

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА  
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

11 – 13 ноември 2022 г., Сливен

Решения на задачите от Темата за 9. клас  
(трета възрастова група)

**Задача 1. Снимки на кола.** (при вярно получени, но по друг начин, отговори ученикът получава пълния брой точки за подусловие)

а) След като  $s_{67} = s_{78}$ , това означава, че още преди шестата снимка колата е достигнала максималната скорост  $v_{max}$ . [0,3 т.] Следователно  $v_{max} = \frac{s_{67}}{t_0}$  [0,5 т.]  $= \frac{15,00 \text{ m}}{1,00 \text{ s}} = 15,0 \text{ m/s}$ . [0,2 т.]

б) След като  $s_{56} < s_{67}$ , това означава, че колата е достигнала максималната скорост в момент време между петата и шестата снимка. [0,3 т.] От даденото  $s_{23} > 0$  следва, че между третата и петата снимка колата се е движила с ускорение  $a$ . [0,2 т.] Тогава  $s_{34} = v_3 t_0 + \frac{1}{2} a t_0^2$  и  $s_{45} = v_4 t_0 + \frac{1}{2} a t_0^2$ . [0,5 т.] Като извадим тези две уравнения, се получава  $s_{45} - s_{34} = v_4 t_0 - v_3 t_0 = (v_4 - v_3) t_0 = a t_0^2$ . Тогава  $a = \frac{s_{45} - s_{34}}{t_0^2}$  [0,5 т.]  $= \frac{10,50 \text{ m} - 5,50 \text{ m}}{(1,00 \text{ s})^2} = 5,00 \text{ m/s}^2$ . [0,5 т.]

в) Тъй като  $v_5 = v_4 + a t_0$  и  $s_{45} = v_4 t_0 + \frac{1}{2} a t_0^2$ , то  $s_{45} = (v_5 - a t_0) t_0 + \frac{1}{2} a t_0^2 = v_5 t_0 - \frac{1}{2} a t_0^2$ , откъдето  $v_5 = \frac{s_{45}}{t_0} + \frac{1}{2} a t_0$  [1 т.]  $= \frac{10,50 \text{ m}}{1,00 \text{ s}} + \frac{1}{2} 5,00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} 1,00 \text{ s} = 13,00 \text{ m/s}$ . [1 т.]

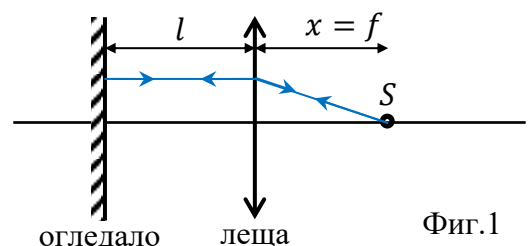
г) След като вече са определени  $v_5$  и  $a$ , може да се определи интервалът време  $t_{max}$ , за който скоростта на колата нараства от  $v_5$  до  $v_{max}$ . Той е  $t_{max} = \frac{v_{max} - v_5}{a}$  [0,5 т.]  $= \frac{15,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 13,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ m/s}^2} = 0,40 \text{ s}$ . [0,5 т.] Следователно  $s_{56} = v_5 t_{max} + \frac{1}{2} a t_{max}^2 + v_{max} (t_0 - t_{max})$  [0,5 т.]  $= 13,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,40 \text{ s} + 0,5 \cdot 5,00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0,40 \text{ s})^2 + 15,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} (1,00 \text{ s} - 0,40 \text{ s}) = 14,60 \text{ m}$ . [0,5 т.]

д) Скоростта в момента на третата снимка  $v_3 = v_5 - 2 a t_0$  [0,2 т.]  $= 13,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 2 \cdot 5,00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,00 \text{ s} = 3,00 \text{ m/s}$ . [0,3 т.] Интервалът време от тръгването на колата до третата снимка е  $t_{v_3} = \frac{v_3}{a}$  [0,2 т.]  $= \frac{3,00 \text{ m/s}}{5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,60 \text{ s}$ . [0,3 т.] Пътят, изминат между втората и третата снимка, е  $s_{23} = \frac{1}{2} a t_{v_3}^2$  [0,5 т.]  $= 0,5 \cdot 5,00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0,60 \text{ s})^2 = 0,90 \text{ m}$  [0,5 т.]

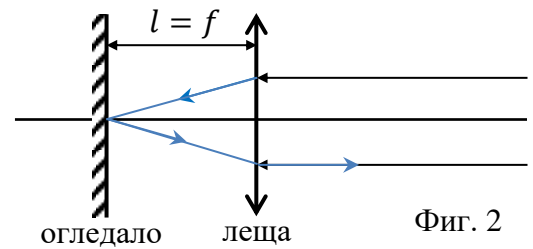
е) Изминатият път между първата и втората снимка  $s_{12} = 0$ , тъй като колата е тръгнала, след като е направена втората снимка. [1 т.]

