

Нам пишут



Старшов Михаил Александрович
Доцент Саратовского государственного университета.

Задача, составленная по фотографии

В статье показано, как можно, подвергнув анализу фотографию, например, на обложке журнала «Потенциал», определить по «картинке» некоторые физические величины.

Физические задачи могут возникать неожиданно, например, при рассматривании обложки журнала, где представлена фотография мальчика, прыгающего в море со скалы. Снимок сделан стробоскопически и запечатлел несколько моментов движения.



Прежде всего можно приблизительно оценить время подъёма подпрыгнувшего человека до верхней точки траектории. За время от первого момента полёта до второго центр масс мальчика поднялся, согласно изображению, примерно на 20 см, и если подставить это расстояние в известную формулу

$$s = gt^2/2,$$

легко увидеть, что время подъёма составляет 0,2 с. Это время равно периоду «вспышек» фотоаппарата, значит, частота следования кадров при фотографировании была порядка 5 Гц (5 раз в секунду). Таким образом, после верхней точки мальчик летит до воды примерно 7 отрезков времени по 0,2 с, т. е. 1,4 с. По той же формуле определяем расстояние, пройденное им (как «точкой») в свободном падении, – оно равно приблизительно 10 м, что можно считать верным, так как похоже на высоту места, с которого сделан прыжок.

Вертикальную составляющую скорости при начальном движении вверх тоже просто оценить, так как она уменьшается до нуля за 0,2 с:

$$v = gt = 10\,\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0{,}2\ \text{с} = 2\ \text{м/с}.$$

По смещению центра масс мальчика за первый отрезок времени видно, что в горизонтальном направлении он сместился на 1 – 1,2 м, т. е. составляющая его скорости в этом направлении может быть примерно 5 – 6 м/с, и она почти не изменяется за время прыжка, так что от скалы мальчик «отлетает» на расстояние примерно 7 м, падая в воду достаточно далеко от берега, где глубина моря безопасна для прыгуна.

Итак, анализируя данную фотографию, мы рассмотрели решение нескольких вопросов и можем теперь сформулировать задачу так: «Имея в своём распоряжении снимок человека, прыгнувшего со скалы в море, оцените по нему следующие величины:

- промежуток времени от начала прыжка до приводнения прыгуна;
- высоту, с какой был совершён прыжок,
- вертикальную и горизонтальную составляющие скорости человека, отталкивающегося от скалы, в начальный момент прыжка;
- расстояние от берега, на которое оказывается удалён прыгун».

Если вернуться к «картинке», выбрать кажущуюся наибольшую высоту подъёма центра масс человека, равную 10 см, и повторить все вычисления, то заметим, что результаты изменятся примерно на 20 – 25 %; в частности, высота скалы станет 7 – 8 м и горизонтальная дальность прыжка 4 – 4,5 м. И в этом случае всё выглядит вполне правдоподобно. Как говорил великий физик Эрнест Резерфорд, физика – наука «двух знаков», т. е. ошибка в 10 – 20 % иногда допустима. Именно это позволяет увидеть вот такая задача по «картинке».

Эта задача (и подобные ей) может пригодиться для олимпиад по физике. А на уроке в «сильном» классе позволит привлечь внимание школьников и сообщить им некоторые новые знания (например, о стробоскопической, покадровой съёмке, частоте периодического процесса и др.). «Обкатка» составленной по фотографии на обложке «Потенциала» задачи в специализированном химико-физическом классе привела к очень хорошему результату, вызвав живой интерес и соревновательный азарт учеников в анализе фотофакта, а не просто решении учебной задачи. Так что журнал «Потенциал» полезен в школе целиком, включая даже обложку.