

**Физикадан республикалық олимпиада есептерінің шешімдері-2024**  
**10 сынып**

**Есеп 1 [10,0 ұпай].**

**1.1-Бөлім. (3,5 ұпай)**

<p>1) Полярлық координаттарда (мұндағы <math>\rho</math> -жарылыс эпицентрі орналасқан вертикаль оське дейінгі қашықтық) <math>\beta</math> -көкжиекке бұрышпен атылған снарядтың ұшу траекториясының теңдеуі</p> $z = \rho \operatorname{tg} \beta - \frac{g\rho^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$ <p><math>\rho</math> белгілі болған кезде шекаралық нүкте максималды мүмкін болатын <math>z</math> арқылы беріледі, яғни <math>\beta</math> келесі шарттарды қанағаттандыруы тиіс</p> $\frac{dz}{d\beta} = \frac{\rho}{\cos^2 \beta} - \frac{g\rho^2 \sin \beta}{v_0^2 \cos^3 \beta} = 0$ $\operatorname{tg} \beta = \frac{v_0^2}{g\rho}$ <p>Шекара теңдеуі</p> $z = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g\rho^2}{2v_0^2} = h - \frac{\rho^2}{4h}$	<p>[0.20 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p>
<p>2) Біз <math>X</math> және <math>y</math> осьтерін сәйкесінше көлбеу бойымен және көлбеу бойымен енгіземіз. Жоғарыдағы нүктелер үшін табылған беткейлерде жатқан беттер</p> <p><math>x</math> және <math>y</math> осьтерін сәйкесінше беткейге (ылди) көлденең және беткей бойымен жоғары енгіземіз.</p> <p>Жоғарыда табылған беткей беттері үшін нүктелер</p> $z = y \sin \alpha$ $\rho^2 = x^2 + y^2 \cos^2 \alpha$ $y \sin \alpha = h - \frac{x^2 + y^2 \cos^2 \alpha}{4h}$ $x^2 + (y \cos \alpha + 2htg \alpha)^2 = \left(\frac{2h}{\cos \alpha}\right)^2$	<p>[0.4 ұпай]</p>
<p>3) Мұнда жазықтықтың координаттар жүйесінде жұмыс істеу ыңғайлы болуы мүмкін.</p> <p><math>dx dy</math> алаңын қарастырамыз.</p> <p>Бөлшектердің бірінің жылдамдығы жазықтықпен <math>\gamma</math> бұрыш жасайтын болсын, ал оның жазықтыққа проекциясы <math>y</math> осімен <math>\varphi</math> бұрыш жасайтын болсын.</p> <p>Оның ұшу уақыты</p> $t = \frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos \alpha}$ $x = v_0 \cos \gamma \sin \varphi t$ $y = v_0 \cos \gamma \cos \varphi t - \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2}$ <p>Шамаларды теңдеулерге қойып, түрлендірулер жасағаннан кейін келесі ыңғайлы түрге қол жетіземіз</p> $x = \frac{2h}{\cos \alpha} \sin 2\gamma \sin \varphi$	<p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.10 ұпай]</p>

