

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.]

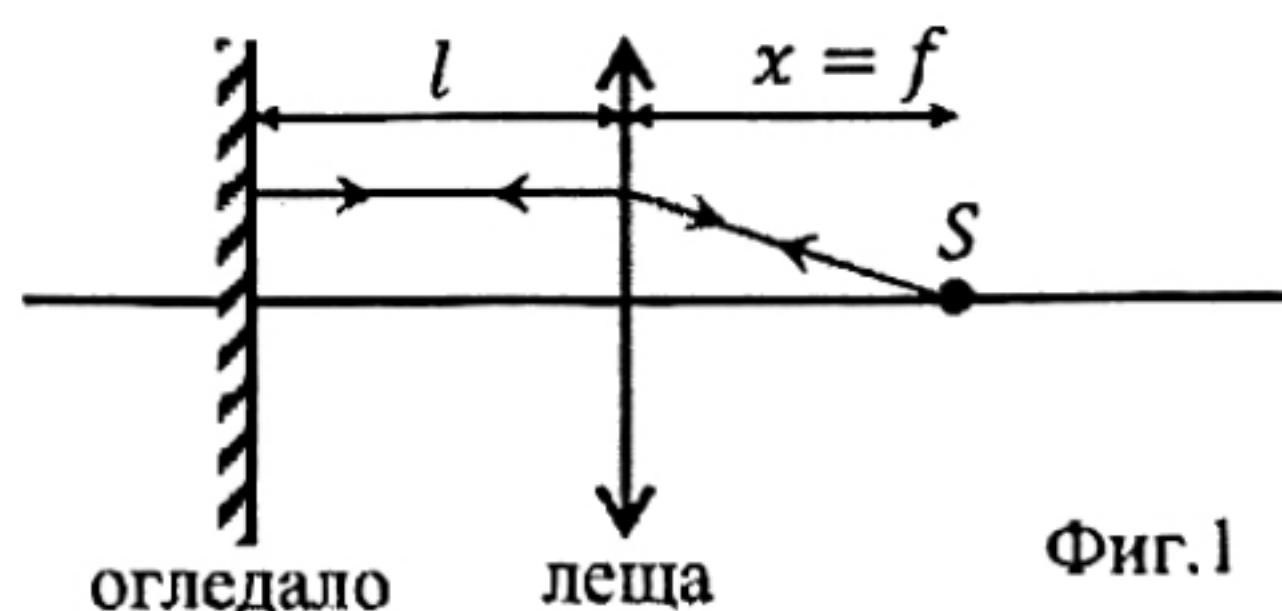
г) След като вече са определени v_5 и a , може да се определи интервалът време t_{max} , за който скоростта на колата нараства от v_5 до v_{max} . Той е $t_{max} = \frac{v_{max} - v_5}{a}$ [0,5 т.] $= \frac{15,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 13,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ m/s}^2} = 0,40 \text{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

