

Решение задач областного этапа РО по физике (2023-2024 учебный год)
10 класс

Задача 1 [7 баллов].

Заряды на двух конденсаторах равны. (0,5 б)

Сумма напряжений конденсатора (0,5 б)

$\varepsilon = \frac{q}{C} + \frac{q}{2C}$	(1)
--	-----

Заряды конденсаторов (0,5 б)

$q = \frac{2}{3} C \varepsilon$	(2)
---------------------------------	-----

Напряжение конденсаторов (0,5 б за каждую)

$U_C = \frac{q}{C} = \frac{2}{3} \varepsilon$	(3)
---	-----

$U_{2C} = \frac{q}{2C} = \frac{1}{3} \varepsilon$	(4)
---	-----

После замыкания ключа K_2 , выводы зарядов (0,5 б за каждый вывод)

$q'_C = \frac{q}{2}$	(5)
----------------------	-----

$q'_{2C} = 2C \left(\varepsilon - \frac{q'_C}{C} \right)$	(6)
--	-----

После замыкания ключа K_2 , заряды (0,5 б за каждый заряд)

$q'_C = \frac{1}{3} C \varepsilon$	(7)
------------------------------------	-----

$q'_{2C} = \frac{4}{3} C \varepsilon$	(8)
---------------------------------------	-----

ЗСЭ (0,5 б)

$A = Q + \Delta W$	(9)
--------------------	-----

ЗСЭ (0,5 б)

$A = Q + (W'_C - W_C) + (W'_{2C} - W_{2C})$	(10)
---	------

Теплота (0,5 б)

$Q = \varepsilon(q'_{2C} - q) - \left(\frac{q'^2_C}{2C} - \frac{q^2}{2C} \right) - \left(\frac{q'^2_{2C}}{4C} - \frac{q^2}{4C} \right)$	(11)
---	------

Теплота (1 б)

$Q = \frac{1}{2} C \varepsilon^2$	(11)
-----------------------------------	------

Задача 2 [10 баллов].

№	Решение	Балл
1		
1.1		0,5
1.2	$U = \alpha T^4 V$	0,2
1.3	КПД теплового двигателя $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$	0,2
1.4	I закон термодинамики для участка 1-2 $Q_1 = \Delta U_{12} + A_{12} = \alpha T_1^4 (V_2 - V_1) + \frac{\alpha T_1^4}{3} (V_2 - V_1) = \frac{4\alpha T_1^4}{3} (V_2 - V_1)$	(0,2+0,8)
1.5	I закон термодинамики для участка 3-4 $Q_2 = \Delta U_{34} + A_{34} = \alpha T_2^4 (V_3 - V_4) + \frac{\alpha T_2^4}{3} (V_3 - V_4) = \frac{4\alpha T_2^4}{3} (V_3 - V_4)$	(0,2+0,8)
1.7	$\eta = \frac{T_1^4 (V_2 - V_1) - T_2^4 (V_3 - V_4)}{T_1^4 (V_2 - V_1)}$	0,2
1.8	Для определения объемов в состоянии 3 и 4 запишем I закон термодинамики для участка 4-1 $dU + dA = 0$	0,7
1.9	$dU = 4\alpha VT^3 dT + \alpha T^4 dV$ $dA = \frac{\alpha T^4}{3} dV$	(0,25+0,25)
1.10	Подставляя уравнения из пункта 1.9 в 1.8 получим уравнение $VdT + \frac{TdV}{3} = 0$ $\frac{dT}{T} + \frac{dV}{3V} = 0$	0,6

	$VT^3 = const$	
1.11	Уравнение адиабаты для состояния 1-4 $V_1 T_1^3 = V_4 T_2^3$ $V_4 = V_1 \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^3$	0,8
1.12	Уравнение адиабаты для состояния 2-3 $V_2 T_1^3 = V_3 T_2^3$ $V_3 = V_2 \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^3$	0,8
1.13	Подставляя V_3 и V_4 в уравнение 1.7 получим $\eta = \frac{T_1^4(V_2 - V_1) - T_2^4 \frac{T_1^3}{T_2^3} (V_2 - V_1)}{T_1^4(V_2 - V_1)} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$	0,5
Итого за первый пункт		7 баллов
2.1	Т.к. оболочка адиабатическая справедливо уравнение, полученное в пункте 1.10 $\frac{dT}{T} + \frac{dV}{3V} = 0$	0,5
2.2	$V = \frac{4\pi r^3}{3}$ $dV = 4\pi r^2 dr$	(0,2+0,2)
2.3	$\frac{dT}{T} + \frac{dr}{r} = 0$	0,5
2.4	$\frac{dr}{r} = \beta dt$ $\int_{T_0}^T \frac{dT}{T} + \int_0^t \beta dt = 0$	(0,2+0,8)
2.5	$T = T_0 e^{-\beta t}$	0,6
Итого за второй пункт		3

Задача 3 [7 баллов].