<p> <math display="block">y = \frac{2h}{\cos\alpha} \sin 2\gamma \cos\varphi - \frac{2h \sin\alpha}{\cos^2\alpha} (1 - \cos 2\gamma)</math> </p> <p>Изменение <math>x</math> және <math>y</math> өзгерістері <math>\gamma</math> -ға да, сондай-ақ <math>\varphi</math> ға да тәуелді болуы мүмкін, біз үшін <math>\varphi = 0</math> және <math>\varphi = \pi</math> жағдайы маңызды</p> <p> <math display="block">\left. \frac{\partial x}{\partial \gamma} \right _{\varphi=\pi n} = \left. \frac{\partial y}{\partial \varphi} \right _{\varphi=\pi n} = 0</math> </p> <p>Сондықтан да</p> <p> <math display="block">dx = \left. \frac{\partial x}{\partial \varphi} \right _{\varphi=\pi n} d\varphi = \pm \frac{2h}{\cos\alpha} \sin 2\gamma d\varphi</math> </p> <p> <math display="block">dy = \left. \frac{\partial y}{\partial \gamma} \right _{\varphi=\pi n} d\gamma = \pm \frac{4h \cos(\alpha \pm 2\gamma)}{\cos^2\alpha} d\gamma</math> </p> <p><math>\cos(2\gamma + \alpha) &lt; 0</math> жағдайы үшін <math>\gamma</math> артқан сайын ұшу ұзақтығы азаяды, сондықтан да алаң ауданы <math>dS = -dx dy</math>.</p> <p>Эпицентрдің айналасында бірлік радиусы бар сфераны елестетіп көрейік. Шеңбердің ұзындығы <math>2\pi \cos\gamma</math> және ені <math>d\gamma</math> болатын сақинаға <math>\frac{dN}{N} = \frac{2\pi \cos\gamma d\gamma}{4\pi}</math></p> <p>пропорцияда бөлшектер саны ұшып кіреді.</p> <p>Осы сақина элементіне, сақинаға ұшып кіретін барлық бөлшектердің <math>\frac{d\varphi}{2\pi}</math> пропорциядағы саны ұшып кіреді.</p> <p>Осылайша <math>\frac{dN}{N} = \frac{\cos\gamma d\gamma d\varphi}{4\pi}</math></p> <p> <math display="block">I = \frac{dN}{dS} = \frac{dN}{dx dy } = \frac{N \cos^3\alpha}{64\pi h^2 \sin\gamma  \cos(\alpha \pm 2\gamma) }</math> </p> <p>Бұл теңдікті <math>\gamma</math> орнына <math>\gamma</math> -пен байланыстырамыз. Естеріңізге сала кетейік, шекараға жақын әрбір нүкте үшін бұрыштардың бірінші ширегінде <math>\gamma</math> үшін екі шешім бар, сәйкесінше екі қарқындылықты қосу керек.</p> <p><math>\gamma = \frac{h}{2}</math> үшін <math>\varphi = 0</math> кезінде екі шешім бар</p> <p> <math display="block">\sin(\alpha + 2\gamma_1) = \frac{\gamma \cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha</math> </p> <p> <math display="block">2\gamma_1 + \alpha = \arcsin\left(\frac{\gamma \cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha\right)</math> </p> <p><math>\gamma_1 = 6.72^\circ</math> және</p> <p> <math display="block">2\gamma'_1 + \alpha = 180^\circ - \arcsin\left(\frac{\gamma \cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha\right)</math> </p> <p><math>\gamma'_1 = 53.28^\circ</math></p> <p><math>\gamma = -\frac{h}{2}</math> үшін <math>\varphi = 0</math> кезінде де шешім бар</p> <p> <math display="block">\sin(\alpha + 2\gamma_2) = \frac{\gamma \cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha</math> </p> <p> <math display="block">\sin(\alpha + 2\gamma) = 180^\circ - \arcsin\left(\frac{\gamma \cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha\right)</math> </p> <p> <math display="block">2\gamma_2 + \alpha = \arcsin\left(\frac{\gamma \cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha\right)</math> </p> <p><math>\gamma_2 = 65.90^\circ</math></p> <p>Және де <math>\varphi = \pi</math> үшін</p> <p> <math display="block">\sin(\alpha - 2\gamma'_2) = \frac{\gamma \cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha</math> </p> <p> <math display="block">\alpha - 2\gamma'_2 = \arcsin\left(\frac{\gamma \cos^2\alpha}{2h} + \sin\alpha\right)</math> </p>	<p>[0.25 ұпай]</p> <p>[0.25 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p> <p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.15 ұпай]</p> <p>[0.15 ұпай]</p> <p>[0.15 ұпай]</p> <p>[0.15 ұпай]</p>
--	---

$\gamma_2' = 5.90^\circ$ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{1}{\sin 6.72^\circ \cos 43.43^\circ} - \frac{1}{\sin 53.28^\circ \cos 136.57^\circ}}{\frac{1}{\sin 5.90^\circ \cos 18.21^\circ} - \frac{1}{\sin 65.90^\circ \cos 161.79^\circ}} \approx 1,18$	[0.20 ұпай]
<b>Барлығы</b>	<b>3,5</b>

### Часть 1.2 (3,5 ұпай)

<p><math>v_0</math> жылдамдығымен ұшатын шардың, массасы дәл сондай тыныштықтағы шармен орталық соққысы кезіндегі энергияның жоғалуын массалар центрінің жүйесінде есептеу ыңғайлы, бұл жүйеде екі шар да бір-біріне <math>p_{\text{сал}} = \frac{mv_0}{2}</math> импульстармен ұшып келіп, абсолютті серпімді соқтығыс орын алатын болса, дәл сол импульстармен кері серпіледі. Абсолютті серпімсіз соқтығыс орын алған жағдайда шарлар бұл импульсты толығымен жоғалтады.</p> <p>Соқтығыс кезінде, мүмкін болатын максималды шығынның 75% энергиясын жоғалтқан кезде шарлар <math>p_{\text{сал}}'</math> импульстармен кері серпіледі, яғни <math>0,25 \frac{p_{\text{сал}}^2}{2m} = \frac{p_{\text{сал}}'^2}{2m}</math>.</p> $p_{\text{сал}}' = \frac{p_{\text{сал}}}{2} = \frac{mv_0}{4}$ <p>Зертханалық жүйеде соқтығыстан кейінгі шарлардың жылдамдықтары</p> $v_1 = \frac{3v_0}{4}, v_2 = \frac{v_0}{4}.$	<p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p>
<p>Жоғарыда алынған нәтиже - нормаль бойымен әсер ететін серпімділік күшінің әсерінен орын алатын импульс өзгерісі болып табылады, сондықтан да оны орталық емес соқтығыс кезіндегі жылдамдықтың нормаль құраушылары үшін қолдануға болады.</p> $v_{1n} = \frac{3v_0 \cos \alpha}{4}, v_{2n} = \frac{v_0 \cos \alpha}{4}.$	[0.20 ұпай]
<p>Үйкеліс күшінің әсерінен импульстың жанама құраушысы пайда болады</p> $F_{\text{үйк}} = \mu N$ <p>Сәйкесінше, егер сырғанау аяқталмаса</p> $\Delta p_t = \mu \Delta p_n = \mu \frac{mv_0}{4} \cos \alpha$ $v_{1t} = v_0 \sin \alpha - \mu \frac{v_0 \cos \alpha}{4}$ $v_{2t} = \mu \frac{v_0 \cos \alpha}{4}$	<p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.30 ұпай]</p> <p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.10 ұпай]</p>
<p>Шарлармен алған импульс моменті</p> $\Delta L = \Delta p_t R = \frac{2}{5} m R^2 \omega$ <p>Шарлардың бұрыштық жылдамдықтары</p> $\omega_1 = \omega_2 = \frac{5\mu v_0 \cos \alpha}{8R}$	<p>[0.20 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p>
<p>Егер сырғанау аяқталса</p> $\Delta p_t = m \Delta v_t$ $\Delta p_t R = \frac{2}{5} m R^2 \omega$ $\Delta v_t = \frac{2}{5} \omega R$	<p>[0.10 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p> <p>[0.20 ұпай]</p>

