



Условия задач, ответы, критерии оценивания

1. Из истории линий электропередач (6 баллов), Ромашка М. Ю.

В 1882 году на электротехнической выставке в Мюнхене была продемонстрирована работа первой в мире длинной (несколько десятков километров) линии электропередач. Линия соединяла город Мисбах, где находился приводимый в движение паровой машиной генератор постоянного тока, и город Мюнхен, где такой же генератор работал в качестве электродвигателя и был потребителем тока. Линия состояла из двух стальных телеграфных проводов диаметром $d = 4,5$ мм (удельное сопротивление стали $\rho = 1,3 \cdot 10^{-7}$ Ом · м), длина каждого провода L была приближённо равна расстоянию 57 км между Мисбахом и выставкой в Мюнхене. Когда генератор в Мисбахе выдавал напряжение $U = 2$ кВ, КПД линии составлял примерно $\eta \approx 25$ %. Несмотря на небольшой КПД, проведённый эксперимент продемонстрировал принципиальную возможность передачи электроэнергии на большие расстояния. Определите, какова была сила тока в этой линии при указанных параметрах.

2. Balance board (8 баллов), Крюков П. А.

Балансборд — тренажёр для тренировки чувства равновесия (рис. 1), представляет собой жёсткую доску, лежащую на цилиндрическом ролике. Базовое упражнение заключается в том, чтобы сохранять равновесие, перекачиваясь на ролике, при этом желательно, чтобы доска располагалась практически горизонтально. Пусть взаимодействие ступней ног с доской происходит в т. A и B (см. рис. 2), и положение т. A и B относительно доски не меняется при выполнении упражнения. Ролик по полу и по доске не проскальзывает. В крайнем правом положении расстояния по горизонтали между точками A и B и вертикальной прямой, на которой лежит ось ролика C , равны L_1 и L_2 соответственно. Человек перекачивается в крайнее левое положение, в котором расстояние между точкой A и C по горизонтали становится равным L_2 .

1) На какое расстояние по горизонтали смещается центр масс человека: относительно доски; относительно земли?

2) На какое расстояние по горизонтали смещается т. A ?



Рис. 1

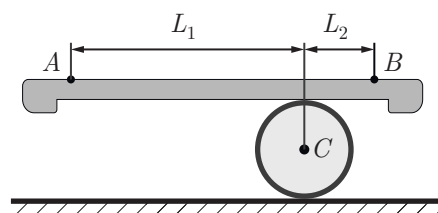


Рис. 2

3. Улетающий шар (8 баллов), Ромашка М. Ю.

В цилиндрическую кастрюлю, радиус основания которой равен $R = 10$ см, налита вода и опущен кусок льда массой $m = 400$ г. В этот кусок вморожена нитка, привязанная к воздушному шару объёмом $V = 8$ л, заполненному гелием. При этом уровень воды в кастрюле равен $h = 30$ см. Кусок льда постепенно тает. В некоторый момент кусок льда уменьшается настолько, что воздушный шарик поднимает его над поверхностью воды. После этого шарик и лёд улетают. Чему в результате станет равен уровень воды в кастрюле? Плотность воды равна $\rho_1 = 1000$ кг/м³, льда — $\rho_2 = 900$ кг/м³, воздуха — $\rho_3 = 1,25$ кг/м³, гелия — $\rho_4 = 0,18$ кг/м³, массой оболочки шарика можно пренебречь. Считайте, что масса капель воды, образовавшихся при таянии льда и упавших в кастрюлю после отрыва льда от поверхности воды, пренебрежимо мала. Некоторые числовые данные не являются необходимыми для решения, но их можно использовать, если так вам будет проще.

4. Запись ударов (10 баллов), Бычков А. И., Крюков П. А.

На рис. 3 вы видите фрагмент амплитудно-временной характеристики звука ударов футбольного мяча о пол, записанного с помощью микрофона и программы Audacity при достаточно большой частоте дискретизации. Цифры над делениями горизонтальной шкалы — время в секундах. Мяч был отпущен без начальной скорости с некоторой высоты. Первый пик соответствует первому столкновению мяча с полом. Определите приблизительно:

- 1) с какой высоты был отпущен мяч;
- 2) сколько времени мяч находится в воздухе между пятым и шестым ударами;
- 3) сколько всего времени прыгал мяч.

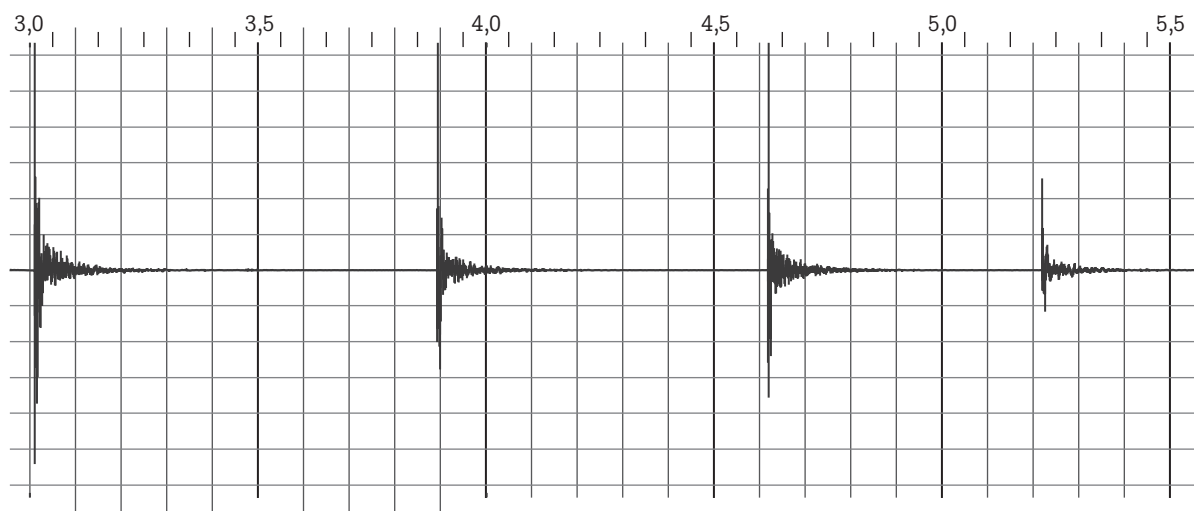


Рис. 3