

От атома до галактики - 2018

В поисках четвертой красавицы Эйлера

Авторы: Филатова Варвара Андреевна, Зверева Полина Олеговна,
Козин Николай Сергеевич

Г. Москва
СОШ №1324

Научный руководитель: Горелик Иван Юрьевич

- Эйлер утверждал, что давление в центрах Солнца или Земли стремятся к нулю.
- Уравнение гидродинамики, которым пользуются физики, связано с именем Эйлера.
- Вопрос, а каким уравнением гидростатического равновесия пользовался сам Леонард Эйлер.
- Эйлера называют гением, а его утверждение о поллой Земле, вызывает усмешку и у простых грешных, и у выдающихся ученых.
- Нашей задачей на будущие годы предстоит найти, а какое же уравнение гидростатического равновесия использовал Леонард Эйлер, если он пришел к таким безумным выводам.

Леонард Эйлер

- Леонард Эйлер (15 апреля 1707, Швейцария – 18 сентября 1783, Российская империя, Санкт-Петербург) — швейцарский, немецкий и российский математик и механик, внёсший фундаментальный вклад в развитие этих наук. Эйлер — автор более чем 850 работ.



Первая красавица

Тождество Эйлера является следствием формул Эйлера, связывающих экспоненту комплексного числа с тригонометрическими функциями. Эта формула является основной для экспоненциального представления комплексных чисел и формул Муавра для выражения синусов и косинусов кратных углов. Именно это тождество было признано участниками опыта самым красивым.

$$1 + e^{i\pi} = 0$$

Тождество Эйлера

Вторая красавица

В простейшем случае эта формула связывает между собой количество вершин (V), ребер (E) и граней (F) произвольного выпуклого многогранника.

$$V - E + F = 2$$

Формула для Эйлеровой характеристики

Третья красавица

Тождество Эйлера является частным случаем, если вместо x подставить «пи».

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x$$

Формула Эйлера

Мы предполагаем ,что эта формула – 4 красавица Эйлера

$$dp/dr = -\rho * g + 2p/r$$

Где $2p/r$ – мы назовем слагаемым Эйлера.

Выводы

- 1. Мы получили расширенную теорему о вириале.
- 2. Мы заметили, что при изменении радиуса температура в центре изменяется во столько же раз, во сколько был изменен радиус. То есть температура обратна пропорциональна радиусу.
- 3. Мы заметили, что при уменьшении градиента температур масса стягивается к центру.
- 4.

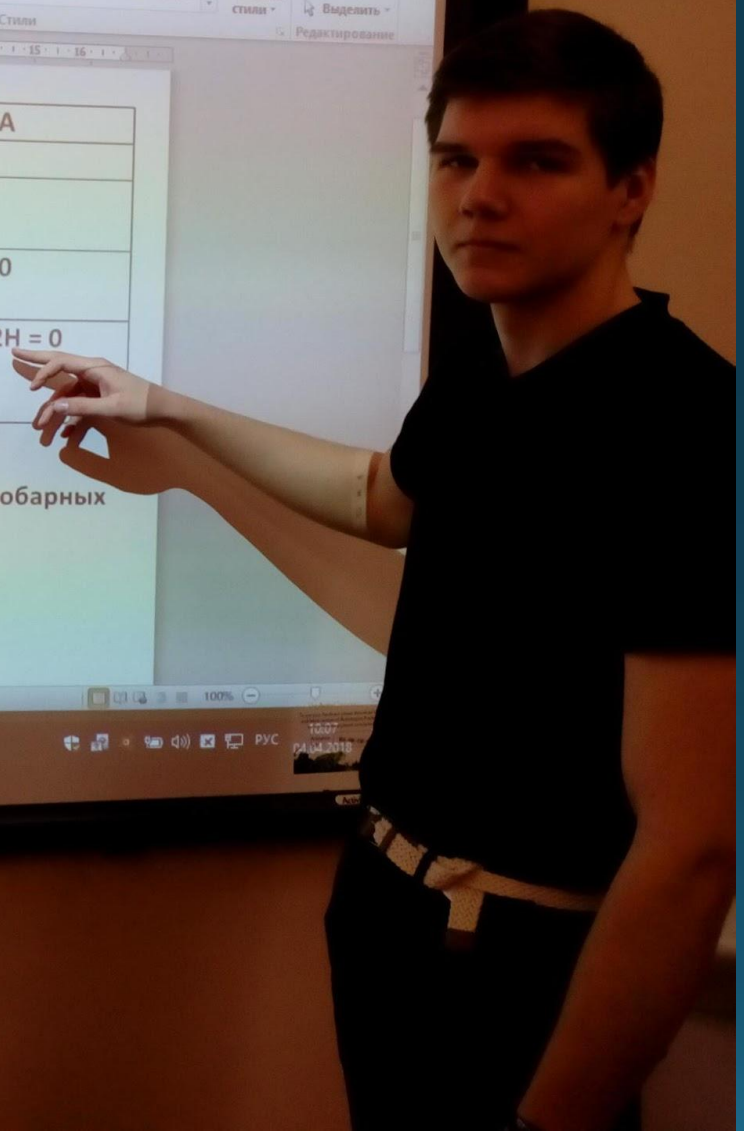
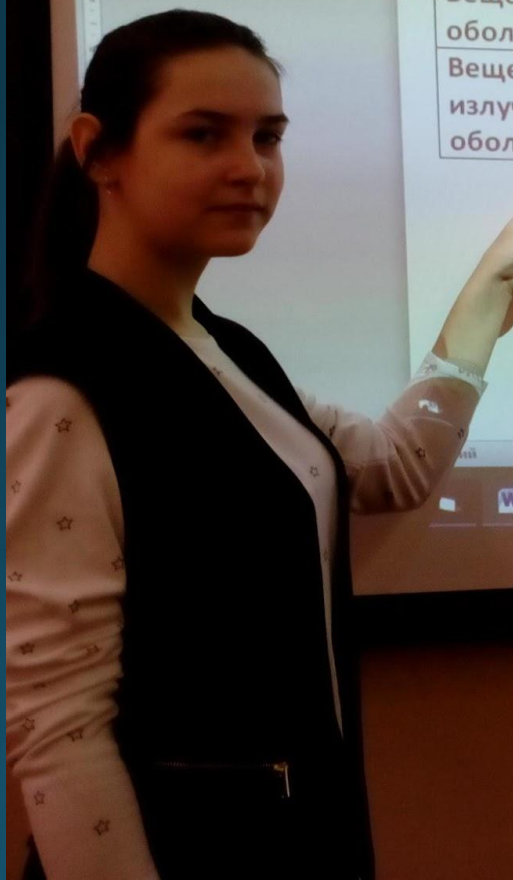
Темы для конференции.docx - Microsoft Word

Calibri (Осно - 18

	ОБЩЕПРИНЯТОЕ	+ ЭФФЕКТ ЭЙЛЕРА
Вещество	$P + 2U = 0$	$P + 2H = 0$
Вещество + излучение	$P + L + 2U = 0$	$P + L + 2H = 0$
Вещество в оболочке	$P + P_{\text{обол}} + 2U = 0$	$P + P_{\text{обол}} + 2H = 0$
Вещество + излучение в оболочке	$P + P_{\text{обол}} + L + 2U = 0$	$P + P_{\text{обол}} + L + 2H = 0$

— энтальпия, играет роль внутренней энергии в изобарных процессах.