$v_{1t} - \omega R = v_{2t} + \omega R$	[0.20 ұпай]
$v_0 \sin \alpha - \Delta v_t - \omega R = \Delta v_t + \omega R$	[0.20 ұпай]
$\omega_1 = \omega_2 = \frac{5v_0 \sin \alpha}{14R}$	[0.20 ұпай]
$v_{1t} = \frac{6}{7} v_0 \sin \alpha$	[0.20 ұпай]
$v_{2t} = \frac{1}{7} v_0 \sin \alpha$	[0.20 ұпай]
<b>Барлығы</b>	<b>3,5</b>

### 1.3-Бөлім. (3,0 ұпай)

1.  $\epsilon_1$ -ден сол жақ тізбектегі кернеудің төмендеуі

$$\epsilon_1 = I_3(R_5 + R_6) \quad (1)$$

$$U_5 = I_3 * R_5 = \frac{\epsilon_1 R_5}{R_5 + R_6} \quad (2)$$

$$U_5 = 21 \text{ В} \quad (3)$$

2.  $\epsilon_1$ -ден оң жақ тізбектегі кернеудің төмендеуі

$$\epsilon_1 = I_1(R_1 + R_2) \quad (4)$$

$$U_2 = I_1 * R_2 = \frac{\epsilon_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (5)$$

$$U_2 = 20 \text{ В} \quad (6)$$

$\epsilon_2$ -ден сол жақ тізбектегі кернеудің төмендеуі

$$\epsilon_2 = I_2(R_3 + R_4) \quad (7)$$

$$U_4 = I_2 * R_4 = \frac{\epsilon_2 R_4}{R_3 + R_4} \quad (8)$$

$$U_4 = 10 \text{ В} \quad (9)$$

Вольтметр, сым және  $R_2, R_4$  резисторлар үшін Кирхгофтың екінші заңы

$$U_V - U_2 - U_4 + 0 = 0 \quad (10)$$

$$U_V = U_4 + U_2 = 30 \text{ В} \quad (11)$$

№	Мазмұны	Ұпайлар
1	(1) теңдеу $\epsilon_1 = I_3(R_5 + R_6)$	0.4
2	(2) теңдеу $U_5 = I_3 * R_5 = \frac{\epsilon_1 R_5}{R_5 + R_6}$	0.2
3	(3) теңдеу $U_5 = 21 \text{ В}$	0.2
4	(4) теңдеу $\epsilon_1 = I_1(R_1 + R_2)$	0.4
5	(5) теңдеу $U_2 = I_1 * R_2 = \frac{\epsilon_1 R_2}{R_1 + R_2}$	0.2
6	(6) теңдеу $U_2 = 20 \text{ В}$	0.2
7	(7) теңдеу $\epsilon_2 = I_2(R_3 + R_4)$	0.4
8	(8) теңдеу $U_4 = I_2 * R_4 = \frac{\epsilon_2 R_4}{R_3 + R_4}$	0.2
9	(9) теңдеу $U_4 = 10 \text{ В}$	0.2

10	(10) теңдеу $U_V - U_2 - U_4 + 0 = 0$	0.4
11	(11) теңдеу $U_V = U_4 + U_2 = 30 \text{ В}$	0.2
	<b>Барлығы</b>	<b>3,0</b>

**Есеп 2 [10,0 ұпай].**

1.  $AOB$  и  $A_1OB_1$  үшбұрыштары ұқсас. Демек

$\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$	(1)
-----------------------------	-----

$OFC$  и  $A_1FB_1$  үшбұрыштары ұқсас. Демек

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

Осыжерден

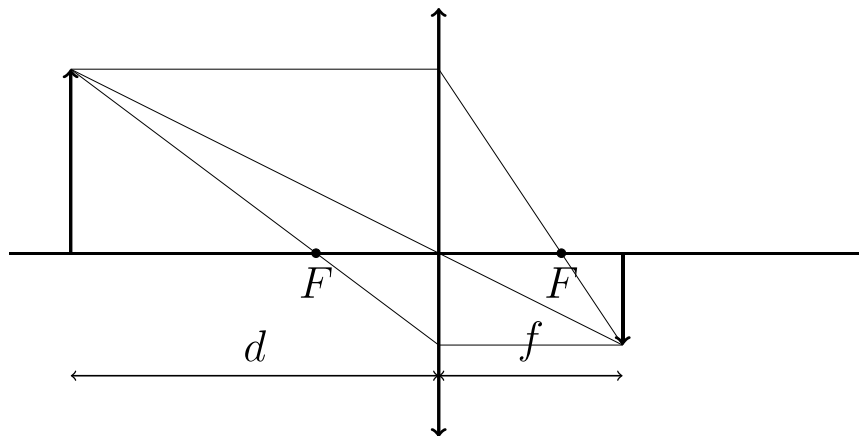
$\frac{f}{d} = \frac{f - F}{F}$	(3)
---------------------------------	-----