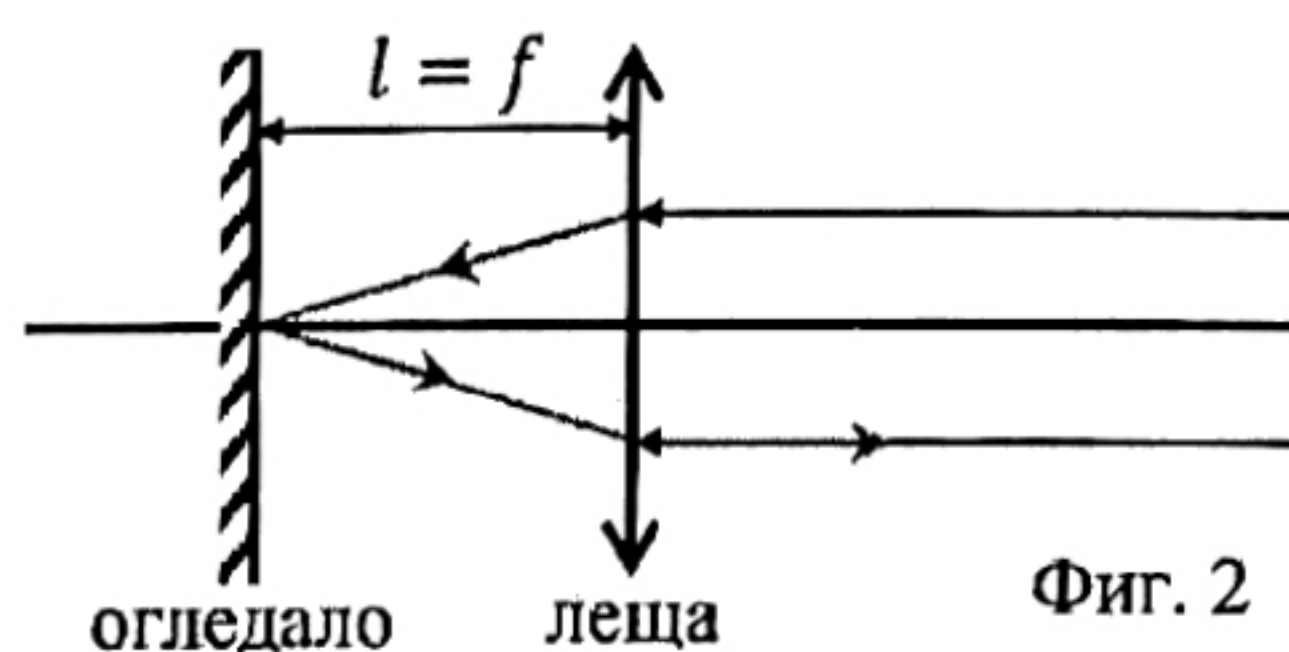
Задача 2. Събирателна леща и огледало.

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.]