$H = U + pV$. Сумма полойно ($dH = dU + pdV$).



Теорема о вириале

	ОБЩЕПРИНЯТОЕ	+ ЭФФЕКТ ЭЙЛЕРА
Вещество	$P + 2U = 0$	$P + 2H = 0$
Вещество + излучение	$P + L + 2U = 0$	$P + L + 2H = 0$
Вещество в оболочке	$P + P_{\text{обол}} + 2U = 0$	$P + P_{\text{обол}} + 2H = 0$
Вещество + излучение в оболочке	$P + P_{\text{обол}} + L + 2U = 0$	$P + P_{\text{обол}} + L + 2H = 0$

H – энтальпия, играет роль внутренней энергии в изобарных процессах.

$H = U + pV$. Сумма посылно ($dH = dU + pdV$).

Клаузиус: $P + 2K = 0$ для звезд.

Перенесено на газ: $P + 2U = 0$.

Новое уравнение гидростатического равновесия для идеального газа

Стандартное уравнение гидростатического равновесия для идеального газа

Эффект Эйлера. СОШ 1324, кабинет физики.

Выберите тип уравнения dp/dr :

- $dp/dr = -\rho \cdot g + 2p/r$
- $dp/dr = -\rho \cdot g + 2(p-p_0)/r$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g + 2(p+p)/r$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g + 2p/r$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g + 2(p-p_0)/r$
- $dp/dr = -\rho \cdot g$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g$
- $dp/dr = -\rho \cdot g; \quad p_0$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g; \quad p_0$

Введите другие данные и попробуйте еще раз.

Сохранить рисунок

Отображать процесс вычисления.

Выберите тип уравнения dT/dr :

- $dT/dr = -(2/5) \cdot mg/k$
- $dT/dr = 0$

Масса в MSun: *1.9891*10³⁰кг

Радиус в RSun: *696100000 м

Молекулярная масса: а.е.м.

Температура объекта для $dT/dr=0$, или температура оболочки для уравнений, содержащих давление оболочки, p_0 : млн.К

Плотность конденсации: кг/м³

Количество слоев объекта, dl . Увеличение количества повышает точность, но замедляет работу.

Графики: зеленый - концентрация частиц; голубой - ускорение g; красный - давление вещества; желтый - давление излучения; оранжевый - общее давление; белый - температура. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ:

Одно из новых вириальных соотношений: $(-P)/(2N)=1.001112$
 Следовательно: $P + 2N = 0$. $N=U+pV$ - энтальпия, просуммированная послойно: $dN=dU+pdV$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=7.53172989309068E+40$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-2.51336892681412E+41$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 22.93215 тыс.К.
 Температура в центре, $T_{max}=7.63925937559346$ млн К.
 99.99999999942% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа $8.326262E+08$ атм при $r=0.56R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=2546.142$ кг/м³ при $r=0.63R$.

Эффект Эйлера. СОШ 1324, кабинет физики.

Выберите тип уравнения dp/dr :

- $dp/dr = -\rho \cdot g + 2p/r$
- $dp/dr = -\rho \cdot g + 2(p-p_0)/r$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g + 2(p+p)/r$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g + 2p/r$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g + 2(p-p_0)/r$
- $dp/dr = -\rho \cdot g$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g$
- $dp/dr = -\rho \cdot g; \quad p_0$
- $d(p+p)/dr = -(\rho+\rho_0) \cdot g; \quad p_0$

Введите другие данные и попробуйте еще раз.

Сохранить рисунок

Отображать процесс вычисления.

Выберите тип уравнения dT/dr :

- $dT/dr = -(2/5) \cdot mg/k$
- $dT/dr = 0$

Масса в MSun: *1.9891*10³⁰кг

Радиус в RSun: *696100000 м

Молекулярная масса: а.е.м.

Температура объекта для $dT/dr=0$, или температура оболочки для уравнений, содержащих давление оболочки, p_0 : млн.К

Плотность конденсации: кг/м³

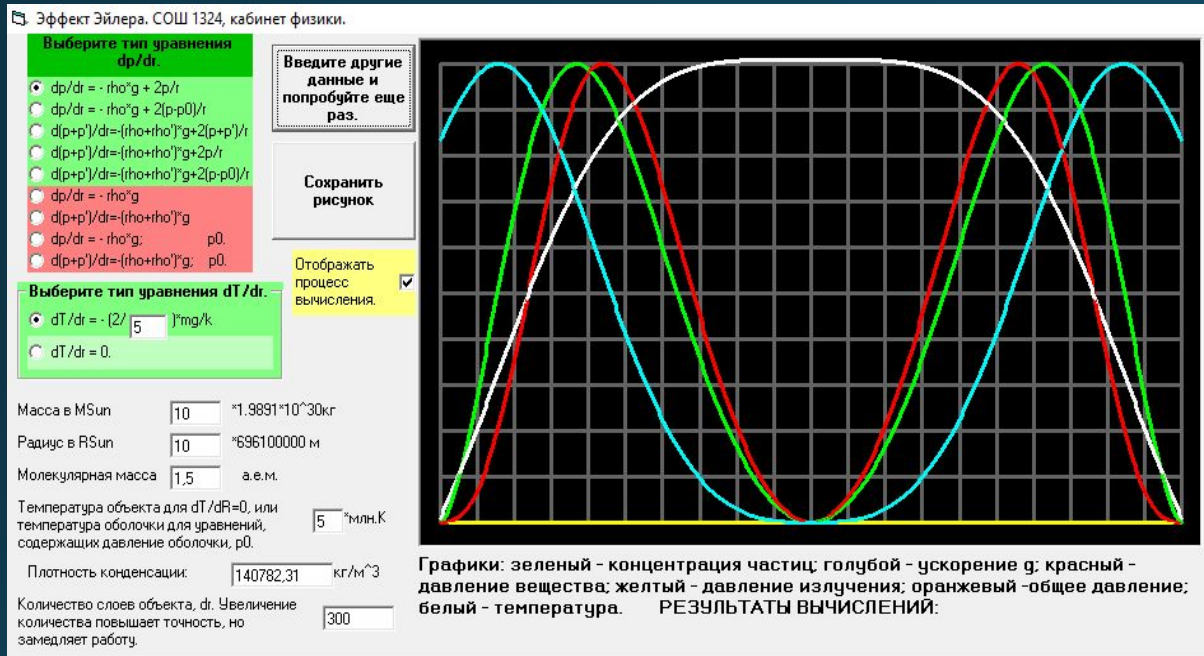
Количество слоев объекта, dl . Увеличение количества повышает точность, но замедляет работу.