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

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	(5)
---	-----

2. Алдыңғы шарттағы линзаның формуласын пайдалана отырып

$f = \frac{dF}{d - F} = 15 \text{ cm}$	(6)
--	-----



1-сурет

3. Бірінші линза үшін линза формуласын пайдаланып, бірінші линзадан кескінге дейінгі  $f_1$ , және кескін биіктігін табамыз

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

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

Бұл жерде  $k_1$  – бірінші линзаның үлкейтуі. Ол екінші линзадан келесі қашықтықта орналасқан

$$d_2 = l - f_1 = 2 \text{ cm} \quad (9)$$

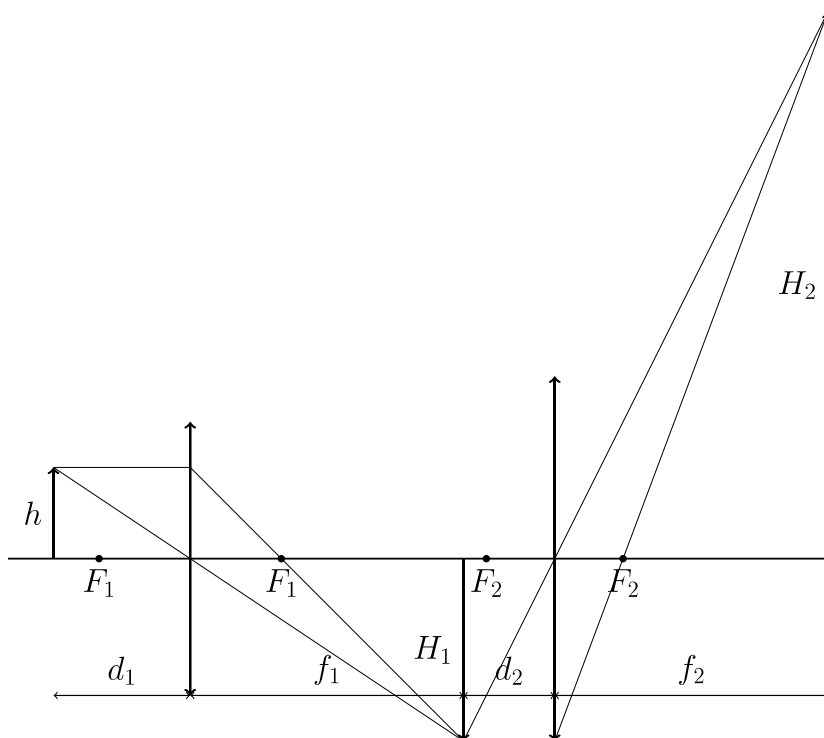
Бірінші линза үшін линза формуласын пайдаланып, бірінші линзадан кескінге дейінгі  $f_2$ , және кескін биіктігін табамыз

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

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

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

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



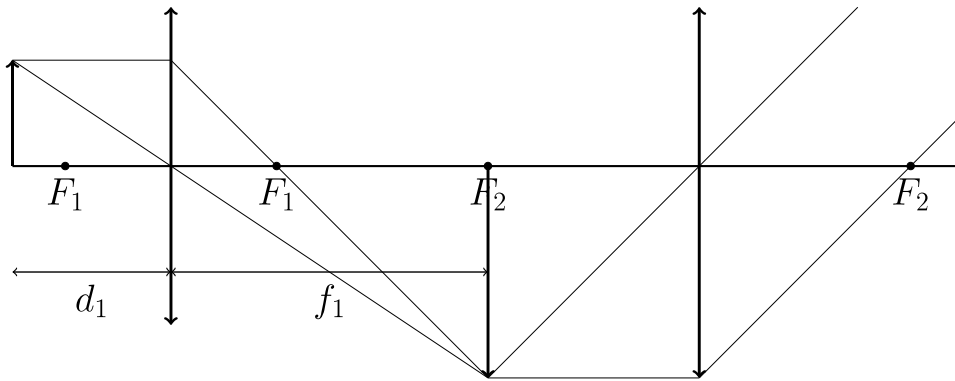
2-сурет

4. Параллель сәулелерді шығару үшін бірінші линзадағы кескін екінші линзаның фокустық жазықтығында болуы керек. Демек, егер дене бірінші линзаның жағында болса, онда оның кескіні екіншісінен  $d_2$  қашықтықта болуы керек, сондықтан

