

Олимпиада школьников «Ломоносов» 2013/2014 учебного года
по робототехнике
ЗАДАНИЕ ОЛИМПИАДЫ
Заключительный этап
(письменная часть)
5-11 класс

№1. На Юпитере состоялась встреча делегаций роботов с Марса и Земли, прилетевших туда на четырех звездолётах, в каждом из которых может разместиться не более пяти роботов. Каждый из «землян» пожал «руку» четырём «марсианам», а каждый «марсианин» – трём «землянам». Определите численность каждой делегации, если известно, что 11 роботов на этой встрече были на гусеничном ходу.

Ответ: 6 землян; 8 марсиан.

Решение. Пусть было x землян и y марсиан. Тогда количество рукопожатий: $4x = 3y$, то есть $x = 3n$, $y = 4n$ (в сумме $7n$). По условию $7n \geq 11$, $7n \leq 5 \cdot 4$, поэтому $n = 2$.

№2. Два радиоуправляемых квадрокоптера летят с постоянными скоростями по двум взаимно перпендикулярным прямолинейным траекториям, лежащим в одной плоскости. Эти траектории пересекаются в точке O . В начальный момент времени первый квадрокоптер находился в точке A , а второй - в точке B . Известно, что $AO=30$ м, $BO=40$ м. Скорость первого $V_1=2$ м/с, а второго $V_2=4$ м/с. Для безопасности полетов необходимо выполнение условия, что во время полета, квадрокоптеры не должны сближаться до расстояния менее 2 метров. Окажется ли данный полет безопасным?

Ответ: полет безопасный.

Решение. Выберем ось OY вдоль прямой OA , а ось OX – вдоль – OB . Тогда закон движения квадрокоптеров будет выглядеть так:

$$y(t) = -30 + 2t \text{ и } x(t) = -40 + 4t$$

Тогда квадрат расстояния между квадрокоптерами будет равен:

$$R^2 = (2t - 30)^2 + (4t - 40)^2.$$

Проверим условие безопасности полета, которое после преобразований сводится к неравенству:

$$t^2 - 22t + 125 \geq 4,$$

которое выполняется для любых t .

№3. По плоскости, угол наклона которой к горизонту равен α , под действием силы тяжести, направленной вертикально, и силы трения, направленной вдоль наклонной плоскости, движется брусок с постоянной скоростью V , определяемой из условия баланса силы тяжести и силы трения. Считать, что сила трения пропорциональна второй степени скорости: $F_t = k \cdot V^2$. Определить угол наклона плоскости, при котором горизонтальная скорость бруска будет наибольшей.

Ответ: $\alpha = \arctg \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Решение. Горизонтальная скорость бруска равна $V_x = V \cos \alpha$, , условие баланса сил $mg \sin \alpha = \kappa V^2$. Задача сводится к максимизации функции $f(\alpha) = \sqrt{\frac{mg}{k}} \cdot \sqrt{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha$, наибольшее значение достигается при $\alpha = \arctg \frac{1}{\sqrt{2}}$.

№4. Рассмотрим два математических маятника, подвешенные в одной и той же точке О. Трение в точке подвеса учитывать не будем. Каждый маятник представляет собой безмассовый стержень, на конце которого крепится материальная точка. Пусть эти материальные точки имеют одну и ту же массу, при этом длина одного из маятников больше длины другого. Отклоним маятники от нижнего положения равновесия на один и тот же произвольный угол. Будем вначале удерживать их в этом состоянии покоя. Затем одновременно отпустим маятники, не сообщив им какой-либо начальной скорости. Спрашивается: какой из маятников, опередив другой, раньше окажется внизу?

Ответ: Короткий – быстрее.

Решение. Приближенное решение этой задачи может быть основано на формуле периода малых колебаний маятника. Чем больше длина маятника, тем больше период колебаний, а значит, тем больше время движения до нижнего положения. Точное решение требует рассмотрения динамического уравнения моментов сил, которое в школе не проходят.

Заключительный этап олимпиады школьников «Ломоносов» по робототехнике состоит из двух частей:

- **письменной**, в которой участникам олимпиады предлагается ряд задач по механике для решения в течение двух часов (вариант приведен выше);
- **устной**, для которой участники олимпиады, прошедшие в заключительный этап, должны **подготовить и защитить доклад** на произвольную тему, связанную с роботами. Ребята могут поделиться своим опытом или теоретическими знаниями в создании мобильных систем, рассказать об особенностях конструирования роботов и своих успехах в этой области, продемонстрировать сконструированные модели и созданных ими роботов. **Требования к докладу:** подготовленный текст объемом не более 10 страниц, включая иллюстрации, приложения и список литературы; подготовленные демонстрационные материалы и презентация, сопровождающие выступление.

Результат участника заключительного этапа олимпиады определяется как сумма баллов, набранных участником в каждой части: **доклад (максимум 60 баллов)** и **решение задач (максимум 40 баллов)**.



2013/2014 учебный год
КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ¹

олимпиады школьников «ЛОМОНОСОВ»
по РОБОТОТЕХНИКЕ для 5-9 классов

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

ПОБЕДИТЕЛЬ (диплом I степени):

От 75 баллов включительно и выше.

ПРИЗЁР (диплом II степени):

От 50 баллов до 74 баллов включительно.

2013/2014 учебный год
КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ²

олимпиады школьников «ЛОМОНОСОВ»
по РОБОТОТЕХНИКЕ для 10-11 классов

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

ПОБЕДИТЕЛЬ (диплом I степени):

От 75 баллов включительно и выше.

ПРИЗЁР (диплом II степени):

От 50 баллов до 74 баллов включительно.

¹ Утверждены на заседании жюри олимпиады школьников «Ломоносов» по робототехнике.