Графики: зеленый - концентрация частиц; голубой - ускорение g; красный - давление вещества; желтый - давление излучения; оранжевый - общее давление; белый - температура. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ:

Классический вириал: $-P/(2U)=0.996834$
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=1.63135510523216E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-3.25238059138617E+41$ Дж.

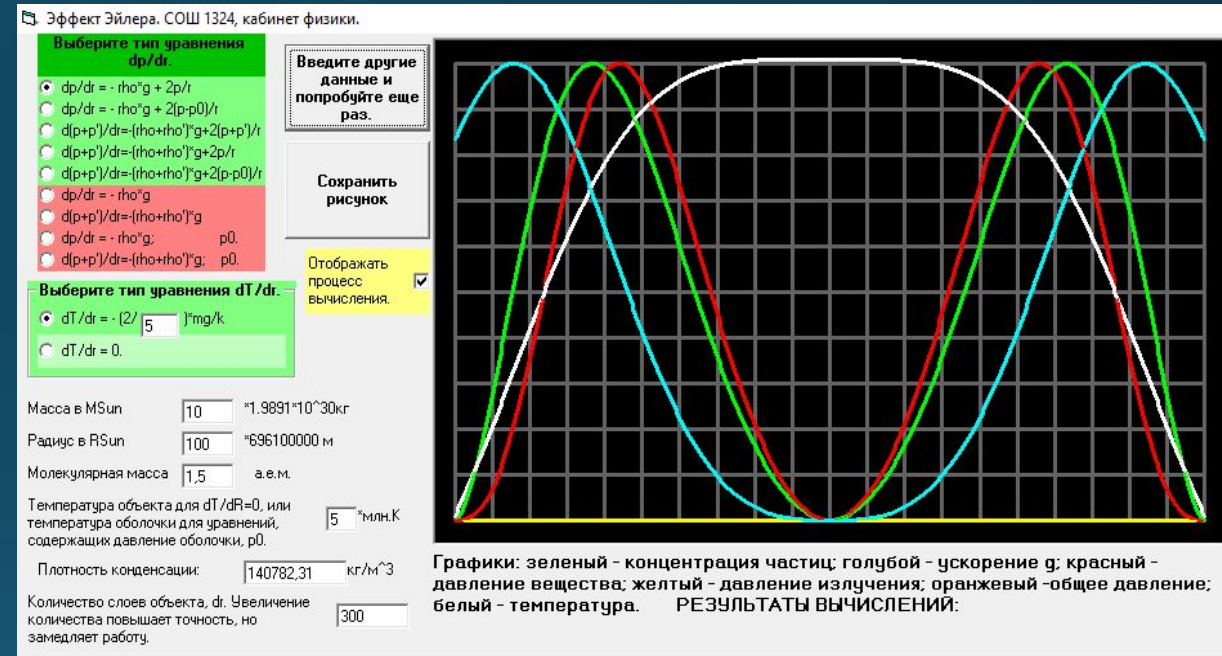
Температура на глубине $R/600$ равна 22.93215 тыс.К.
 Температура в центре, $T_{max}=18.5837191536931$ млн К.
 99.999999931058% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа $8.614789E+09$ атм при $r=0R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=8446.756$ кг/м³ при $r=0R$.

Изменение температуры в центре с увеличением радиуса для уравнений с учетом Эйлера



Одно из новых вириальных соотношений: $(-P)/(2N)=1.001112$
 Следовательно: $P + 2N = 0$. $N=U+pV$ - энтальпия, просуммированная послойно: $dN=dU+pdV$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=7.53172989309085E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-2.51336892681418E+42$ Дж.

