Решение задач республиканской олимпиады по физике-2024
10 класс
Задача 1. «Солянка» (10.0 балла)
Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1.1 (3,5 балла)

1)Уравнение траектории полёта снаряда выпущенного под углом β к горизонту, в полярных координатах, где ρ - расстояние до вертикальной оси, на которой находится эпицентр взрыва $z=\rho\operatorname{tg}\beta-\frac{g\rho^2}{2v_0^2\cos\beta^2}$ При известном ρ точка принадлежащая границе задана максимальным возможным z,то есть при β удовлетворяющем $\frac{dz}{d\beta}=\frac{\rho}{cos^2\beta}-\frac{g\rho^2 sin\beta}{v_0^2cos^3\beta}=0$ $\operatorname{tg}\beta=\frac{v_0^2}{g\rho}$ <u>Уравнение границы</u> $z=\frac{v_0^2}{2g}-\frac{g\rho^2}{2v_0^2}=h-\frac{\rho^2}{4h}$	[0.20 балла] [0.20 балла] [0.20 балла] [0.20 балла]
<u>2)Введём оси x и y попёрёк склона и вдоль склона вверх соответственно. Для точек вышенайденноё поверхности лежащих на склоне</u> $z=ysin\alpha$ $\rho^2=x^2+y^2cos^2\alpha$ $ysin\alpha=h-\frac{x^2+y^2cos^2\alpha}{4h}$ $x^2+(ycos\alpha+2htg\alpha)^2=(\frac{2h}{cos\alpha})^2$	[0.4 балла]
3)Здесь может быть удобно работать в системе координат плоскости. Рассмотрим площадку $dxdy$. Пусть скорость одной из частиц составляет угол γ с плоскостью, а её проекция на плоскость угол φ с осью y. Время её полёта $t=\frac{2v_0sin\gamma}{gcosa}$ $x=v_0cos\gamma sin\varphi t$ $y=v_0cos\gamma cos\varphi t-\frac{gsin\alpha t^2}{2}$ После подстановок и преобразований к удобному виду $x=\frac{2h}{cos\alpha}sin2\gamma sin\varphi$ $y=\frac{2h}{cos\alpha}sin2\gamma cos\varphi-\frac{2hsin\alpha}{cos^2\alpha}(1-cos2\gamma)$	[0.10 балла] [0.10 балла] [0.10 балла]

Изменение x и y может зависеть от изменений как γ так и φ, но нас интересуют только случаи $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi$ $\frac{\partial x}{\partial \gamma}\Big\|_{\varphi=\pi n} = \frac{\partial y}{\partial \varphi}\Big\|_{\varphi=\pi n} = 0$ Поэтому $dx = \frac{\partial x}{\partial \varphi}\Big\|_{\varphi=\pi n} d\varphi = \pm\frac{2h}{cos\alpha} sin2\gamma d\varphi$ $dy = \frac{\partial y}{\partial \gamma}\Big\|_{\varphi=\pi n} d\gamma = \pm\frac{4hcos(\alpha\pm 2\gamma)}{cos^2\alpha} d\gamma$ Для случаев $cos(2\gamma+\alpha) < 0$ с увеличением γ дальность полёта уменьшается поэтому площадь площадки $dS =- dxdy$. Представим воображаемую сферу единичного радиуса вокруг эпицентра. В кольцо длиной окружности $2\pi cos\gamma$ и шириной $d\gamma$ влетает в пропорции число частиц $\frac{dN}{N} = \frac{2\pi cos\gamma d\gamma}{4\pi}$. В элемент этого кольца влетает в пропорции $\frac{d\varphi}{2\pi}$ всех частиц влетевших в кольцо. Таким образом $\frac{dN}{N} = \frac{cos\gamma d\gamma d\varphi}{4\pi}$ $I = \frac{dN}{dS} = \frac{dN}{dx\|dy\|} = \frac{Ncos^3\alpha}{64\pi h^2 sin\gamma \|cos(\alpha\pm 2\gamma)\|}$ Свяжем это с y вместо γ. Напомним, что для каждой точки ближе границы существуют два решения для γ в первой четверти углов, соответственно две интенсивности которые нужно сложить. Для $y = \frac{h}{2}$ есть два решения при $\varphi = 0$ $sin(\alpha+2\gamma_1) = \frac{ycos^2\alpha}{2h} + sin\alpha$ $2\gamma_1 + \alpha = \arcsin(\frac{ycos^2\alpha}{2h} + sin\alpha)$ $\gamma_1 = 6.72°$ и $2\gamma_1' + \alpha = 180° - \arcsin(\frac{ycos^2\alpha}{2h} + sin\alpha)$ $\gamma_1' = 53.28°$ Для $y = -\frac{h}{2}$ есть решение при $\varphi = 0$ $sin(\alpha+2\gamma_2) = \frac{ycos^2\alpha}{2h} + sin\alpha$ $sin(\alpha+2\gamma) = 180° - \arcsin(\frac{ycos^2\alpha}{2h} + sin\alpha)$ $2\gamma_2 + \alpha = \arcsin(\frac{ycos^2\alpha}{2h} + sin\alpha)$ $\gamma_2 = 65.90°$ И при $\varphi = \pi$ $sin(\alpha-2\gamma_2') = \frac{ycos^2\alpha}{2h} + sin\alpha$	[0.25 балла] [0.25 балла] [0.20 балла] [0.20 балла] [0.20 балла] [0.10 балла] [0.15 балла] [0.15 балла] [0.15 балла]