$$d_2 = F_2 \quad (14)$$

$$d_2 = l - f_1 \rightarrow f_1 = l - d_2 = l - F_2 \quad (15)$$

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



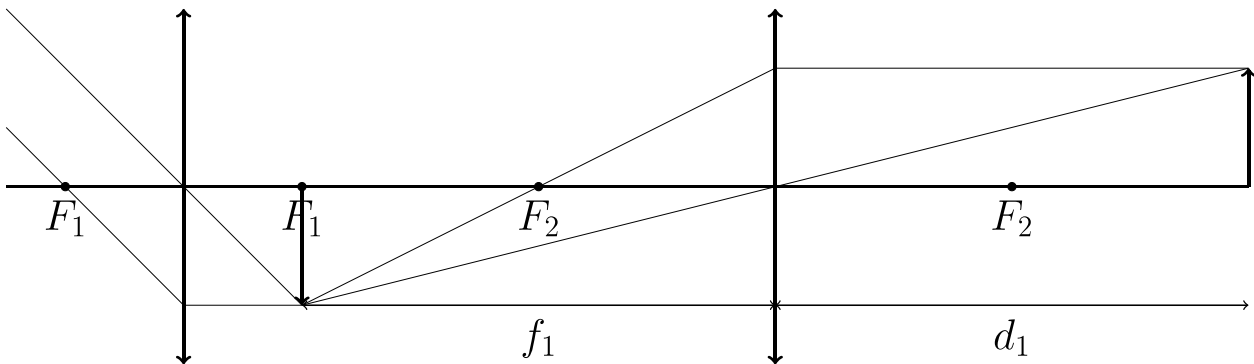
3-сурет

Егер дене екінші линзаның жағында болса, онда оның кескіні біріншісінен  $d_2$  қашықтықта болуы керек.

$$d_2 = F_1 \quad (17)$$

$$d_2 = l - f_1 \rightarrow f_1 = l - d_2 = l - F_1 \quad (18)$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \rightarrow d_1 = \frac{f_1 F_1}{f_1 - F_1} = \frac{(l - F_1) F_2}{l - F_2 - F_1} = 8 \text{ cm} \quad (19)$$



4-сурет

5. Объективке арналған линза формуласы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \rightarrow f_1 = \frac{d F_1}{d - F_1} \quad (20)$$

Объективтің үлкейтуі

$$k_1 = \frac{f_1}{d} = \frac{F_1}{d - F_1} \quad (21)$$

Егер көз бұлшықеттері қатаймаса, онда

$$d_2 = F_2 \quad (22)$$

Онда, окулярдың үлкейтуі

$$k_2 = \frac{d_0}{d_2} = \frac{d_0}{F_2} \quad (23)$$

Микроскоптың үлкейтуі

$$k = k_1 k_2 = \frac{F_1}{d - F_1} \frac{d_0}{F_2} = 150 \quad (24)$$

Объектив пен окуляр арасындағы қашықтық

$$l_1 = f_1 + d_2 = \frac{dF_1}{d - F_1} + F_2 \approx 14.3 \text{ cm} \quad (25)$$

Егер кескін ең жақсы көру қашықтығында болса, окуляр үшін линзаның формуласы болады

$$\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_0} = \frac{1}{F_2} \rightarrow d_2 = \frac{d_0 F_2}{d_0 + F_2} \quad (26)$$

Онда, окулярдың үлкейтуі

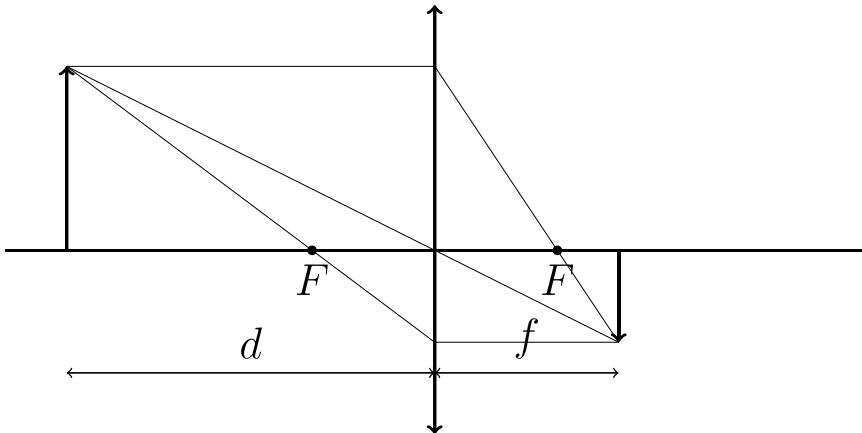
$$k_2 = \frac{d_0}{d_2} = \frac{d_0 + F_2}{F_2} \quad (27)$$

Микроскоптың үлкейтуі

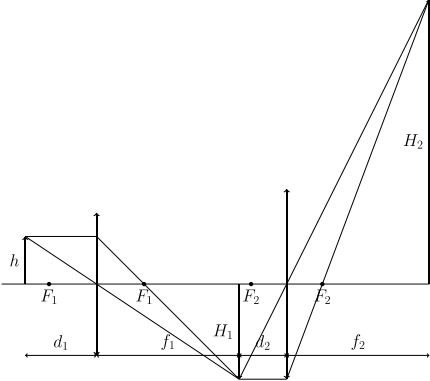
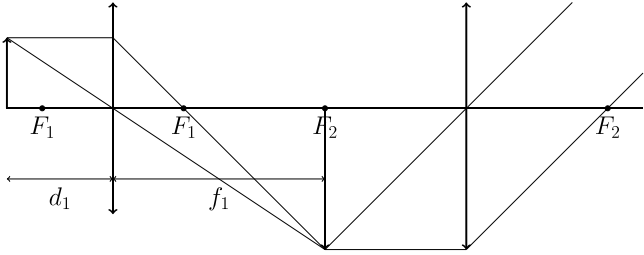
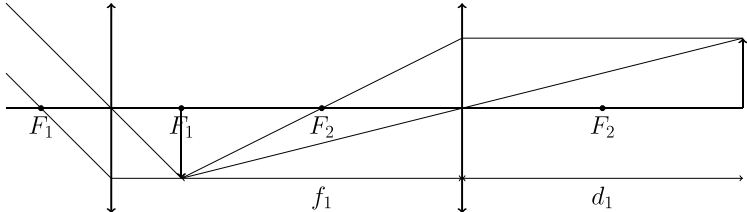
$$k = k_1 k_2 = \frac{F_1}{d - F_1} \frac{d_0 + F_2}{F_2} = 180 \quad (28)$$