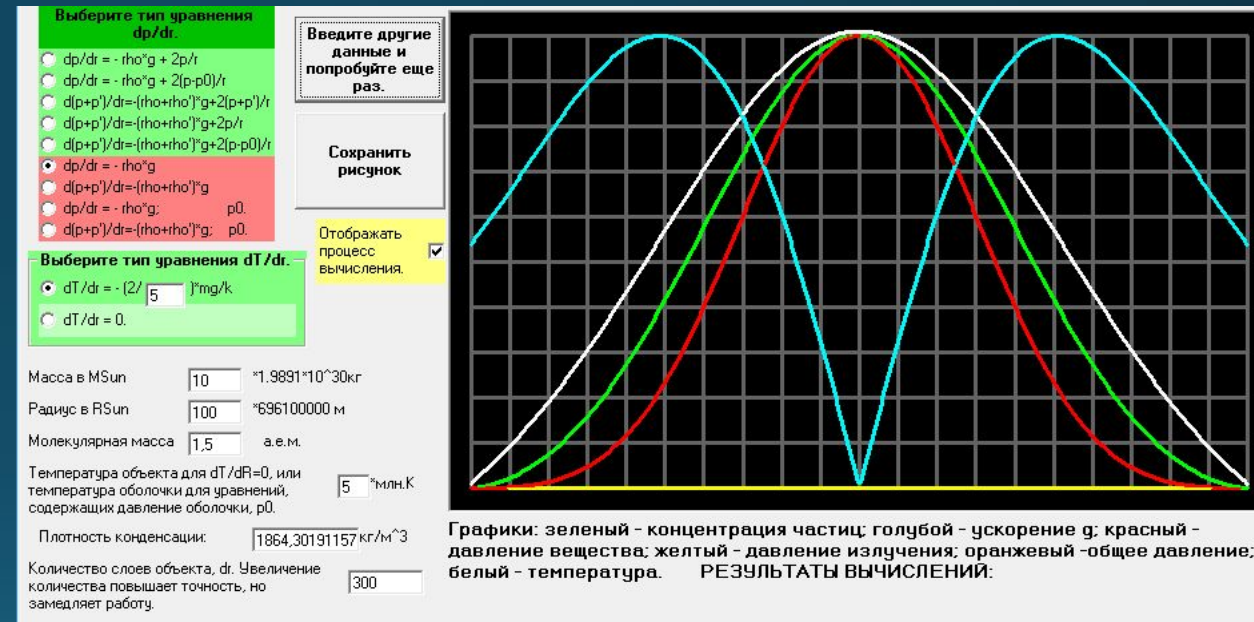
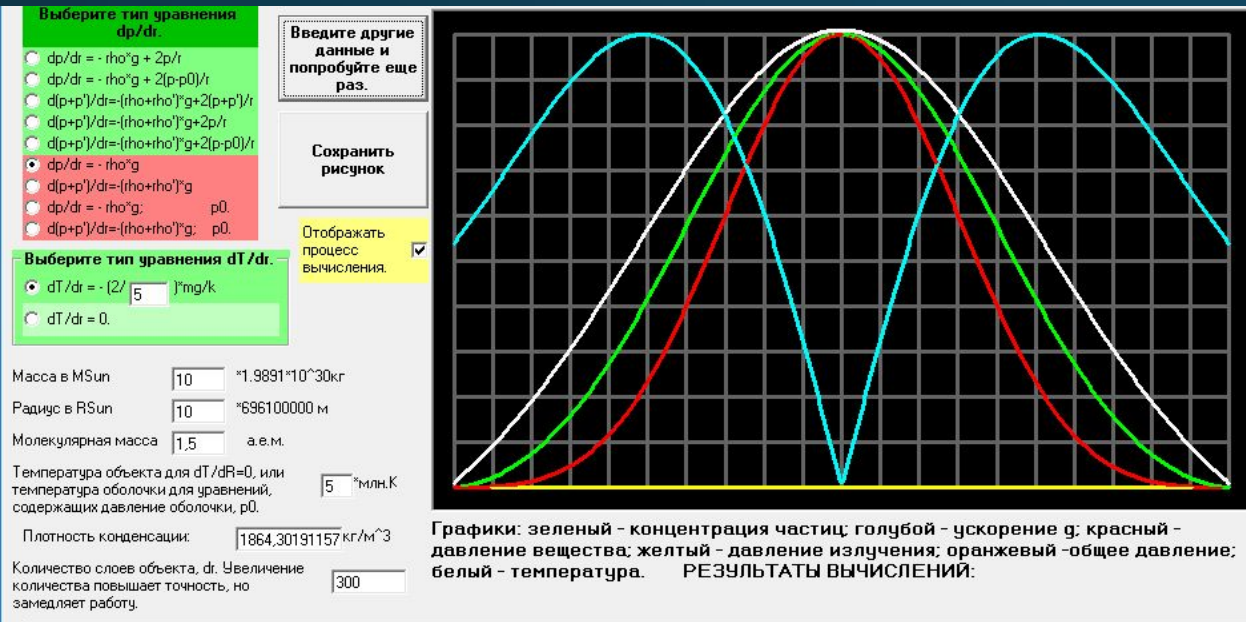
Температура на глубине $R/600$ равна 22.93215 тыс.К.
 Температура в центре, $T_{max}=7.63925937663821$ млн К.
 99.999999999369% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа 8326263атм при $g=0.56R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=25.46142$ кг/м³ при $g=0.63R$.



Одно из новых вириальных соотношений: $(-P)/(2N)=1.001112$
 Следовательно: $P + 2N = 0$. $N=U+pV$ - энтальпия, просуммированная послойно: $dN=dU+pdV$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=7.53172989309087E+40$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-2.5133689268142E+41$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 2.293215 тыс.К.
 Температура в центре, $T_{max}=0.763925937679496$ млн К.
 99.999999999362% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа 832.6263атм при $g=0.56R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=2.546142E-02$ кг/м³ при $g=0.63R$.

Изменение температуры в центре с увеличением радиуса для общепринятых уравнений



Классический вириал: $-P/(2U)=0.996834$
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=1.63135523746367E+42$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-3.25238085281059E+42$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 22.93215 тыс.К.
 Температура в центре. $T_{max}=18.5848833656112$ млн К.
 99.9999938840374% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа $8.616137E+07$ атм при $r=0R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=84.47549$ кг/м³ при $r=0R$.

Классический вириал: $-P/(2U)=0.996834$
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=1.6313552374637E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-3.25238085281065E+41$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 2.293215 тыс.К.
 Температура в центре. $T_{max}=1.85848833656718$ млн К.
 99.9999938840371% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа 8616.137 атм при $r=0R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=8.447549E-02$ кг/м³ при $r=0R$.

Стягивание массы при уменьшении градиента температур с учетом Эйлера

Эффект Эйлера. СОШ 1324, кабинет физики.

Выберите тип уравнения dp/dr.

- $dp/dr = -\rho \cdot g + 2p/r$
- $dp/dr = -\rho \cdot g + 2(p-p_0)/r$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g + 2(p+p')/r$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g + 2p/r$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g + 2(p-p_0)/r$
- $dp/dr = -\rho \cdot g$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g$
- $dp/dr = -\rho \cdot g; \quad p_0.$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g; \quad p_0.$

Выберите тип уравнения dT/dr.

- $dT/dr = -(2/5) \cdot mg/k$
- $dT/dr = 0.$

Введите другие данные и попробуйте еще раз.

Сохранить рисунок

Отображать процесс вычисления.

Масса в MSun: *1.9891*10³⁰кг

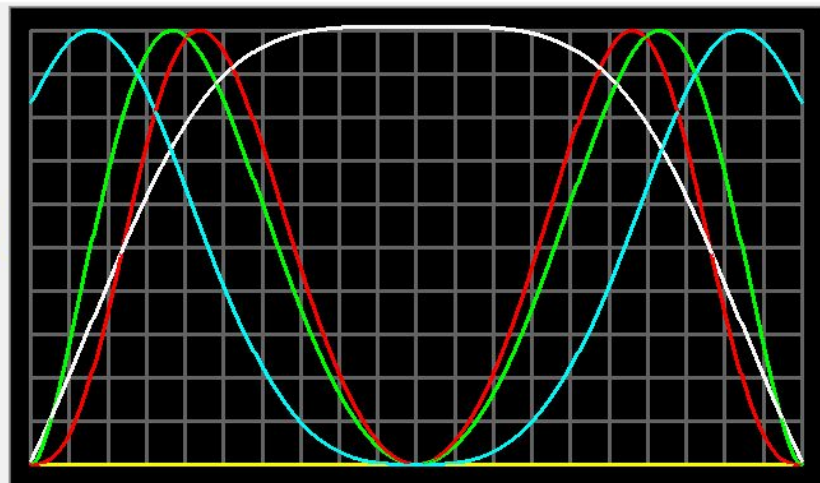
Радиус в RSun: *696100000 м

Молекулярная масса: а.е.м.

