовището преди автомобилът 1 да го е достигнал. Минималното ускорение a_2 в този случай съответства на ситуацията, показана на фигурата вдясно. За равномерното движение на автомобиля 1 имаме:

$$d = vt \quad (1 \text{ т})$$

а за равноускорителното на автомобиля 2:

$$d + H + L = \frac{1}{2} a_2 t^2 \quad (1 \text{ т})$$

Оттук намираме:

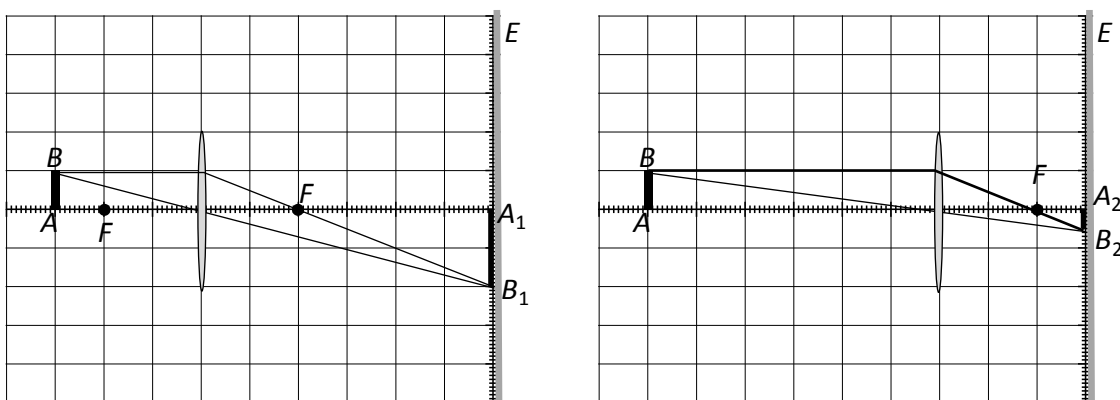
$$a_2 = \frac{2(d + H + L)v^2}{d^2} = 5,88 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ т})$$

Следователно автомобилите могат да се разминат, ако:

$$a < 3,62 \text{ m/s}^2 \text{ или } a > 5,88 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ т})$$

Задача 2. Оптични образи

А) Образът е действителен (0,5 т.), обърнат (0,5 т.) и уголемен (0,5 т.).



Б) Положение на образа A_1B_1 е показано на фигурата вляво. За правилно нанесен размер на образа – (0,5 т.). За правилно нанесени точки A_1 и B_1 – ($2 \times 0,5 \text{ т.} = 1,0 \text{ т.}$).

В) Лъч, минаващ през центъра на лещата, продължава без да се пречупва. Следователно центърът на лещата лежи на пресечната точка на правите AA_1 и BB_1 . За правилно геометрично построение – (1,0 т.).

Г) Построяваме хода на лъч, тръгващ от т. В успоредно на оптичната ос. След пречупване от лещата, той попада в т. B_1 . Фокусът F е пресечната точка на лъча с оптичната ос. За правилно геометрично построение – (1,0 т.).

Вторият фокус е разположен симетрично на първия спрямо лещата. За правилно геометрично построение – (1,0 т.).

Фокусното разстояние е равно на разстоянието от фокуса до центъра на лещата. Следователно:

$$f = 2 \text{ cm} \quad (1,0 \text{ т.})$$

Д) Лещата може да бъде поставена на 3 cm от екрана, както е показано на фигурата вдясно. (0,5 т.)

Построяваме образа A_2B_2 , като прекарваме лъчи, насочени към центъра на лещата (0,5 т.) и успоредно на оптичната ѝ ос (0,5 т.).
Образът е действителен (0,5 т.), обрънат (0,5 т.) и умален (0,5 т.).

Задача 3. Ехолокация

А) Ултразвуковият сигнал изминава общо разстояние:

$$s = 2L \quad (0,5 \text{ т})$$

с постоянна скорост c . Следователно:

$$ct = 2L \quad (0,5 \text{ т})$$

и

$$L = \frac{ct}{2} = 612 \text{ m} \quad (1,0 \text{ т})$$

Б) Нека t_1 е времето, което сигналът пътува, докато се отрази от движещия се обект. За това време обектът изминава разстояние $s_1 = vt_1$, а сигналът – $s_2 = ct_1$. Следователно

$$ct_1 + vt_1 = L \quad (1,0 \text{ т})$$

откъдето:

$$t_1 = \frac{L}{c + v} \quad (0,5 \text{ т})$$

Понеже сигналът изминава разстоянието s_2 и на връщане, общото му време на движение е:

$$t = 2t_1 \quad (0,5 \text{ т})$$

Следователно:

$$t = \frac{2L}{c + v} = 1,7 \text{ s} \quad (1,0 \text{ т})$$

В) Като използваме резултата от точка Б, намираме, че първият сигнал ще пътува време:

$$t_1 = \frac{2L}{c + v} \quad (0,5 \text{ т})$$

докато приемникът го регистрира. В момента на излъчване на втория сигнал обаче източникът се е приближил към ехолокатора на разстояние:

$$L' = L - v\Delta t_{\text{и}} \quad (1,0 \text{ т})$$

Следователно вторият импулс ще пътува по-кратко време:

$$t_2 = \frac{2L'}{c + v} = \frac{2(L - v\Delta t_{\text{и}})}{c + v} = t_1 - \frac{2v\Delta t_{\text{и}}}{c + v} \quad (0,5 \text{ т})$$

Понеже вторият импулс е излъчен по-късно от първия, той ще достигне приемника в момента $t_2 + \Delta t_{\text{и}}$ след излъчването на първия импулс. (1,0 т)

Следователно приемникът ще регистрира двата импулса през интервал от време:

$$\Delta t_{\text{п}} = (t_2 + \Delta t_{\text{и}}) - t_1 \quad (1,0 \text{ т})$$

Окончателно намираме:

$$\Delta t_{\text{п}} = \frac{(c - v)\Delta t_{\text{и}}}{c + v} = 0,016 \text{ s} \quad (1,0 \text{ т})$$