Содержание	Баллы
<p>Если проскальзывание не прекратилось, $2a_{\text{отн}}L = v_{\text{отн}}^2$ $(1 + \frac{m}{M})2\mu gL = (v + u)^2$ $mv = Mu$ $v = \sqrt{2\frac{M}{M+m}\mu gL}$</p> $u = \frac{m}{M} \sqrt{2\frac{M}{M+m}\mu gL}$	1,5
<p>Если проскальзывание прекратилось до съезда с доски $F_{\text{тр}}t = Mu = mv$ $F_{\text{тр}}Rt = \frac{mR^2}{2}(\omega_0 - \omega)$ $v - \omega R = -u$ $v = \frac{M}{3M+m}\omega_0 R$ $u = \frac{m}{3M+m}\omega_0 R$</p>	1,5
<p>Условие прекращения проскальзывания $2\mu gL(1 + \frac{m}{M}) > (\frac{M}{3M+m}\omega_0 R + \frac{m}{3M+m}\omega_0 R)^2$ $\frac{(\omega_0 R)^2}{2\mu gL} \approx 9,18 < \frac{(3M+m)^2}{M(M+m)}$</p>	1
<p>При $M=m$ проскальзывание не прекращается $v = 1,4$ м/с $u = 1,4$ м/с При $M=m/6$ проскальзывание прекращается $v = 0,67$ м/с $u = 4$ м/с</p>	1
<p>Если проскальзывание не прекращается $t = \sqrt{2L/\mu g(1 + \frac{m}{M})}$ При $M=m$ $t = 0,7$ с</p>	1
<p>Если проскальзывание прекратилось $t_1 = \frac{v+u}{(1 + \frac{m}{M})\mu g}$ $t_2 = \frac{L - \frac{(v+u)}{2}t_1}{v+u}$ При $M=m/6$ $t_1 = 0,34$ с $t_2 = \frac{L - \frac{(v+u)}{2}t_1}{v+u} = 0,04$ с $t_1 + t_2 = 0,38$ с</p>	1
Всего	7

Задача 4 [6 баллов].

Так как ядерный материал в центре бомбы имеет форму шара, и взрывные волны доходят до него одновременно, мы можем рассматривать фокусирующую систему как сферическую линзу радиусом R , с показателем преломления $n=V/v$, детонатор как источник света на расстоянии h от линзы, и его изображение будет в центре бомбы на расстоянии r от детонатора.

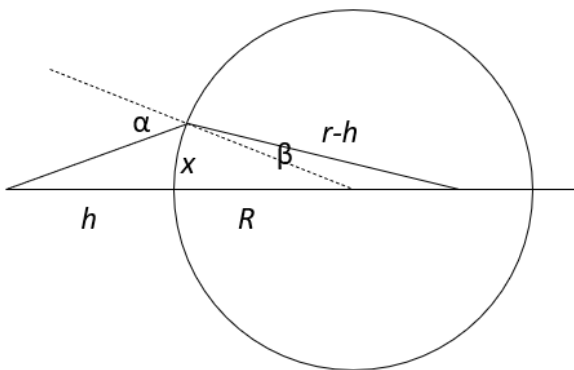
Заметьте, что взрыв будет фокусироваться в центре бомбы независимо от материала и радиуса шара ядерного материала бомбы.

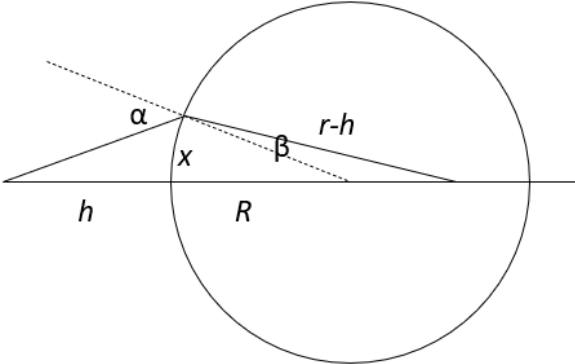
Геометрически, можем найти связь между параметрами системы:

$$\beta/(r-h-R) = \alpha/((1+R/h)(r-h))$$

Из закона Снелла $\alpha=n\beta$

$$\text{Тогда } R = (n-1)(r-h)/(n-1-r/h)$$



Содержание	Баллы
	2
$n=V/v$	0,5
$\beta/(r-h-R) = \alpha/((1+R/h)(r-h))$	2
$\alpha=n\beta$	0,5
$R = (n-1)(r-h)/(n-1-r/h)$	1
Всего	6,0