$\alpha - 2\gamma_2' = \arcsin(\frac{y\cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha)$ $\gamma_2' = 5.90°$ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{1}{\sin 6.72° \cos 43.43°} - \frac{1}{\sin 53.28° \cos 136.57°}}{\frac{1}{\sin 5.90° \cos 18.21°} - \frac{1}{\sin 65.90° \cos 161.79°}} \approx 1{,}18$	[0.15 балла] [0.20 балла]
Итого	**3,5**

Часть 1.2 (3,5 балла)

Потери энергии при центральном ударе шара налетающего со скоростью v_0 на покоящийся шар такой же массы удобно рассчитать в системе центра масс, в которой оба шара налетают друг на друга с импульсами $p_{\text{отн}} = \frac{mv_0}{2}$ и в случае абсолютно упругого удара отлетают с такими же. При абсолютно неупругом ударе шары теряют этот импульс полностью. В ударе с потерей энергии 75% от максимально возможной потери шары разлетаются с импульсами $p_{\text{отн}}'$ такими, что $0{,}25\frac{p_{\text{отн}}^2}{2m} = \frac{p_{\text{отн}}'^2}{2m}$. $p_{\text{отн}}' = \frac{p_{\text{отн}}}{2} = \frac{mv_0}{4}$ Скорости шаров в лабораторной системе после такого удара $v_1 = \frac{3v_0}{4}$, $v_2 = \frac{v_0}{4}$.	[0.10 балла] [0.10 балла] [0.10 балла] [0.20 балла]
Полученное выше есть результат изменения импульса под действием упругой силы, действующей по нормали, поэтому применимо для нормальных составляющих скоростей при нецентральном ударе. $v_{1n} = \frac{3v_0\cos\alpha}{4}$, $v_{2n} = \frac{v_0\cos\alpha}{4}$.	[0.20 балла]
Касательную составляющую импульса сообщает сила трения $F_{\text{тр}} = \mu N$ Соответственно, если проскальзывание не закончилось $\Delta p_t = \mu\Delta p_n = \mu\frac{mv_0}{4}\cos\alpha$ $v_{1t} = v_0\sin\alpha - \mu\frac{v_0\cos\alpha}{4}$ $v_{2t} = \mu\frac{v_0\cos\alpha}{4}$	[0.10 балла] [0.30 балла] [0.10 балла] [0.10 балла]
Момент импульса, приобретаемый шарами $\Delta L = \Delta p_t R = \frac{2}{5}mR^2\omega$ И угловые скорости шаров $\omega_1 = \omega_2 = \frac{5\mu v_0\cos\alpha}{8R}$	[0.20 балла] [0.20 балла]
Если проскальзывание прекратилось $\Delta p_t = m\Delta v_t$ $\Delta p_t R = \frac{2}{5}mR^2\omega$	[0.10 балла] [0.20 балла]

$\Delta v_t = \frac{2}{5}\omega R$	[0.20 балла]
$v_{1t} - \omega R = v_{2t} + \omega R$ $v_0 sin\alpha - \Delta v_t - \omega R = \Delta v_t + \omega R$ $\omega_1 = \omega_2 = \frac{5v_0 sin\alpha}{14R}$ $v_{1t} = \frac{6}{7}v_0 sin\alpha$ $v_{2t} = \frac{1}{7}v_0 sin\alpha$	[0.20 балла] [0.20 балла] [0.20 балла] [0.20 балла]
Итого	**3,5**

Часть 1.3 (3,0 балла)

1. Падения напряжения на левом от ϵ_1 контуре

$\epsilon_1 = I_3(R_5 + R_6)$	(1)
$U_5 = I_3 * R_5 = \frac{\epsilon_1 R_5}{R_5 + R_6}$	(2)
$U_5 = 21$ В	(3)