Температура объекта для dT/dR=0, или температура оболочки для уравнений, содержащих давление оболочки, p0. *млн.К

Плотность конденсации: кг/м³

Количество слоев объекта, dr. Увеличение количества повышает точность, но замедляет работу.



Графики: зеленый - концентрация частиц; голубой - ускорение g; красный - давление вещества; желтый - давление излучения; оранжевый - общее давление; белый - температура. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ:

Выберите тип уравнения dp/dr.

- $dp/dr = -\rho \cdot g + 2p/r$
- $dp/dr = -\rho \cdot g + 2(p-p_0)/r$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g + 2(p+p')/r$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g + 2p/r$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g + 2(p-p_0)/r$
- $dp/dr = -\rho \cdot g$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g$
- $dp/dr = -\rho \cdot g; \quad p_0.$
- $d(p+p')/dr = -(\rho + \rho') \cdot g; \quad p_0.$

Выберите тип уравнения dT/dr.

- $dT/dr = -(2/10) \cdot mg/k$
- $dT/dr = 0.$

Введите другие данные и попробуйте еще раз.

Сохранить рисунок

Отображать процесс вычисления.

Масса в MSun: *1.9891*10³⁰кг

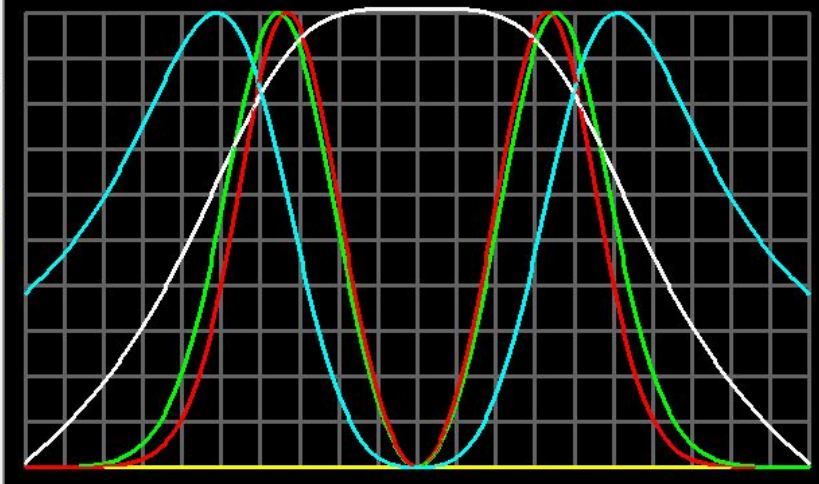
Радиус в RSun: *696100000 м

Молекулярная масса: а.е.м.

Температура объекта для dT/dR=0, или температура оболочки для уравнений, содержащих давление оболочки, p0. *млн.К

Плотность конденсации: кг/м³

Количество слоев объекта, dr. Увеличение количества повышает точность, но замедляет работу.



Графики: зеленый - концентрация частиц; голубой - ускорение g; красный - давление вещества; желтый - давление излучения; оранжевый - общее давление; белый - температура. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ:

Одно из новых вириальных соотношений: $(-P)/(2H)=1.001675$
 Следовательно: $P + 2H = 0$. $H=U+pV$ - энтальпия, просуммированная послойно: $dH=dU+pdV$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=1.12604434546654E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-3.75976797616117E+41$ Дж.

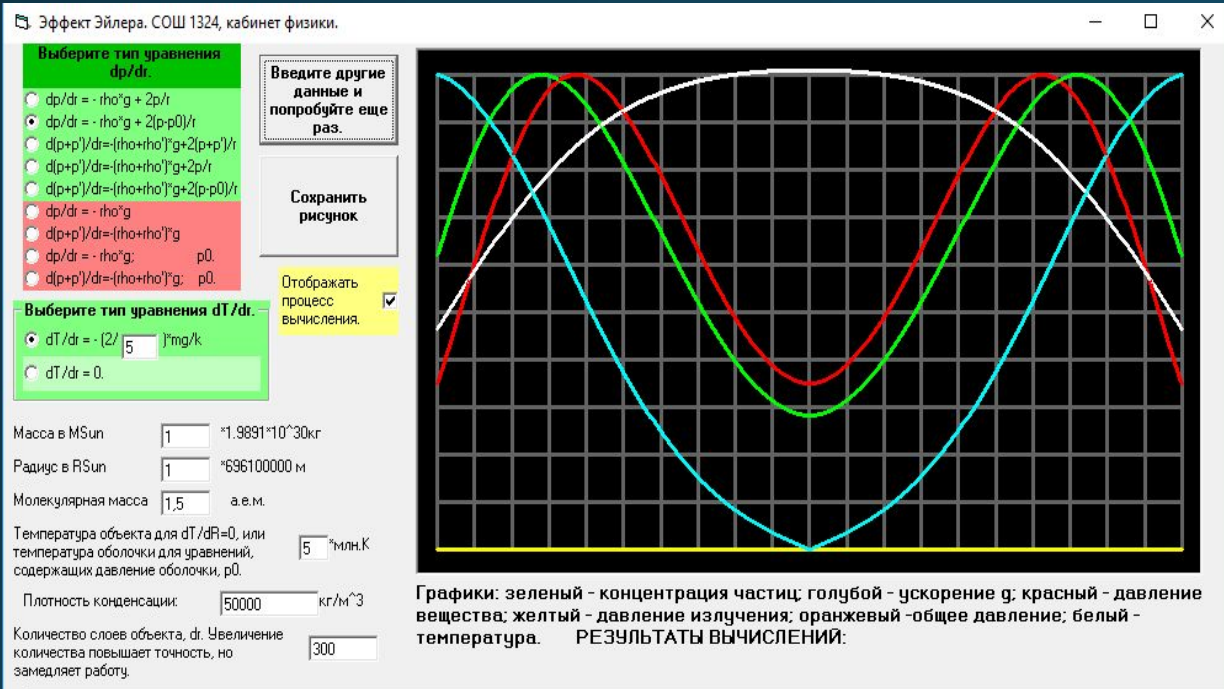
Температура на глубине $R/600$ равна 11.46607 тыс.К.
 Температура в центре. $T_{max}=9.73327709546098$ млн К.
 99.999999994746% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа $4.377841E+09$ атм при $g=0.3333333R$.
 Максимальная плотность $m^*n=9231.604$ кг/м³ при $g=0.3533333R$.

