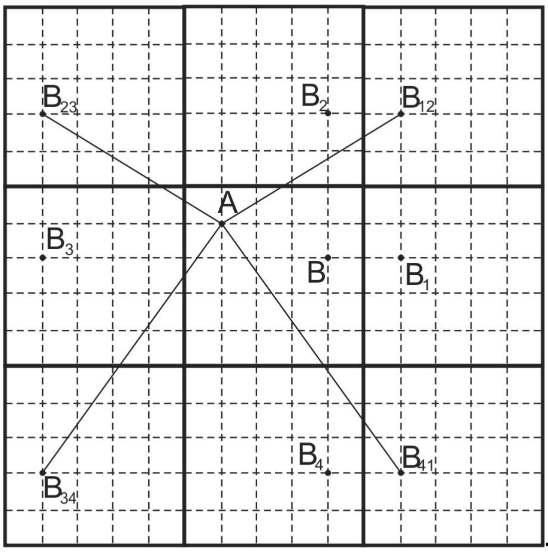
9 класс. Решения

1. Номер крючка это нескомпенсированный момент в единицах mga (a – длина участка). В данном случае полный момент равен $3\cdot4+2\cdot2-3\cdot3-2-1=4$, так что вешать надо на крючок номер 4.
2. Это скомпенсированный мост. Две остальные вершины имеют одинаковый потенциал, и между ними ток не течет. Тогда получаем параллельно соединенные сопротивления $r=\rho a/S$, $2r$ и $2r$.

   Полное сопротивление равно $r\cdot\dfrac{1}{1+1/2+1/2}=\dfrac{\rho a}{2S}$.
3. Рисунок все объясняет:



   Оставшиеся куски траектории внутри ящика получаются отражением нарисованных кусков, и эти отражения строятся так же по клеточкам. Есть еще 4 траектории, получающиеся отражением от противоположных стенок (легко дорисовать), но они по условию нам не нужны.
4. Обозначения: C_F темлоемкость клинка, c_w удельная теплоемкость воды, c_o удельная теплоемкость масла; температуры все считаем от $T_{cr}=100°C$. Доля испарившейся воды $x=1/2$, отношение масс масла и воды $N=4$.

   Условие теплового баланса для закаливания в воде (1) и в масле (2):

   1) $C_F\left(T-T_{cr}\right)=mc_w\left(T_{cr}-T_0\right)+xm\lambda \quad\Rightarrow\quad \dfrac{m}{C_F}=\dfrac{T-T_{cr}}{x\lambda-c_w\left(T_{cr}-T_0\right)}$

   2) $C_F\left(T-T_f\right)=Nmc_o\left(T_f-T_0\right) \quad\Rightarrow\quad T-T_f=\dfrac{m}{C_F}Nc_o\cdot\left(T_f-T_0\right) \quad\Rightarrow$

$$T_f=\frac{T+T_0\cdot\dfrac{m}{C_F}Nc_o}{1+\dfrac{m}{C_F}Nc_o}$$

   Масса воды и теплоемкость клинка, как видно, в ответ не входят.

   В числах

$$\frac{m}{C_F}c_o=\frac{\left(T-T_{cr}\right)c_o}{x\lambda+c_w\left(T_{cr}-T_0\right)}=\frac{650\cdot2100}{\dfrac{1}{2}2,1\cdot10^6+4200\cdot75}=\frac{2,1\cdot65\cdot10^4}{1,05\left(10^6+4\cdot75\cdot10^3\right)}=\frac{2\cdot65\cdot10^4}{13\cdot10^5}=1,$$

   так что для конечной температуры масла получаем

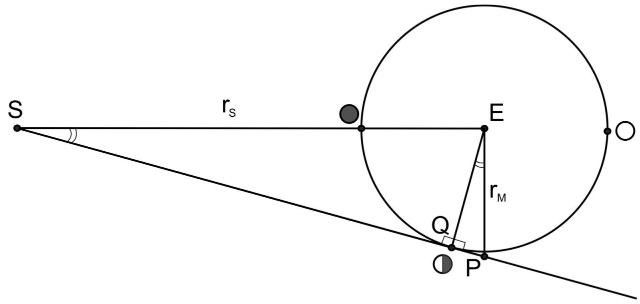
$$T_f=\frac{750+4\cdot25}{1+4}=\frac{850}{5}=170(°C).$$

5. Если считать что Солнце находится очень далеко, и пренебречь его размерами, то время лунного затмения t – это время, за которое Луна проходит тень Земли размером $2R_\oplus$. Тогда, раз Луна обходит вокруг Земли (путь $2\pi r_M$, где r_M – искомый радиус орбиты Луны) за время T, а расстояние $2R_\oplus$ – за время t, то ее скорость на орбите есть $\mathrm{v}_M = \dfrac{2\pi r_M}{T} = \dfrac{2R_\oplus}{t}$ и радиус орбиты Луны равен

$$r_M = \frac{R_\oplus}{\pi}\frac{T}{t} = R_\oplus \cdot \frac{30\cdot 24}{3\pi} = \frac{240}{\pi} R_\oplus \sim 80 R_\oplus .$$

В числах получается $80\cdot 6400\text{ км} \approx 512000\text{ км}$ (на самом деле $r_M \approx 60 R_\oplus \approx 380000\text{ км}$).

Новолуние происходит, когда Луна находится между Землей и Солнцем, полнолуние – когда Земля находится между Луной и Солнцем, четверть – когда угол Солнце-Луна-Земля SQE прямой (см. рисунок).



Так как $\tau \ll T$, то кусок дуги орбиты Луны, который она проходит за полчаса – $\tau/2$, можно заменить отрезком прямой PQ. Тогда отношение катетов в двух подобных прямоугольных треугольниках QEP и QSE равно с одной стороны $\dfrac{\tau/2}{T/2\pi} = \dfrac{\pi\,\tau}{T}$, а с другой это $\dfrac{r_M}{r_S}$, поэтому

$$r_S \approx r_M \cdot \frac{T}{\pi\tau} = \frac{R_\oplus}{\pi^2}\cdot\frac{T^2}{t\,\tau} .$$

В числах

$$\frac{r_S}{R_\oplus} = \frac{1}{\pi^2}\cdot\frac{T^2}{t\,\tau} \approx \frac{1}{10}\,\frac{30^2 24^2}{3\cdot 3/4} \approx 4\cdot 10\cdot 25^2 = 2{,}5\cdot 10^4 \text{ и } r_S \approx 2{,}5\cdot 10^4\cdot 6{,}4\cdot 10^3 \approx 16\cdot 10^7 \approx 160\cdot 10^6 \ (km)$$

(на самом деле, как известно, примерно 150 млн. км.).