2. Падения напряжения на правом от ϵ_1 контуре

$\epsilon_1 = I_1(R_1 + R_2)$	(4)
$U_2 = I_1 * R_2 = \frac{\epsilon_1 R_2}{R_1 + R_2}$	(5)
$U_2 = 20$ В	(6)

Падения напряжения на левом от ϵ_2 контуре

$\epsilon_2 = I_2(R_3 + R_4)$	(7)
$U_4 = I_2 * R_4 = \frac{\epsilon_2 R_4}{R_3 + R_4}$	(8)
$U_4 = 10$ В	(9)

Второй закон Кирхгофа для вольтметра, провода, и резисторов R_2, R_4

$U_V - U_2 - U_4 + 0 = 0$	(10)
$U_V = U_4 + U_2 = 30$ В	(11)

№	**Содержание**	**Баллы**
1	Уравнение (1) $\epsilon_1 = I_3(R_5 + R_6)$	0.4
2	Уравнение (2) $U_5 = I_3 * R_5 = \frac{\epsilon_1 R_5}{R_5+R_6}$	0.2

3	Уравнение (3)$U_5 = 21$ В	0.2
4	Уравнение (4) $\epsilon_1 = I_1(R_1 + R_2)$	0.4
5	Уравнение (5) $U_2 = I_1 * R_2 = \frac{\epsilon_1 R_2}{R_1+R_2}$	0.2
6	Уравнение (6) $U_2 = 20$ В	0.2
7	Уравнение (7) $\epsilon_2 = I_2(R_3 + R_4)$	0.4
8	Уравнение (8) $U_4 = I_2 * R_4 = \frac{\epsilon_2 R_4}{R_3+R_4}$	0.2
9	Уравнение (9) $U_4 = 10$ В	0.2
10	Уравнение (10) $U_V - U_2 - U_4 + 0 = 0$	0.4
11	Уравнение (11) $U_V = U_4 + U_2 = 30$ В	0.2
	Итого	**3,0**

Задача 2 [10,0 баллов].

1. Треугольники AOB и A_1OB_1 подобны. Значит

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d} \tag{1}$$

Треугольники OFC и A_1FB_1 подобны. Значит

$$\frac{H}{h} = \frac{f-F}{F} \tag{2}$$

Отсюда получаем

$$\frac{f}{d} = \frac{f-F}{F} \tag{3}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{f}{F} - 1 \tag{4}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \tag{5}$$

2. С помощью формулы линзы из предыдущего пункта получаем

$$f = \frac{dF}{d-F} = 15\ cm \tag{6}$$

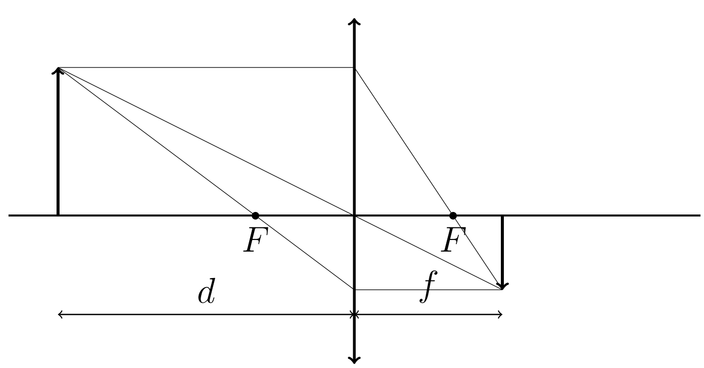


Рис-1

3. С помощью формулы линзы для первой линзы получаем изображение f_1 от первой линзы, а также высоту изображения

$$f_1 = \frac{d_1 F_1}{d_1 - F_1} = 6\ cm$$	(7)

$$H_1 = k_1 h = \frac{f_1}{d_1} h = 4\ cm$$	(8)

где k_1 – увеличение первой линзы. От второй линзы оно находится на расстоянии

$$d_2 = l - f_1 = 2\ cm$$	(9)

С помощью формулы линзы для второй линзы получаем изображение f_2 от второй линзы, а также высоту изображения

$$f_2 = \frac{d_2 F_2}{d_2 - F_2}$$	(10)

$$f_2 = F_2 \frac{b(d_1 - F_1) - F_1 d_1}{(b - F_2)(d_1 - F_1) - F_1 d_1} = 6\ cm$$	(11)

$$H_2 = k_1 k_2 h$$	(12)

$$H_2 = \frac{F_1 F_2 h}{(l - F_2)(d_1 - F_1) - d_1 F_1} = 12\ cm$$	(13)

