Решение Олимпиады

Задача 1

Часть А

1) Если от первого дома до второго он дойдет за время t_0, то его максимальная скорость будет v = a*t_0/2. Отсюда L= t_0* v/2; $t_0 = 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{a}}$

t=2018*t_0= 69905 с = 19.4 ч

2) Оптимально будет двигаться по окружности радиусом

$R = \frac{2019 \cdot L}{2\pi}$ тогда ускорение равно $a = \frac{v^2}{R}$

Отсюда время равно $t = \frac{2018 \cdot L}{v} = \frac{2018 \cdot L}{\sqrt{a \cdot \frac{2019 \cdot L}{2\pi}}}$ = 0.54 ч

3) Видно, что он успеет только во втором случае

Часть В

1) Напишем уравнение теплового баланса

$q \cdot 4\pi R^2 \cdot T = c \cdot m \cdot$t, где T это время, t это разность температур

$m = \frac{4\pi}{3} \cdot R^3 \cdot D$, где D это плотность льда

Отсюда $T = \frac{D \cdot c \cdot \theta \cdot R}{3q} = 210$ с

2) Напишем уравнение теплопроводности $q = const = k\frac{dT}{dx} \cdot 4\pi x^2$, где k коэффициент теплопроводности для воды

Проинтегрирум вырожение

$4\pi k \int_{-20^oC}^{0^oC} dT = q \int_{infinity}^{r} \frac{dx}{x^2}$

Напищем уравнение теплового баланса, зная тепловую мощность q

$4\pi k * (20^oC) * r * dt = D * 4\pi r^2 dr * \lambda$

Проинтегрируем это верожение

$$4\pi k \cdot (20^oC)t = 4\pi D\lambda \cdot \int_{\frac{R}{2}}^{R} rdr$$

Отсюда $t = \frac{3 * D * \lambda * R^2}{8 * k * (20^oC)}$=2265 ч

Задача 2.

1) $H = \frac{\vartheta^2}{2g} = 125\text{м}$

(2)

2) Если θ угол между точкой запуска фейерверка и точкой горизонта с высоты фейерверка и центром Земли, а β угол между аналогичный угол для роста Караназа, тогда

$(R + H)\ cos\theta = R$ (1)

$(R + h)\ cos\beta = R$ (1)

$L = \sqrt{(R + H)^2 - R^2} + \sqrt{(R + h)^2 - R^2} = 44.5\text{км}$

(1)

3) Если r это радиус города, L наибольшее расстояние на окружности от каждого фейерверка то угол сектора дуги между двумя фейерверками можно выразить из следующего уравнения

$r\ sin\frac{\alpha}{2} = \frac{L}{2}$ (1)

$\alpha = \frac{L}{R}$ (1)

Поскольку фейерверк можно увидеть с двух сторон угол каждого из секторов будет

$\omega = 2\alpha$ (1)

Тогда необходимое количество фейерверков для засвечивания территории

$N = ceil\ (\frac{2\pi}{\omega}) = ceil(\pi\frac{R}{L}) = 8$, где ceil – округление до верхнего значения. (2)

Задача 3

1) Решение А: из-за действие сыли Кариоллиса
   Решение В: из-за вращение Земли (Оъбект на высоте h имеет большую скорость чем поверхность земли, но такую же угловую скорость)
2) В правую сторону по этому рисунку
3) А) скорость Поверхность Земли $v_1 = \Omega\cos(\alpha)*R$, подарка на высоте h $v_2 = \Omega\cos(\alpha)*(R+h)$
   Относительна скорость $v = \Omega\cos(\alpha)*h$

   $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ – время падение

   $y = v*t = \Omega*h*\cos(\alpha) * \sqrt{\frac{2h}{g}}$

   В) Найдем ускорение, вызванное силой Кориолиса (силой инерции)

   $$a_y = \frac{F_k}{m} = 2wv = 2wgt$$

   Проинтегрируем данное выроржение по t два раза для того, чтобы найти y

   $y = \frac{2}{3}\Omega*h*\cos(\alpha) * \sqrt{\frac{2h}{g}}$
4) Как видно ответы отличаются в $\frac{2}{3}$ раза. Второй ответ более точный. Это связано с тем, что при решении первым способом мы считали ускорение свободного падение постоянным и направленным вниз, на самом же деле нужно учесть, что они направлено всегда к центру земли.