Объектив пен окуляр арасындағы қашықтық

$$l_2 = f_1 + d_2 = \frac{dF_1}{d - F_1} + \frac{d_0 F_2}{d_0 + F_2} \approx 13.47 \text{ cm} \quad (29)$$

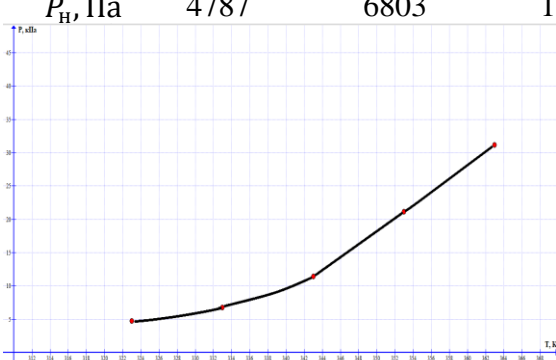
	№	Мазмұны	Ұпайлар	
1	1	Үшбұрыштардың ұқсастығы, (1) $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$	0.8	2.0
	2	Үшбұрыштардың ұқсастығы, (2) $\frac{H}{h} = \frac{f-F}{F}$	0.8	
	3	(5) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$	0.4	
2	4	(6) $f = \frac{dF}{d-F} = 15 \text{ cm}$	0.3	0.6
	5	 <p style="text-align: center;">1-сурет</p>	0.3	
3	6	(7) $f_1 = \frac{d_1 F_1}{d_1 - F_1} = 6 \text{ cm}$	0.2	2.2
	7	(8) $H_1 = k_1 h = \frac{f_1}{d_1} h = 4 \text{ cm}$	0.5	

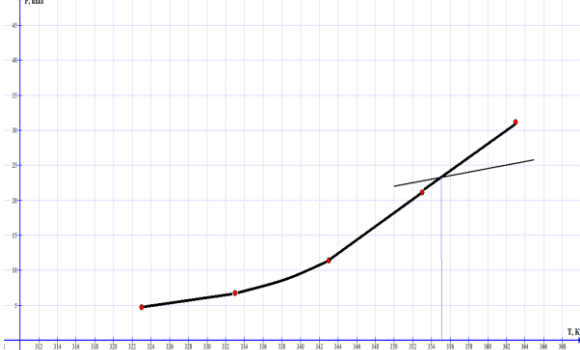


	8	(9) $d_2 = l - f_1 = 2 \text{ cm}$	0.2	
	9	(10) $f_2 = \frac{d_2 F_2}{d_2 - F_2}$	0.1	
	10	(11) $f_2 = F_2 \frac{b(d_1 - F_1) - F_1 d_1}{(b - F_2)(d_1 - F_1) - F_1 d_1} = 6 \text{ cm}$	0.2	
	11	(12) $H_2 = k_1 k_2 h$	0.3	
	12	(13) $H_2 = \frac{F_1 F_2 h}{(l - F_2)(d_1 - F_1) - d_1 F_1} = 12 \text{ cm}$	0.2	
	13	 <p style="text-align: center;">2-цыпер</p>	0.5	
4	14	(14) $d_2 = F_2$	0.5	2.4
	15	(15) $d_2 = l - f_1 \rightarrow f_1 = l - d_2 = l - F_2$	0.1	
	16	(16) $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \rightarrow d = \frac{f_1 F_1}{f_1 - F_1} = \frac{(l - F_2) F_1}{l - F_2 - F_1} = 3 \text{ cm}$	0.3	
	17	 <p style="text-align: center;">3-цыпер</p>	0.5	
	18	(17)	$d_2 = F_1$	
	19	(18)	$d_2 = l - f_1 \rightarrow f_1 = l - d_2 = l - F_1$	0.1
	20	(19)	$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \rightarrow d_1 = \frac{f_1 F_1}{f_1 - F_1} = \frac{(l - F_1) F_2}{l - F_2 - F_1} = 8 \text{ cm}$	0.3
	21	 <p style="text-align: center;">4-цыпер</p>	0.3	
5	22	(20) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \rightarrow f_1 = \frac{d F_1}{d - F_1}$	0.1	2.8
	23	(21) $k_1 = \frac{f_1}{d} = \frac{F_1}{d - F_1}$	0.1	
	24	(22) $d_2 = F_2$	0.2	

25	(23) $k_2 = \frac{d_0}{d_2} = \frac{d_0}{F_2}$	0.3
26	(24) $k = k_1 k_2 = \frac{F_1}{d-F_1} \frac{d_0}{F_2} = 150$	0.4
27	(25) $l_1 = f_1 + d_2 = \frac{dF_1}{d-F_1} + F_2 \approx 14.3 \text{ см}$	0.4
28	(26) $\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_0} = \frac{1}{F_2} \rightarrow d_2 = \frac{d_0 F_2}{d_0 + F_2}$	0.2
29	(27) $k_2 = \frac{d_0}{d_2} = \frac{d_0 + F_2}{F_2}$	0.3
30	(28) $k = k_1 k_2 = \frac{F_1}{d-F_1} \frac{d_0 + F_2}{F_2} = 180$	0.4
31	(29) $l_2 = f_1 + d_2 = \frac{dF_1}{d-F_1} + \frac{d_0 F_2}{d_0 + F_2} \approx 13.47 \text{ см}$	0.4
	<b>Барлығы</b>	<b>10,0</b>

