Рекомендация для участника: *на каждом листе бланка* ***укажите (!)*** *в левом верхнем углу* ***номер решаемой задачи*** *, а в правом нижнем углу –* ***порядковый номер страницы*** *.*

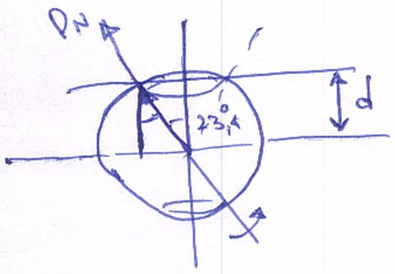
Задача № 1.	*Решение.*	Код:

в	д	б	а	г
а	б	д	г	в
зима	весна	осень	осень	зима
да	да	нет	нет	да

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 2.	Решение.	Код:



d для всех точек одинаково

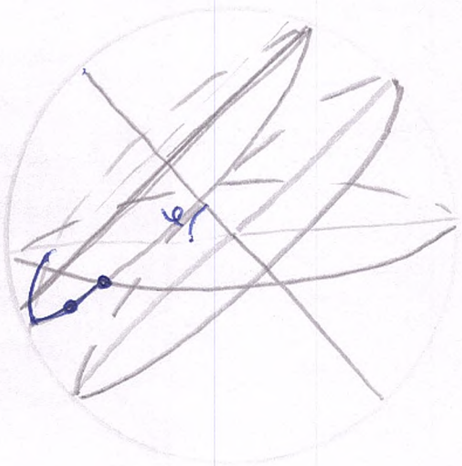
$\varepsilon \approx 23,5^\circ$

тогда $\varphi_{min} = 90 - 2\varepsilon = 43^\circ$

тогда: а) $\varphi \in [-90^\circ; -43^\circ] \cup [43^\circ; 90^\circ]$

$L = R\cos(23,5) \approx 5840$ km

на широте $\varphi \in (66,6\,;\,90)$ - полярный день, $(60,6\,;\,66,6)$ - сумерки, $(54,6\,;\,60,6)$ - навигационные $(48,6\,;\,54,6)$ - астрономические, $(43, 48,6)$ - ночь.



возьмем $\varphi = 48,6^\circ$ - точно сумерки, найдем время

$\tan\varphi \tan\delta = \cos t$

$2t \approx 8^h$ → 8 часов время солнца над горизонтом.

возьмем широту $\varphi = 66,6^\circ$ (43°)

$h_{вк} = |90 - \varphi| + \delta$

$h_1 = 23,5$

$h_2 = 70,5$

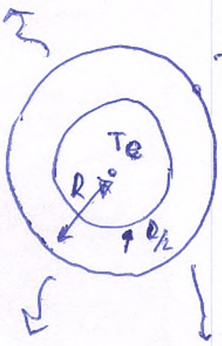
$$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{\cos(23,5)}{\cos(70,5)} \approx 2,8$$

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 3.	Решение.	Код:

T_0 - период полураспада $\quad N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_0}}$



$\varphi \sim \frac{\Delta T}{\Delta r} \qquad \varphi = k\frac{\Delta T}{\Delta r}$

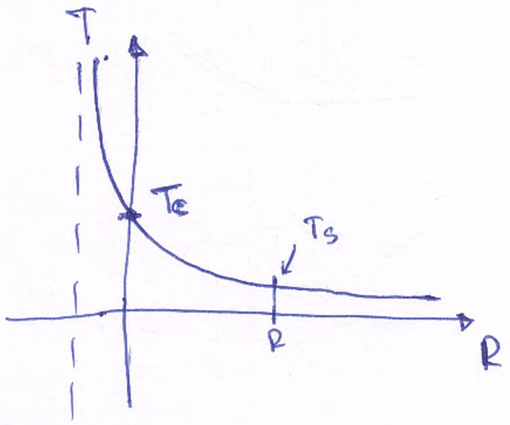
$r^2\varphi$ - сохраняется = поток энергии

$\frac{dT}{dr} \cdot 4\pi r^2 = \text{const} = C_1$

$\int dT = C_1 \int \frac{dr}{4\pi r^2}$

$T = \frac{C_1}{4\pi}\left(-1\right)\frac{1}{r} + C_2$

$T(R) = T_s$



смещение гиперболы по x:

$\bar{y} = \frac{A}{x + x_0}$

$T_c = \frac{A}{0 + x_0} \qquad T_c \cdot x_0 = A \qquad A = \frac{R T_c \cdot T_s}{T_c - T_s}$

$T_s = \frac{A}{x_0 + R} \qquad (x_0 + R)T_s = T_c \cdot x_0$

$x_0 T_s + R T_s = T_c \cdot x_0$

$x_0 (T_s - T_c) = -R T_s \qquad x_0 = \frac{R T_c}{T_c - T_s}$

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 3.	Решение.	Код:

$$T(r) = \frac{R T_c \cdot T_s}{T_c - T_s} \cdot \frac{1}{r + R\frac{T_s}{T_c - T_s}}$$

$$T\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{T_c \cdot T_s}{T_c - T_s} \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{T_s}{T_c - T_s}} \approx 60\,k$$

$T_1 = 60\,k$

За $t \approx 4{,}5 \cdot 10^9$ лет

$\frac{N}{N_0} \approx 10^{-4}$ - предполагаю все вещество перестало работать

поэтому

$$\sigma T^4(R) \cdot 4\pi R^2 = \frac{dU}{dT}$$

$$\frac{dU}{dT} = \frac{dT}{dr} \cdot 4\pi r^2 = \frac{dE}{dt}$$

За такой промежуток времени $T_s \approx 0 \rightarrow T_c \approx 0$

не как не стоит больше поддерживать тепло.

$T_2 \approx 0$; $T_3 \approx 0$

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 4.	Решение.	Код:

1) $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$ $\quad c = \lambda\nu$ $\quad \lambda = \frac{c}{\nu}$

$$z = \frac{\frac{1}{\nu} - \frac{1}{\nu_0}}{\frac{1}{\nu_0}} = \frac{\nu_0}{\nu} - 1$$

$\cos(180) = -1$

тогда $\frac{\nu_0}{\nu} = \frac{\sqrt{1 + \nu/c}\sqrt{1 + \nu/c}}{\sqrt{1 - \nu/c}\sqrt{1 - \nu/c}}$

$$z = \sqrt{\frac{1 + \nu/c}{1 - \nu/c}} - 1 \qquad (z+1)^2 = \frac{1 + \nu/c}{1 - \nu/c}$$

$$(1 - \nu/c)(z+1)^2 = 1 + \nu/c$$

$$(z+1)^2 - \frac{\nu}{c}(z+1)^2 = 1 + \nu/c \qquad \frac{\nu}{c}\left(1 + (z+1)^2\right) = (z+1)^2 - 1$$

$$\boxed{\nu = c\,\frac{(z+1)^2 - 1}{(z+1)^2 + 1}}$$

$\nu \approx 0{,}99\,c$ $\quad \nu \approx 2{,}97 \cdot 10^5 \frac{км}{с}$

$H_0 \cdot r = \nu$ $\quad r \approx \frac{c}{H_0}$ $\quad \boxed{r \sim 4\,Гпк}$ $\quad 4 \cdot 10^9$ пк

мы наблюдаем её "вскоре после большого взрыва"

$\frac{1}{a(t)} = z + 1$ $\quad a(t) = \frac{1}{z+1}$ $\quad a(t) \sim t^{2/3}$ –

Домашнее задание

тогда $\Delta t \approx (z+1)^{-\frac{3}{2}} T_0$ $\quad T_0 \approx 13{,}4 \cdot 10^9$ лет

$$\boxed{\Delta t \approx 0{,}3 \cdot 10^9 \text{ лет}}$$

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 4.	Решение.	Код:

$M_{uv} = -22,1^m$

а) $\frac{L_\odot}{a^2} = \frac{L}{d^2}$

$L = \left(\frac{d}{a}\right)^2 \cdot L_\odot$

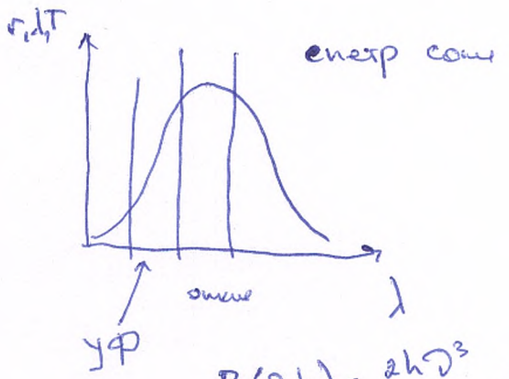
$\boxed{L \approx 7 \cdot 10^{29}\ L_\odot}$