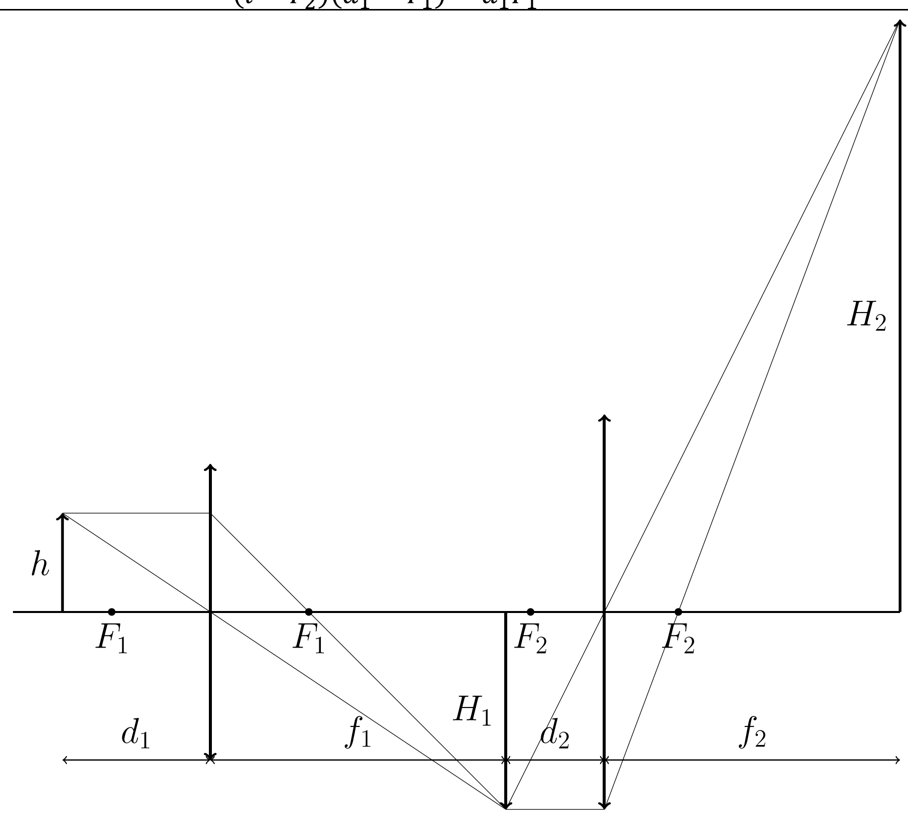


Рис-2

4. Чтобы получить параллельные лучи, изображение от первой линзы должно быть в фокальной плоскости второй линзы. Значит, если предмет стоит со стороны первой линзы, то его изображение должно оказаться на расстоянии d_2 от второго так что

$$d_2 = F_2 \tag{14}$$

$$d_2 = l - f_1 \rightarrow f_1 = l - d_2 = l - F_2 \tag{15}$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \rightarrow d = \frac{f_1 F_1}{f_1 - F_1} = \frac{(l - F_2)F_1}{l - F_2 - F_1} = 3\ см \tag{16}$$

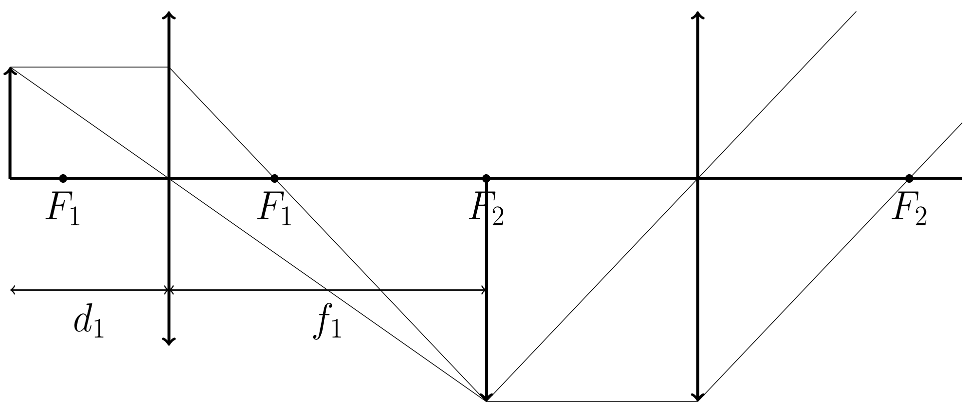


Рис-3

Если предмет стоит со стороны второй линзы, то его изображение должно оказаться на расстоянии d_2 от первого так что

$$d_2 = F_1 \tag{17}$$

$$d_2 = l - f_1 \rightarrow f_1 = l - d_2 = l - F_1 \tag{18}$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \rightarrow d_1 = \frac{f_1 F_1}{f_1 - F_1} = \frac{(l - F_1)F_2}{l - F_2 - F_1} = 8\ см \tag{19}$$