### Есеп 3. Бағамды дифференциалды термодинамика (10,0 ұпай)

<p>1. <math>\frac{\mu r}{N_a}</math> – берілген температурада шығу үшін бір молекулаға қосымша берілетін энергия, молекулада температурадан <math>CT</math> пропорционалдықтағы кинетикалық энергияның болуына, сондай-ақ температураға пропорционал болатын, атмосфералық қысымға қарсы ұлғаюға қатысты <math>A \approx \frac{P}{\rho_r} = \frac{m_0 RT}{\mu} = kT</math> жұмыстың болуына байланысты ерекшеленуі мүмкін.</p> <p><math>\frac{\mu r}{N_a} = \varepsilon - CT + kT</math> сызықтық тәуелділікке нұсқау бар екен деп айталық.</p> <p>Онда, мысалы ККӘ-нен келесі тәуелділікке қол жеткіземіз  <math>8,41 - 0,0093T</math></p> <p>Байланыс энергиясы - тәуелділіктің <math>\varepsilon = 8,41 \cdot 10^{-20}</math> Дж тұрақты мүшесі. Байланыс энергиясының өзі молекулалар арасындағы қашықтық тұрақты болған кезде, берілген диапазонда температураға тәуелді деп есептеледі.</p>	<p>[0,20 ұпай]</p> <p>[0,20 ұпай]</p> <p>[0,40 ұпай]</p>												
<p>2. Молекуладағы байланыс энергиясын еңсеру үшін келесі жылдамдық қажет</p> <p><math>v = \sqrt{2\varepsilon/m_0} \approx 1137</math> м/с</p> <p>Молекулалардың <math>x</math> үлесін – графиктегі 1137 м/с-ден 1200 м/с-ге дейінгі аралықтағы ауданды, жуық шамамен трапеция ауданы ретінде есептейміз</p> <p><math>\frac{f(1137) + f(1200)}{2} * 63</math></p> <p>ал <math>f(1137)</math>-тің өзін <math>0,63f(1100)+0,37f(1200)</math></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">t, °C</th> <th style="padding: 2px;">50</th> <th style="padding: 2px;">60</th> <th style="padding: 2px;">70</th> <th style="padding: 2px;">80</th> <th style="padding: 2px;">90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>x \cdot 10^{-3}</math></td> <td style="padding: 2px;">0.0794</td> <td style="padding: 2px;">0.1191</td> <td style="padding: 2px;">0.1786</td> <td style="padding: 2px;">0.3210</td> <td style="padding: 2px;">0.4599</td> </tr> </tbody> </table>	t, °C	50	60	70	80	90	$x \cdot 10^{-3}$	0.0794	0.1191	0.1786	0.3210	0.4599	<p>[0,30 ұпай]</p> <p>[0,20 ұпай]</p> <p>[0,30 ұпай]</p> <p>[0,30 ұпай]</p> <p>[0,50 ұпай]</p>
t, °C	50	60	70	80	90								
$x \cdot 10^{-3}$	0.0794	0.1191	0.1786	0.3210	0.4599								
<p>3. Егер <math>S</math> ауданнан келетін массалық ағынды стандартты түрде есептейтін болсақ <math>\frac{\rho S v}{2}</math> және де динамикалық тепе-теңдік орныққанын ескерсек, онда</p> <p><math>\frac{\rho S v}{2} x = \frac{\rho_n S v}{2} \cdot \frac{1}{2}</math></p> <p><math>\rho_n = 2x\rho</math></p> <p><math>P_H = \frac{2x\rho RT}{\mu}</math></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">t, °C</th> <th style="padding: 2px;">50</th> <th style="padding: 2px;">60</th> <th style="padding: 2px;">70</th> <th style="padding: 2px;">80</th> <th style="padding: 2px;">90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>P_H</math>, Па</td> <td style="padding: 2px;">4787</td> <td style="padding: 2px;">6803</td> <td style="padding: 2px;">11434</td> <td style="padding: 2px;">21150</td> <td style="padding: 2px;">31160</td> </tr> </tbody> </table> 	t, °C	50	60	70	80	90	$P_H$ , Па	4787	6803	11434	21150	31160	<p>[0,40 ұпай]</p> <p>[0,10 ұпай]</p> <p>[0,30 ұпай]</p> <p>[0,50 ұпай]</p> <p>[0,50 ұпай]</p>
t, °C	50	60	70	80	90								
$P_H$ , Па	4787	6803	11434	21150	31160								
<p>4. Бу қысымы жалпы қысымның төрттен бірін құрайды.</p> <p>Жалпы қысым парциалды бу қысымының қысығы, қаныққан бу қысымының қысығымен қиылысқанға дейін адиабаттық түрде өзгереді.</p> <p>Қоспаның адиабата коэффициенті орташа жылу сыйымдылығынан табылады</p> <p><math>\frac{R}{\gamma - 1} = \frac{3}{4} \frac{R}{7 - 1} + \frac{1}{4} \frac{R}{8 - 1}</math></p>	<p>[0,10 ұпай]</p> <p>[0,20 ұпай]</p> <p>[0,40 ұпай]</p>												