Одно из новых вириальных соотношений: $(-P)/(2H)=1.001112$
 Следовательно: $P + 2H = 0$. $H=U+pV$ - энтальпия, просуммированная послойно: $dH=dU+pdV$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=7.53172989309068E+40$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-2.51336892681412E+41$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 22.93215 тыс.К.
 Температура в центре. $T_{max}=7.63925937559346$ млн К.
 99.99999999942% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа $8.326262E+08$ атм при $g=0.56R$.
 Максимальная плотность $m^*n=2546.142$ кг/м³ при $g=0.63R$.

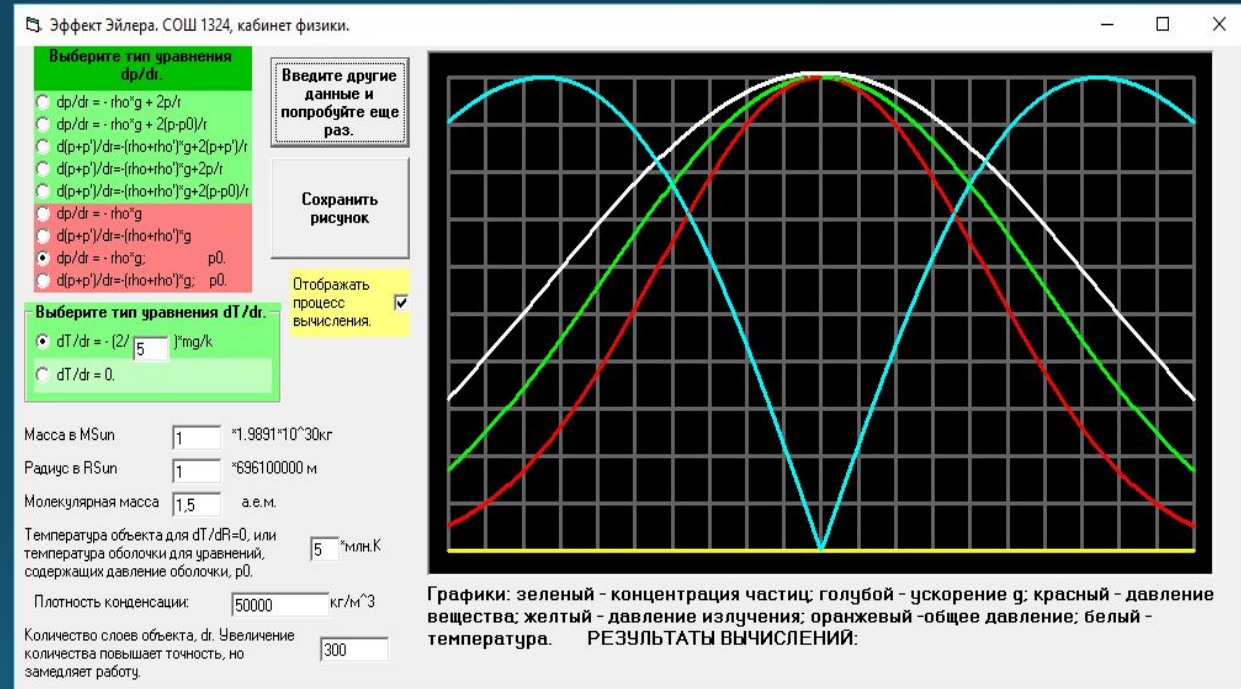
Новое уравнение с учётом оболочки

Стандартное уравнение с учётом оболочки



Одно из новых вириальных соотношений: $-P/(2H-2H_0)=1,001051$
 Следовательно: $P + P_{обол} + 2H = 0$. $P_{обол} = -2H_0$. $H=U+pV$ - энтальпия, просуммированная по слою: $dH=dU+pdV$
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=1,28348082134897E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-2,26817032789024E+41$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 5022,932 тыс.К.
 Температура в центре, $T_{max}=10,9837743067625$ млн К.
 99,9999999510937% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа 8,068714E+08атм при $g=0,6233333R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=1659,75$ кг/м³ при $g=0,72R$.