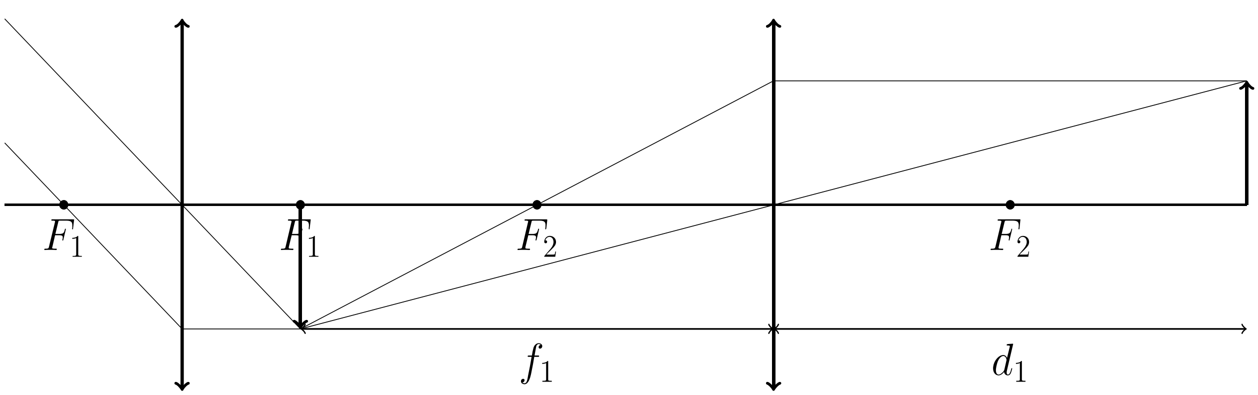


Рис-4

5. Формула линзы для объектива

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{F_1}\to f_1=\frac{dF_1}{d-F_1} \tag{20}$$

Увеличение объектива

$$k_1=\frac{f_1}{d}=\frac{F_1}{d-F_1} \tag{21}$$

Если глаз не напряжен, то

$$d_2=F_2 \tag{22}$$

Тогда, увеличение окуляра

$$k_2=\frac{d_0}{d_2}=\frac{d_0}{F_2} \tag{23}$$

Увеличение микроскопа

$$k=k_1k_2=\frac{F_1}{d-F_1}\frac{d_0}{F_2}=150 \tag{24}$$

Расстояние между объективом и окуляром

$$l_1=f_1+d_2=\frac{dF_1}{d-F_1}+F_2\approx 14.3\ см \tag{25}$$

Если изображение на расстоянии наилучшего зрения, то формула линзы для окуляра

$$\frac{1}{d_2}-\frac{1}{d_0}=\frac{1}{F_2}\to d_2=\frac{d_0F_2}{d_0+F_2} \tag{26}$$

Тогда, увеличение окуляра

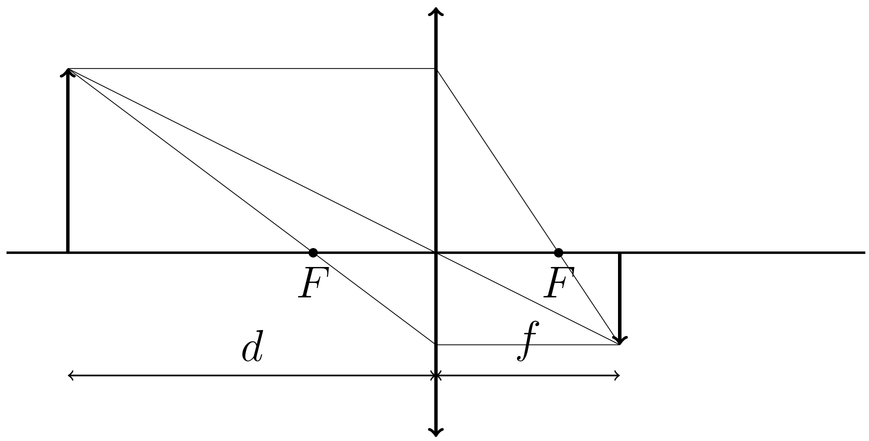
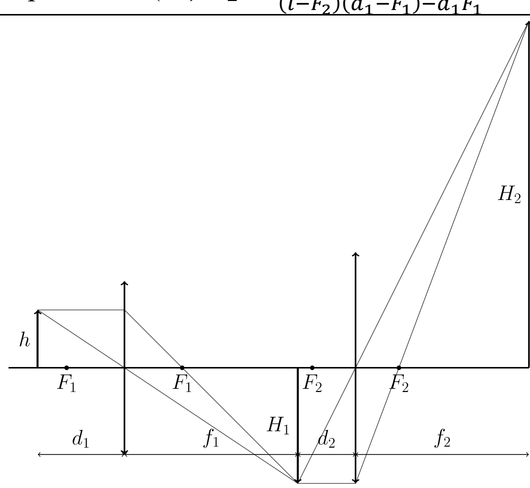
$$k_2=\frac{d_0}{d_2}=\frac{d_0+F_2}{F_2} \tag{27}$$