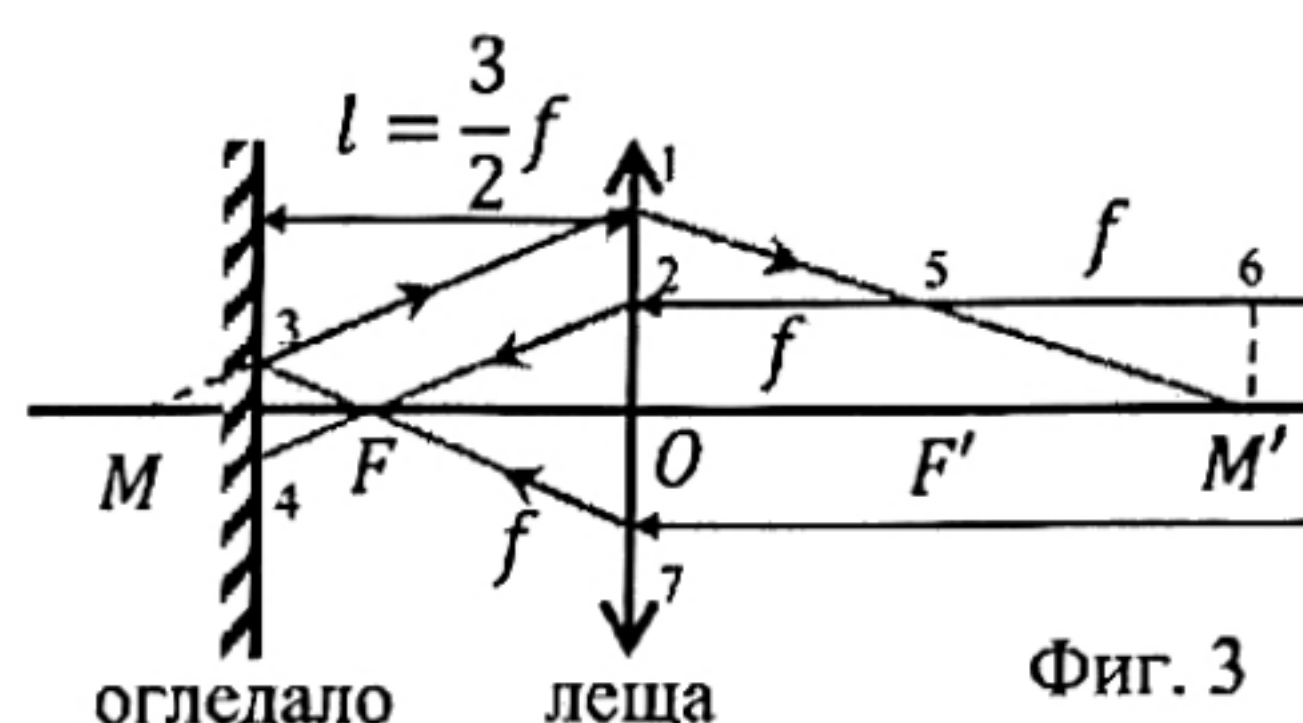


Фиг.1

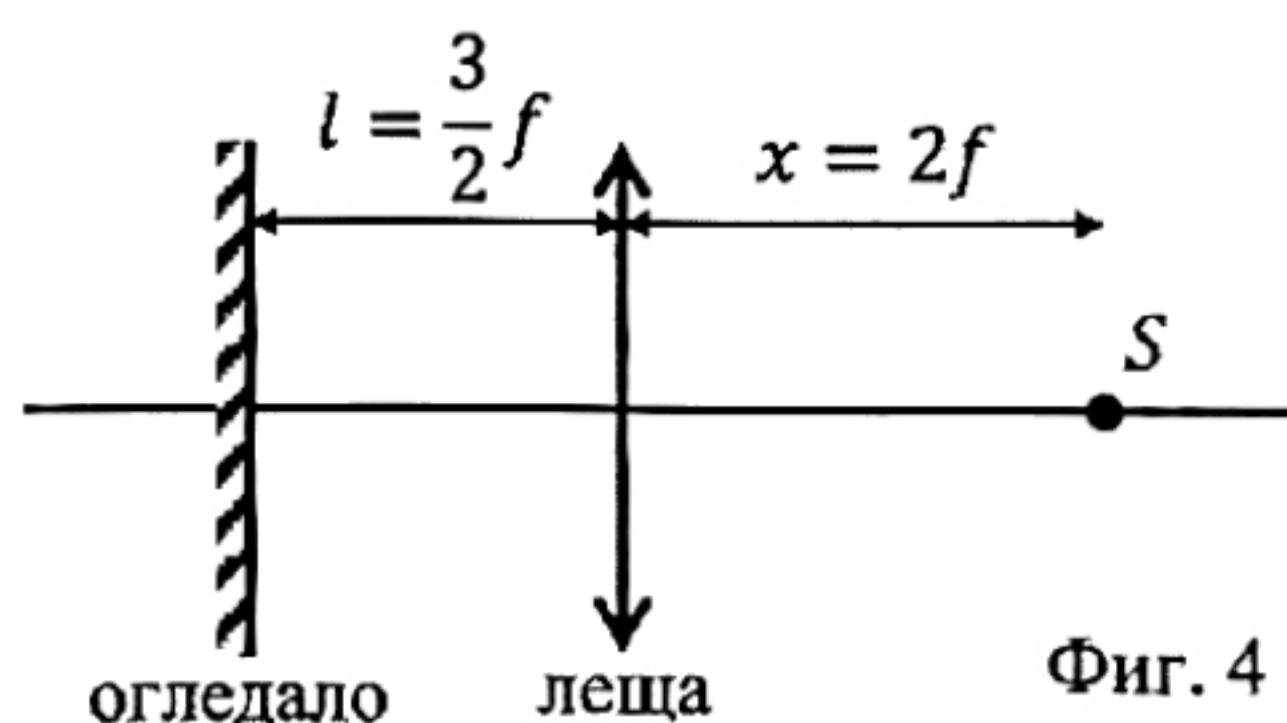
б) Тъй като всеки идващ светлинен лъч е успореден на оста на лещата, след пречупване от нея, той ще премине през фокуса на лещата. (Фиг.2) [0.5 т.] Тъй като огледалото се намира от лещата на разстояние, равно на фокусното, то фокусът лежи в равнината на огледалото. [0.5 т.] Следователно отразените от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



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.]



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.]



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 $150W \cdot 30.10 h = 45 kWh$. [1 т.] Тъй като тя струва 9 лв, цената на 1 kWh електроенергия е $9 \text{ лв} / 45 kWh = 0.20 \text{ лв/kWh}$. [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 $15 kWh / (30.24 h) \approx 20.8 W$ [1 т.]

г) Общата мощност на старото осветление с лампи с волфрамови жички е $\frac{12 \text{ лв}}{0.20 \frac{\text{лв}}{\text{kWh}} \cdot 30.8 h} = 250 W$. [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 $x + y + \frac{5}{8.6}z = [1 \text{ т.}]$

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