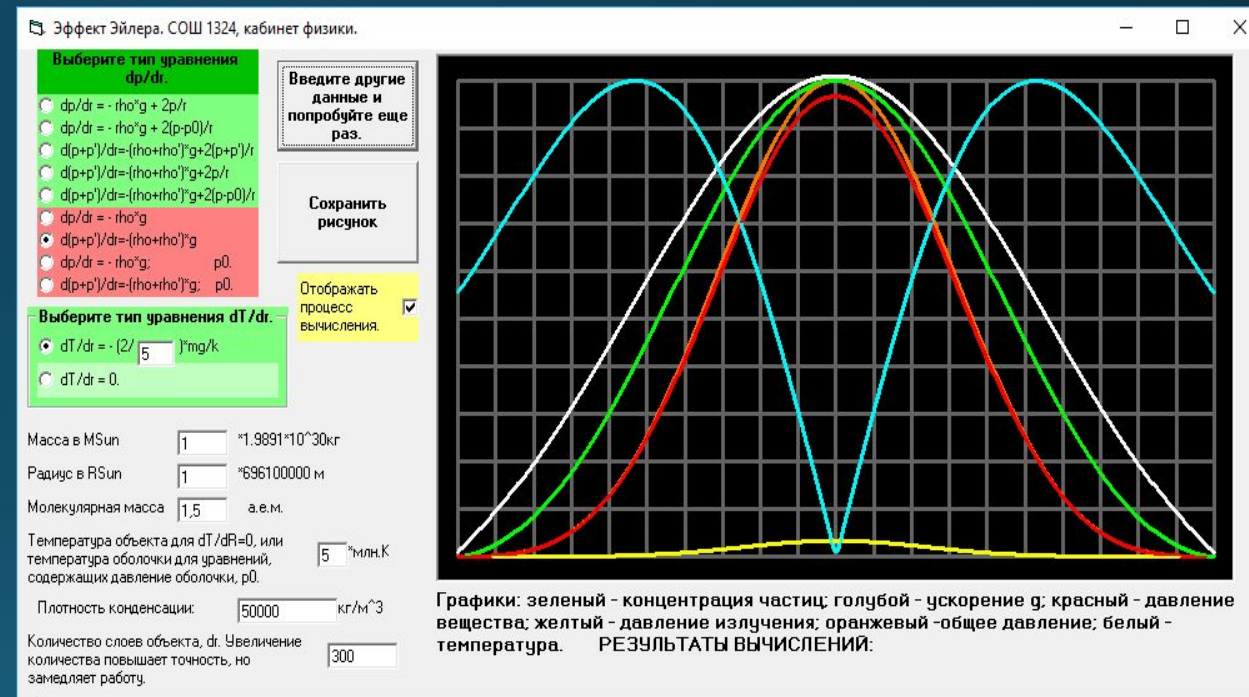
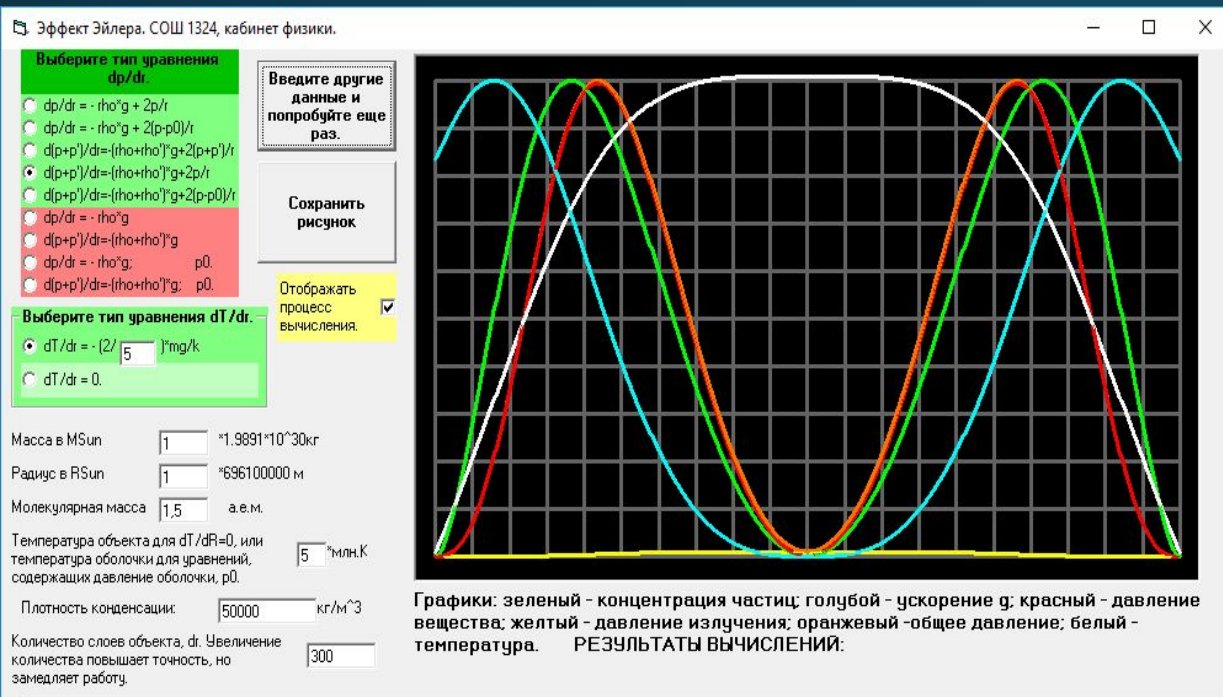


Одно из новых вириальных соотношений: $-P/(2U-2U_0)=0,9975771$
 Следовательно: $P + P_{обол} + 2U = 0$. $P_{обол} = -2U_0$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=1,63625634631994E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-2,5684878412394E+41$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 5022,932 тыс.К.
 Температура в центре, $T_{max}=16,0804794661811$ млн К.
 99,9999991767373% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа 3,059286E+09атм при $g=0R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=3466,563$ кг/м³ при $g=0R$.

Ассиметричное уравнение в последнем слагаемом нет p'

Стандартное уравнение с учётом излучения



Одно из новых вириальных соотношений: $(-P-L)/(2H)=1,001103$
 Следовательно: $P + L + 2H = 0$. $H=U+pV$ - энтальпия, просуммированная послойно: $dH=dU+pdV$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=7,50424959918926E+40$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-2,51105112083077E+41$ Дж.
 Энерг.излучения,внутри_объекта: $L=6,87550698800315E+38$ Дж.