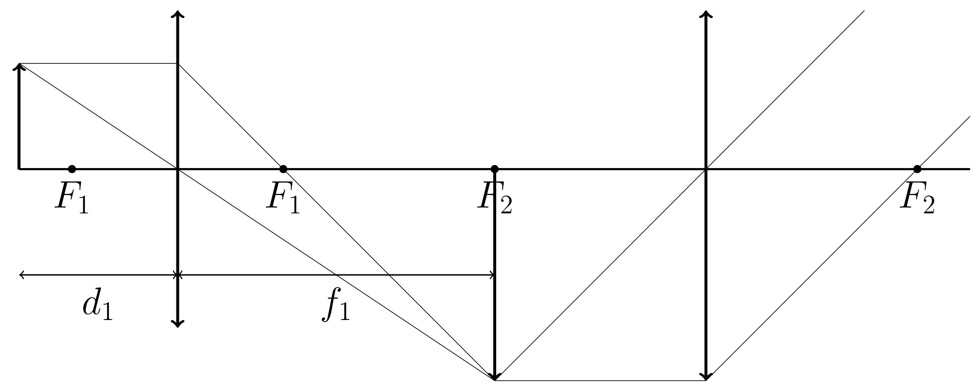
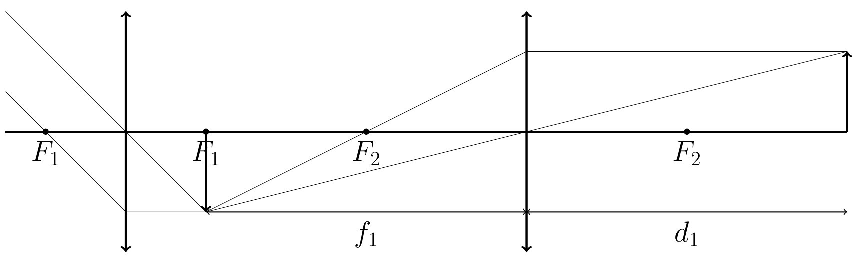
Увеличение микроскопа

$$k=k_1k_2=\frac{F_1}{d-F_1}\frac{d_0+F_2}{F_2}=180 \tag{28}$$

Расстояние между объективом и окуляром

$$l_2=f_1+d_2=\frac{dF_1}{d-F_1}+\frac{d_0F_2}{d_0+F_2}\approx 13.47\ см \tag{29}$$

	№	Содержание	Баллы	
1	1	Подобие треугольников, уравнение (1) $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$	0.8	**2.0**
	2	Подобие треугольников, уравнение (2) $\frac{H}{h} = \frac{f-F}{F}$	0.8	
	3	Уравнение (5) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	0.4	
2	4	Уравнение (6) $f = \frac{dF}{d-F} = 15\ cm$	0.3	**0.6**
	5	 Рис-1	0.3	
3	6	Уравнение (7) $f_1 = \frac{d_1F_1}{d_1-F_1} = 6\ cm$	0.2	**2.2**
	7	Уравнение (8) $H_1 = k_1h = \frac{f_1}{d_1}h = 4\ cm$	0.5	
	8	Уравнение (9) $d_2 = l - f_1 = 2\ cm$	0.2	
	9	Уравнение (10) $f_2 = \frac{d_2F_2}{d_2-F_2}$	0.1	
	10	Уравнение (11) $f_2 = F_2\frac{b(d_1-F_1)-F_1d_1}{(b-F_2)(d_1-F_1)-F_1d_1} = 6\ cm$	0.2	
	11	Уравнение (12) $H_2 = k_1k_2h$	0.3	
	12	Уравнение (13) $H_2 = \frac{F_1F_2h}{(l-F_2)(d_1-F_1)-d_1F_1} = 12\ cm$	0.2	
	13	 Рис-2	0.5	
4	14	Уравнение (14) $d_2 = F_2$	0.5	**2.4**
	15	Уравнение (15) $d_2 = l - f_1 \rightarrow f_1 = l - d_2 = l - F_2$	0.1	

	16	Уравнение (16) $\frac{1}{d_1}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{F_1}\to d=\frac{f_1F_1}{f_1-F_1}=\frac{(l-F_2)F_1}{l-F_2-F_1}=3$ см	0.3	
	17	 Рис-3	0.5	
	18	Уравнение (17) $$d_2=F_1$$	0.3	
	19	Уравнение (18) $$d_2=l-f_1\to f_1=l-d_2=l-F_1$$	0.1	
	20	Уравнение (19) $$\frac{1}{d_1}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{F_1}\to d_1=\frac{f_1F_1}{f_1-F_1}=\frac{(l-F_1)F_2}{l-F_2-F_1}=8\ см$$	0.3	
	21	 Рис-4	0.3	
5	22	Уравнение (20) $\frac{1}{d}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{F_1}\to f_1=\frac{dF_1}{d-F_1}$	0.1	**2.8**
	23	Уравнение (21) $k_1=\frac{f_1}{d}=\frac{F_1}{d-F_1}$	0.1	
	24	Уравнение (22) $d_2=F_2$	0.2	
	25	Уравнение (23) $k_2=\frac{d_0}{d_2}=\frac{d_0}{F_2}$	0.3	
	26	Уравнение (24) $k=k_1k_2=\frac{F_1}{d-F_1}\frac{d_0}{F_2}=150$	0.4	
	27	Уравнение (25) $l_1=f_1+d_2=\frac{dF_1}{d-F_1}+F_2\approx 14.3\ см$	0.4	
	28	Уравнение (26) $\frac{1}{d_2}-\frac{1}{d_0}=\frac{1}{F_2}\to d_2=\frac{d_0F_2}{d_0+F_2}$	0.2	
	29	Уравнение (27) $k_2=\frac{d_0}{d_2}=\frac{d_0+F_2}{F_2}$	0.3	
	30	Уравнение (28) $k=k_1k_2=\frac{F_1}{d-F_1}\frac{d_0+F_2}{F_2}=180$	0.4	
	31	Уравнение (29) $l_2=f_1+d_2=\frac{dF_1}{d-F_1}+\frac{d_0F_2}{d_0+F_2}\approx 13.47\ см$	0.4	

Задача 3. Очень оценочная дифференциальная термодинамика (10,0 баллов)

1. $\frac{\mu r}{N_a}$ – энергия, требуемая добавить одной молекуле для выхода при данной температуре, может различаться из-за наличия уже у молекулы энергии кинетической пропорциональной температуре CT, а также из за работы по расширению против атмосферного давления $A \approx \frac{P}{\rho_г} = \frac{m_0 RT}{\mu} = kT$ также пропорциональной температуре. [0,20 балла]

Предположим $\frac{\mu r}{N_a} = \varepsilon - CT + kT$ то есть имеем явное указание на линейную зависимость [0,20 балла]

Тогда, например из МНК имеем зависимость

$8{,}41 - 0{,}0093T$ [0,40 балла]

Энергия связи - постоянный член зависимости $\varepsilon = 8{,}41 \cdot 10^{-20}$ Дж. Сама энергия связи предполагается в данном диапазоне не зависящей от температуры при неизменном расстоянии между молекулами.

2. Для преодоления энергии связи молекуле требуется скорость

$v = \sqrt{2\varepsilon/m_0} \approx 1137$ м/с [0,30 балла]

Долю молекул x– площадь под графиком от 1137 м/с до 1200 м/с приближённо посчитаем как площадь трапеции [0,20 балла]

$$\frac{f(1137) + f(1200)}{2} * 63$$ [0,30 балла]

а саму f(1137) как 0,63f(1100)+0.37f(1200) [0,30 балла]

t, °C	50	60	70	80	90
$x \cdot 10^{-3}$	0.0794	0.1191	0.1786	0.3210	0.4599

[0,50 балла]

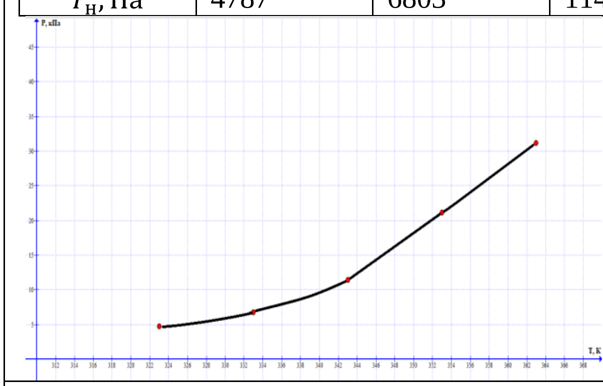
3. Если массовые потоки с площади S считать стандартно $\frac{\rho S v}{2}$ и наступило динамическое равновесие, то $\frac{\rho S v}{2} x = \frac{\rho_п S v}{2} \cdot \frac{1}{2}$ [0,40 балла]