$\gamma = \frac{29}{21}$ $\frac{T^\gamma}{P^{\gamma-1}} = \frac{T^{29/21}}{P^{8/21}} = const$ $P = \frac{P_A T^{29/8}}{T_0^{29/8}}$	<p>[0,20 ұпай]</p> <p>[0,20 ұпай]</p>
<p>Егер температураның өзгерісі <math>T_0</math> - мен салыстырғанда аз шама болса, онда адиабата бөлігін бұрыштық көлбеулігі бар түзу кесіндімен ауыстыруға болады</p>	<p>[0,40 ұпай]</p>
$\left. \frac{dP}{dT} \right _{T=T_0} = \frac{29 P_A}{8 T_0}$ <p>Яғни</p>	<p>[0,20 ұпай]</p>
$P = P_A + \frac{29 P_A}{8 T_0} (T - T_0)$	<p>[0,20 ұпай]</p>
<p>Бу қысымы</p> $P_{II} = \frac{P}{4} = \frac{29}{32} P_A \frac{T}{T_0} - \frac{21}{32} P_A$	<p>[0,10 ұпай]</p>
 <p>The graph shows pressure P in kPa on the y-axis (ranging from 0 to 40) and temperature T in K on the x-axis (ranging from 0 to 400). A curve starts at approximately (363, 23.2) and rises to (355, 93.1). A tangent line is drawn at the point (355, 93.1) on the curve. The x-axis has major ticks every 20 units, and the y-axis has major ticks every 10 units.</p>	
<p>Қиылысу нүктесі 355 К немесе 81 °С шамасын береді.</p>	
<p>Болжамның дұрыстығын тексерейік – температураның салыстырмалы өзгеруі</p>	<p>[0,40 ұпай]</p>
$\frac{363 - 355}{355} = 0,023$	<p>[0,30 ұпай]</p>
<p>Адиабатаға сәйкес қысым</p>	
$P = P_A (355/363)^{29/8} = 93,1 \text{ кПа}$	<p>[0,10 ұпай]</p>
<p>Графикке сәйкес</p>	
$P = 4 * 23,2 \text{ кПа} = 92,8 \text{ кПа}$	<p>[0,10 ұпай]</p>
<p>Салыстырмалы қателік</p>	
$\frac{\Delta P}{P} \cdot 100\% = \frac{93,1 - 92,8}{93,1} = 0,32\%$	<p>[0,10 ұпай]</p>
<p>5. Теплота испарения при 81°С согласно зависимости пункта 1 равна 394,4 кДж/кг и практически равна табличному значения для 80 °С. В неё включены работа по сжатию и разница во внутренних энергиях пара и жидкости. Считая изменения малыми, запишем закон сохранения энергии в дифференциальной форме</p>	<p>[0,20 ұпай]</p> <p>[0,40 ұпай]</p>
$-dmr = \nu C_v dT + P dV$	<p>[0,10 ұпай]</p>
<p>мұндағы <math>m</math>-бу массасы</p>	
$\nu = \frac{PV}{RT} \text{ жалпы моль саны}$	<p>[0,10 ұпай]</p>
$T = \frac{\mu P_H V}{Rm}$	<p>[0,10 ұпай]</p>

<p>Дифференциал</p> $dT = \frac{\mu P_H}{Rm} dV + \frac{\mu V}{Rm} dP_H - \frac{\mu P_H V}{Rm^2} dm$ $dT - \frac{\mu V}{Rm} dP_H = dT \left( 1 - \frac{T}{P_H} \frac{dP_H}{dT} \right) = \frac{\mu P_H}{Rm} dV - \frac{\mu P_H V}{Rm^2} dm = T \frac{dV}{V} - T \frac{dm}{m}$ <p><math>1 - \frac{T}{P_H} \frac{dP_H}{dT} = -14,3</math> берілген нүктеге және 355 К кезіндегі графикін көлбеулігіне жуық</p> $-dmr = \frac{PV}{14,3RT} C_v T \left( \frac{dV}{V} - \frac{dm}{m} \right) + PdV$ $dm \left( \frac{PV}{14,3mRT} C_v T - r \right) = PdV \left( \frac{C_v}{14,3R} + 1 \right)$ <p>Конденсация мезетінде <math>\frac{mRT}{\mu V} = \frac{P}{4}</math> екенін және <math>C_v = \frac{21}{8}R</math> ескере отырып</p> $dm \left( \frac{\frac{21}{2}RT}{14,3\mu} - r \right) = PdV \left( \frac{21}{8 \cdot 14,3} + 1 \right)$ $\Delta m \approx \frac{0,02PV \left( \frac{21}{8 \cdot 14,3} + 1 \right)}{r - \frac{21}{14,3\mu}} = 0,06 \text{ г}$	<p>[0,50 ұпай]</p> <p>[0,20 ұпай]</p> <p>[0,50 ұпай]</p> <p>[0,10 ұпай]</p> <p>[0,10 ұпай]</p> <p>[0,10 ұпай]</p> <p>[0,30 ұпай]</p> <p>[0,40 ұпай]</p>
<b>Барлығы</b>	<b>10,0</b>