**Задача 2. Събирателна леща и огледало.**

а) Тъй като източникът  $S$  се намира във фокуса на лещата, всеки излязъл от него лъч след пречупване от лещата ще бъде успореден на оста на лещата. (Фиг.1) [1 т.] При отражението си от огледалото, тъй като лъчът пада перпендикулярно на огледалото, той ще се отрази също перпендикулярно. [0,5 т.] Следователно лъчът ще се върне точно по пътя, по който е дошъл, и ще премине пак през фокуса. Следователно снопът ще се фокусира в точка  $S$  (във фокуса). [1 т.]

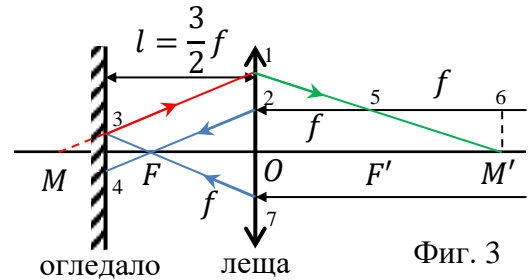


б) Тъй като всеки идващ светлинен лъч е успореден на оста на лещата, след пречупване от нея, той ще премине през фокуса на лещата. (Фиг.2) [0.5 т.] Тъй като огледалото се намира от лещата на разстояние, равно на фокусното, то фокусът лежи в равнината на огледалото. [0.5 т.] Следователно отразените от огледалото лъчи ще идват от фокуса. [0.5 т.] След пречупване от лещата, те ще бъдат успоредни на оптичната ос (снопът ще остане успореден). [1 т.]



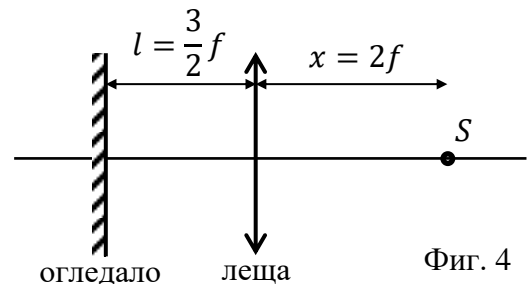
Фиг. 2

в) На Фиг. 3 са нарисувани 2 лъча, пречупени от лещата (сините), отразения лъч на единия от тях от огледалото (червения) и неговия пречупен от лещата на връщане (зеления). Тъй като сините лъчи минават през фокуса  $F$ , [0.5 т.] то сравнявайки триъгълниците  $27F$  и  $34F$ , се определя, че отсечките  $2O$  и  $34$  са равни. [0.5 т.] Тъй като отсечките  $13$  и  $24$  са успоредни, то точка 5 трябва да е на разстояние  $f$  от лещата. [0.5 т.] Тъй като триъгълниците  $125$  и  $56M'$  са еднакви, то  $OF' = F'M'$ , откъдето следва, че образът  $M'$  ще се намира на разстояние  $2f$  от лещата (там ще се съберат завръщащите се от лещата лъчи). [1 т.]



Фиг. 3

г) Най-краткото решение е да се използва резултатът от предишното подусловие в). Ако се използва същия чертеж, но лъчите се разпространяват в обратна посока (известно като правило за обратимост на лъчите) веднага се получава, че когато източникът е на разстояние  $2f$ , след пречупване, отражение и отново пречупване, лъчите са успоредни на оста на лещата, т.е. снопът е успореден. [2.5 т.]



Фиг. 4

### Задача 3. Електроенергия.

а) Нека бележим цената на електроенергията, консумирана от хладилника за един месец с  $x$ , от телевизора – с  $y$ , а от осветлението със старите лампи за зимен месец – с  $z$ . Тогава  $x + y + z = 24$ . [0.5 т.] Съответно с новите лампи през зимен месец  $x + y + z/6 = 14$ . [0.5 т.] Като извадим двете уравнения, се получава  $\frac{5}{6}z = 10$ , откъдето  $z = 12$  лв. [0.5 т.] Тъй като  $x = 3$  лв, замествайки в първото уравнение,  $y = 9$  лв. [0.5 т.]

б) За един месец телевизорът консумира електроенергия, равна на  $150W \cdot 30 \cdot 10 h = 45$  kWh. [1 т.] Тъй като тя струва 9 лв, цената на 1 kWh електроенергия е  $9 \text{ лв} / 45 \text{ kWh} = 0.20 \text{ лв/kWh}$ . [1 т.]

в) Електроенергията, консумирана от хладилника за един месец, е  $3 \text{ лв} / 0.20 \text{ лв/kWh} = 15$  kWh. [1 т.] Средната консумирана мощност от хладилника е  $15 \text{ kWh} / (30 \cdot 24 \text{ h}) \approx 20.8 \text{ W}$  [1 т.]

г) Общата мощност на старото осветление с лампи с волфрамови жички е  $\frac{12 \text{ лв}}{0.20 \frac{\text{лв}}{\text{kWh}} \cdot 30.8 \text{ h}} = 250 \text{ W}$ . [2 т.]

д) Ако новите LED лампи през летен месец светят средно по 5 часа на денонощие, месечната сметка на домакинството през летен месец ще бъде  $x + y + \frac{5}{8.6}z =$  [1 т.]

$$3 + 9 + \frac{5}{8.6} 12 = 13.25 \text{ лв. [1 т.]}$$