$\rho_п = 2x\rho$ [0,10 балла]

$$P_н = \frac{2x\rho RT}{\mu}$$ [0,30 балла]

t, °C	50	60	70	80	90
$P_н$, Па	4787	6803	11434	21150	31160

[0,50 балла]



[0,50 балла]

4. Давление пара составляет четверть общего давления. [0,10 балла]

Общее давление изменяется адиабатически до пересечения кривой парциального давления пара с кривой давления насыщенного пара. [0,20 балла]

Коэффициент адиабаты смеси найдется из средней теплоёмкости

$$\frac{R}{\gamma-1}=\frac{3}{4}\frac{R}{\frac{7}{5}-1}+\frac{1}{4}\frac{R}{\frac{8}{6}-1}$$	[0,40 балла]
$$\gamma=\frac{29}{21}$$	[0,20 балла]
$$\frac{T^{\gamma}}{P^{\gamma-1}}=\frac{T^{29/21}}{P^{8/21}}=const$$ $$P=\frac{P_A\,T^{29/8}}{T_0^{29/8}}$$	[0,20 балла]
Если изменение температуры предполагается малым по сравнению с T_0 отрезок адиабаты можно заменить отрезком прямой с угловым наклоном $$\left.\frac{dP}{dT}\right\|_{T=T_0}=\frac{29}{8}\frac{P_A}{T_0}$$	[0,40 балла]
Так, что $$P=P_A+\frac{29}{8}\frac{P_A}{T_0}(T-T_0)$$	[0,20 балла]
Давление пара $$P_{п}=\frac{P}{4}=\frac{29}{32}P_A\,\frac{T}{T_0}-\frac{21}{32}P_A$$	[0,10 балла]
 Точка пересечения даёт 355 К или 81 °C Проверим правильность предположения – относительное изменение температуры	[0,40 балла]
$$\frac{363-355}{355}=0{,}023$$	[0,30 балла]
Давление согласно адиабате $P=P_A\,(355/363)^{29/8}$=93,1 кПа	[0,10 балла]
Согласно графику $P=4*23{,}2$ кПа $=92{,}8$ кПа	[0,10 балла]
Относительная ошибка $$\frac{\Delta P}{P}\cdot 100\%=\frac{93.1-92.8}{93.1}=0.32\%$$	[0,10 балла]
5.Теплота испарения при 81°C согласно зависимости пункта 1 равна 394,4 кДж/кг и практически равна табличному значения для 80 °C. В неё включены работа по сжатию и разница во внутренних энергиях пара и жидкости. Считая изменения малыми, запишем закон сохранения энергии в дифференциальной форме	[0,20 балла]
$$-dmr=\upsilon C_v dT+PdV$$	[0,40 балла]
где m -масса пара $\upsilon=\frac{PV}{RT}$ общее число молей	[0,10 балла]
$$T=\frac{\mu P_{н}V}{Rm}$$	[0,10 балла]

Дифференциал частного от произведения	
$dT = \frac{\mu P_{\text{н}}}{Rm} dV + \frac{\mu V}{Rm} dP_{\text{н}} - \frac{\mu P_{\text{н}} V}{Rm^2} dm$	[0,50 балла]
$dT - \frac{\mu V}{Rm} dP_{\text{н}} = dT\left(1 - \frac{T}{P_{\text{н}}}\frac{dP_{\text{н}}}{dT}\right) = \frac{\mu P_{\text{н}}}{Rm} dV - \frac{\mu P_{\text{н}} V}{Rm^2} dm = T\frac{dV}{V} - T\frac{dm}{m}$	[0,20 балла]
$1 - \frac{T}{P_{\text{н}}}\frac{dP_{\text{н}}}{dT} = -14{,}3$ приближенно согласно данной точке и наклону графика при 355 К	[0,50 балла]
$-dmr = \frac{PV}{14{,}3RT} C_v T(\frac{dV}{V} - \frac{dm}{m})) + PdV$	[0,10 балла]
$dm\left(\frac{PV}{14{,}3mRT} C_v T - r\right) = PdV(\frac{C_v}{14{,}3R} + 1)$	[0,10 балла]
С учётом $\frac{mRT}{\mu V} = \frac{P}{4}$ на момент конденсации, и $C_v = \frac{21}{8}R$	[0,10 балла]
$dm\left(\frac{\frac{21}{2}RT}{14.3\mu} - r\right) = PdV(\frac{21}{8 \cdot 14.3} + 1)$	[0,30 балла]
$\Delta m \approx \frac{0.02PV\left(\frac{21}{8 \cdot 14.3} + 1\right)}{r - \frac{\frac{21}{2}RT}{14.3\mu}} = 0.06$ г	[0,40 балла]
Итого	**10,0**