$\Delta m c^2 \sim LT$

$\Delta m \sim T$

$\Delta m \simeq \frac{LT}{c^2} \simeq 1,6\ M_\odot$

$\frac{1,6}{10^{12}} \simeq \boxed{1 \cdot 10^{-12}}$



$B(\nu,T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$

Для оптики $\nu \simeq 5,4 \cdot 10^{14}$ Гц

Для УФ $\nu \simeq 1,2 \cdot 10^{15}$

$\frac{B_1}{B_2} \simeq \left(\frac{120}{5,4}\right)^3 \frac{e^{\frac{h\nu_1}{kT}} - 1}{e^{\frac{h\nu_2}{kT}} - 1} \simeq 56$

в УФ солнце светит ярче в 56 раз

Тогда для солнца

$m_{uv} = m_v + 2,5 \lg(56) \simeq m_v + 4,4$

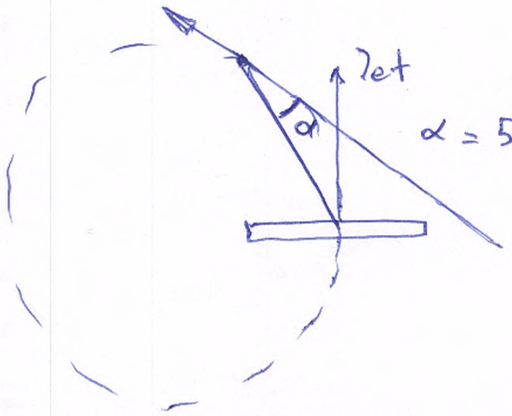
$m_{uv} \simeq -22,3^\circ$ → тогда радиус в $\Delta m \ll 1$

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 5.	Решение.	Код:

$z = 0{,}05$



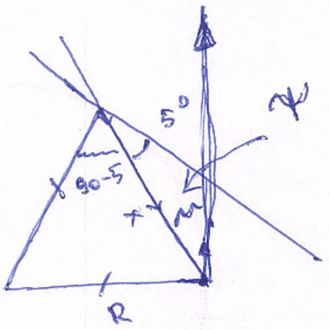
$\mathcal{E} = 10^{20}$ эВ

$\mathcal{E} = mc^2\gamma$

$\gamma = \left(\frac{mc^2}{\mathcal{E}}\right)^{-1} \approx 1\cdot10^{11} = k$

$\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{v}{c}\right)^2}} = k$

т.к. $k >> 1 \rightarrow v \approx c$



$evB = \frac{mv^2\gamma}{R}$

$B = \frac{mc\gamma}{R\cdot e}$

$\boxed{B \approx 8\cdot10^{-15}\ \text{Тл}}$

$\frac{\sin(90-5)}{R} = \frac{\sin(10)}{x}$

$R = \frac{x\cos(5)}{\sin(10)} \approx 5{,}7\cdot x$

$x H_0 \approx z\cdot c$

$x \approx 210\cdot10^6$ пк

Ответ:

Рекомендация для участника: *на каждом листе бланка* **укажите (!)** *в левом верхнем углу* **номер решаемой задачи**, *а в правом нижнем углу –* **порядковый номер страницы**.

Задача № 5.	Решение.	Код:

II закон Ньютона:

$$\frac{mv^2\gamma}{R} = evB \Rightarrow \boxed{R = \frac{mv\gamma}{eB} \equiv const}$$

$$\boxed{R \simeq 1{,}2 \cdot 10^9 \text{ пк}}$$

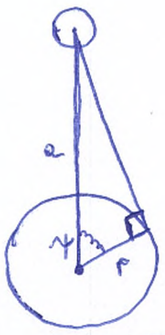
$\underline{\psi = 5^\circ}$ – из равенства Δ – угол между направлением отсета материи и направлением на солнце.

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 6.	Решение.	Код:

$\varphi = 50^\circ$



$\psi = \arccos\left(\frac{r}{a}\right)$

$\psi \approx 89{,}6^\circ$

$\Phi = \frac{d}{D} \approx 0{,}05$

из рисунка

$\Phi = \frac{1+\cos\varphi}{2}$

$2\Phi - 1 = \cos\varphi$

$\varphi \approx 95{,}7$

$t = \frac{\varphi}{2\pi} \cdot S$

$t \approx 7{,}85$ дней

Ответ: