

### Задача 1 (11 балла)

Физики предпочитают не верить в существование Деда Мороза, но так ли это на самом деле, давайте проверим.

Часть А. Мог бы он успеть доставить все подарки? За ночь = 12 часов (4,5 балла)

1. Все 2019 домов, которые Дед Мороз должен посетить находятся на одной прямой с интервалом в  $L = 3000$  м. При условии, что Дед может развивать ускорение  $a = 10 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$  в любом направлении, и он каждый раз должен останавливаться для того, чтобы оставить подарок, найдите минимальное время нужное для доставки всех подарков, если первый дом находится непосредственно около дома Деда. (2 балла)
2. В этом пункте все дома (их все еще 2019) находятся на окружности, и расстояние между соседними домами равно  $L = 3000$  м. Изначально он находится над одним из домов и моментально может получить любую скорость, после чего может менять ее с тем же максимальным ускорением  $a = 10 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$  в любом направлении. При условии, что на этот раз ему не обязательно останавливаться для доставки подарка, а нужно просто пролететь над зданием, найдите время через которое он доставит все подарки. (2 балла)
3. В каком из этих случаев Дед Мороз успеет доставить все подарки? (0,5 балла)

Часть В. Не слишком ли ему холодно в Антарктиде? (6,5 балла)

Так как наши наблюдения показали, что дед мороз сделан из льда, в этой части можно считать, что он является сферическим куском льда радиусом в  $R = 1$  м и начальной температурой равной  $0^\circ\text{C}$  и одинаковой по всему объему.

Плотность льда =  $900 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ , удельная теплота плавления льда =  $330 \text{ кДж} / \text{кг}$

- 1) Если единица площади льда теряет  $30 \text{ кДж} / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$  тепла в секунду, то через какое время температура тела Деда спустится до критического для жизни  $-10^\circ\text{C}$ ? (2 балла)
- 2) Если он упадет в океан с температурой  $+20^\circ\text{C}$ , через какое время его радиус уменьшится в двое? Теплопроводность океана =  $0,683 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$  (4,5 балла)

## Задача 2 (9 балла)

На кануне нового года мальчик-физик би лет по имени Каразан из города Тамыла бурно спорил со своими родителями, что Санты не существует.

Для экспериментального доказательства ему требовалось узнать три вещи.

1. Как *высоко* долетит фейерверк если его запускают вертикально вверх со скоростью 50м/с с поверхности Земли и в самой верхней точке он взрывается? (1 балла)

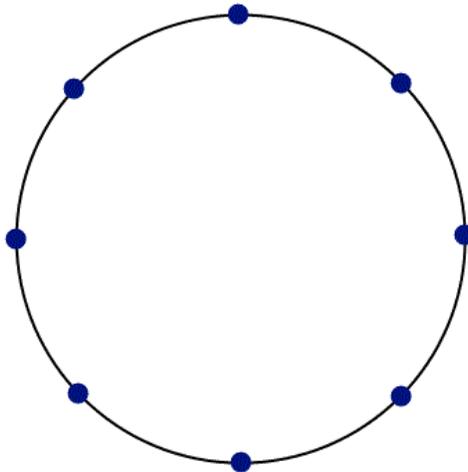
2. Как *далеко* Каразан должен находиться от фейерверка, чтобы он все еще мог его видеть если его рост 1.65м а радиус Земли 6400км. (3 балла)

Рассчитав данные факты мальчик был готов к исполнению своего плана. В предыдущие года он наблюдал и установил следующее:

А) Санта приносит подарки только в момент полночи.

Б) Если из какой-либо точки города виден яркий источник света в полночь, то Санта в подобных местах пролететь на может

Было решено создать огромное кольцо из салюта вокруг города Тамыла, который синхронно взорвется и будет светить именно в полночь. Таким образом Санта не сможет проникнуть в город.



*Количество точек на*

*рисунке условно*

3. В целях экономии средств надо было узнать минимальное количество фейерверков необходимое Каразану, что бы в Тамыла не проник Санта. Сколько фейерверков необходимо, если радиус города 100км? (5 балла)

Полезные формулы:  $\sin\theta \approx \theta, \theta \ll 1$

Задача 3 (10 балла)

Дед мороз доставляет подарки, кидая их с высоты  $h = 1000$  м над уровнем земли. За годы опыта он заметил, чем ближе к экватору он находится, тем больше подарки смещаются на небольшое расстояние. (не нужно учитывать влияние воздуха и ветров)

- 1) Объясните качественно это явление. (1 балл)
- 2) В какую сторону будут отклонены подарки? (1 балл)



- 3) Теперь зная, что земля вращается против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса, найдите значение отклонения подарков в зависимости от широты местности  $\alpha$  (где северная широта имеет положительные, а южная отрицательные значение угла) двумя способами:
  - а) Находясь в инерционной системе отсчета и учитывая вращение Земли (2 балла)
  - б) Перейдя в неинерциальную систему отсчета и учитывая силы инерции (4 балла)
- 4) Во сколько раз эти значения отличаются? Какое из них правильное? Почему? (2 балла)

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$ , угловая скорость вращения Земли  $\Omega = 2 \cdot \pi / (24 \text{ часа})$