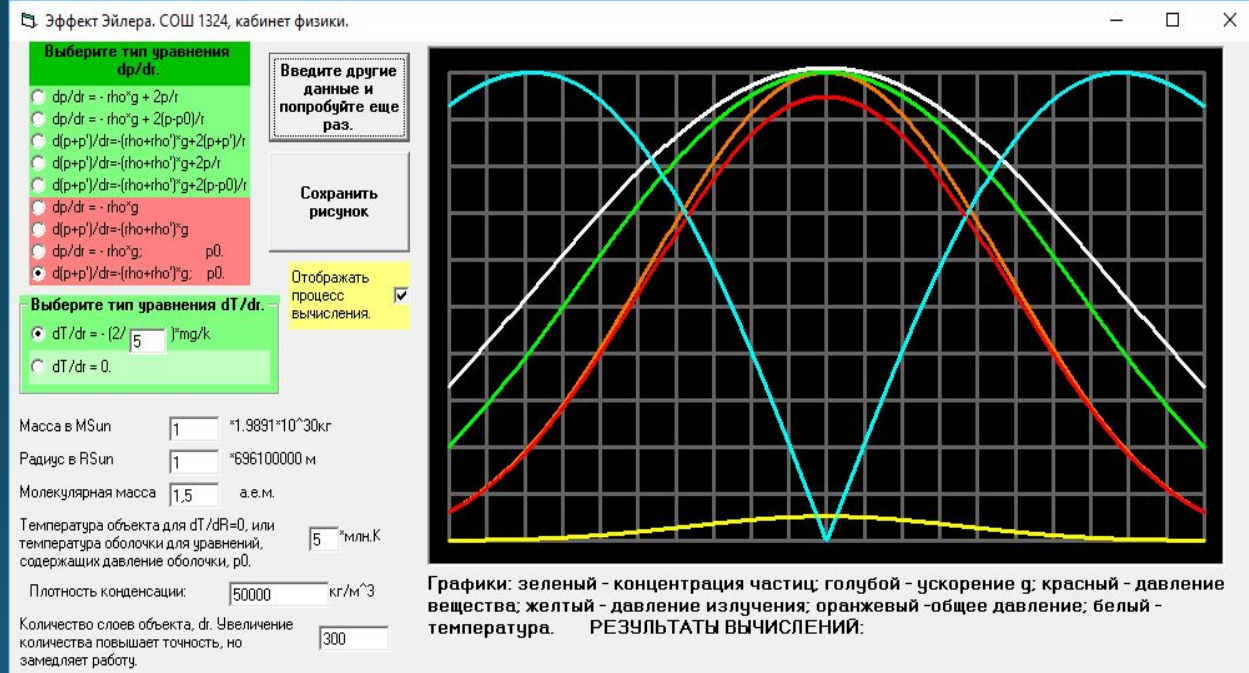
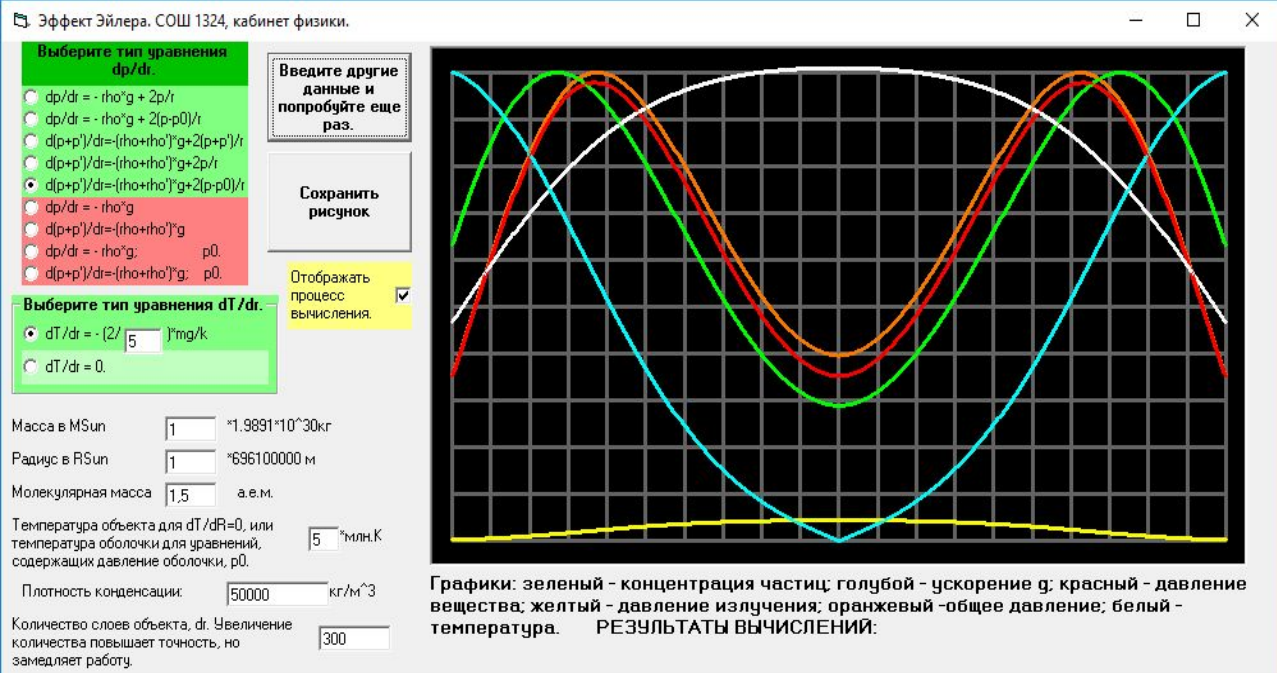
Температура на глубине $R/600$ равна 22,93215 тыс.К.
 Температура в центре, $T_{max}=7,61039788167294$ млн К.
 99,999999999628% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа 8,309999E+08атм при $r=0,56R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=2542,559$ кг/м³ при $r=0,6333333R$.

Одно из новых вириальных соотношений: $(-P-L)/(2U)=0,9968299$
 Следовательно: $P + L + 2U = 0$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K=1,58317246672686E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U=K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P=-3,21193148968692E+41$ Дж.
 Энерг.излучения,внутри_объекта: $L=5,56240831041178E+39$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 22,93215 тыс.К.
 Температура в центре, $T_{max}=18,0253352970425$ млн К.
 99,9999941705449% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа 7,978735E+09атм при $r=0R$.
 Максимальная плотность $m \cdot n=7798,986$ кг/м³ при $r=0R$.

Новое уравнение с учётом излучения и оболочки

Стандартное уравнение с учетом излучения и оболочки



Одно из новых вириальных соотношений: $(-P-L+L_0)/(2H-2H_0)=1.001003$
 Следовательно: $P + L + P_{обол} + 2H = 0$. $P_{обол} = -L_0 - 2H_0$. $H = U + pV$ - энтальпия, просуммированная послойно: $dH = d$
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K = 1.27870293784544E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U = K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P = -2.26407371433848E+41$ Дж.
 Энерг. излучения, внутри объекта: $L = 4.96341131282099E+39$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 5022.932 тыс. К.
 Температура в центре, $T_{max} = 10.9397093864159$ млн. К.
 99.999999807569% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа $8.146733E+08$ атм при $g=0.6233333R$.
 Максимальная плотность $m^*n = 1653.92$ кг/м³ при $g=0.7266667R$.

Одно из новых вириальных соотношений: $(-P-L+L_0)/(2U-2U_0)=0.9975344$
 Следовательно: $P + L + P_{обол} + 2U = 0$. $P_{обол} = -L_0 - 2U_0$.
 Кин. энергия всех частиц объекта: $K = 1.59722050781135E+41$ Дж. Она же внутренняя энергия газа: $U = K$.
 Грав. потенц. энергия всех частиц: $P = -2.53548772603197E+41$ Дж.
 Энерг. излучения, внутри объекта: $L = 9.48369641177083E+39$ Дж.

Температура на глубине $R/600$ равна 5022.932 тыс. К.
 Температура в центре, $T_{max} = 15.5891984312088$ млн. К.
 99.9999993957344% массы объекта выработано в слое под №300 из 300 заданных.
 Максимальное давление газа $2.82819E+09$ атм при $g=0R$.
 Максимальная плотность $m^*n = 3133.325$ кг/м³ при $g=0R$.