**Как строить модель. Образ волны. Волновое уравнение.**

**(10-11 класс)**

Учитель может поставить в классе эффектный опыт, демонстрирующий полет бабочки. Всего лишь нужно приклеить к веревочке бумажку и взять обеими руками за концы веревочки А и В.



Одной рукой в точке А возбуждаются колебания, сообщаемые веревочке и одновременно веревочка перемещается по горизонтали.

Иллюзия полета бабочки будет абсолютной. Ясно, что роль закреплений в точках А и В в полете настоящей бабочки играет инерция тела бабочки.

Нам понадобится еще один рисунок, на котором изображен полет камня, брошенного под углом к горизонту.



Дальность полёта, как хорошо известно из школьных учебников, определяется по формуле

s=AB=v2 sin(2α)/a

a – ускорение вертикального движения. Каковы основания для сравнения полета бабочки с падением камня по пологой кривой? Бабочка восполняет потери энергии на вязкое сопротивление воздуха собственными усилиями, а камень в рамках опыта испытывает малое сопротивление воздуха (сопротивлением можно пренебречь).

Поступим так, как в свое время поступил Х. Колумб – грубо, но убедительно: отпустим величину 2α: теперь 2α – переменная величина. Понятно, что такой подход к делу требует последующего обоснования. Но можно еще раз поступить по-колумбовски убедительно, совершив обратный переход от полета бабочки к падению камня. Пусть бабочка взмахивает крыльями n раз за время t. (n – целое число). Получилась формула:

2πn=ωt,

t – время, ω – частота колебаний.

Очевидно sin(2α)=sin(2α-2πn), поскольку n – целое число, а тогда 2πn – период. Получается, что при n=0, кузнечик прыгает из А в В, не раскрывая крылья. При n=1, бабочка одним взмахом крыла перелетает из А в В. Это следует из Колумбовского наскока в виде равенства 2α=2πx/λ, λ – длина волны, x – координата. Сразу получаем уравнение волны: S=(v2/a)sin(2πx/λ - 2πn), протаскивая следом уравнение S=(v2/a)sin(2πx - ωt).

Предлагаем читателю побывать в роли критика и оценить модель. Слово «оценить» упомянуто здесь не случайно, поскольку современные представления о работе с информацией сводятся к схеме:

информация вывод

 оценка образ с логическим обоснованием

 эмоция и словесное описание

В связи с этой схемой предлагаем две важные задачи для тех читателей, кто хочет составить для себя представление о работе с информацией:

1. Дайте логическое обоснование образу волны в виде бабочки, используя имеющуюся здесь и в вашем личном опыте информацию.

2. Дайте словесное описание полета бабочки, основываясь на собственном эстетическом чувстве.

1а. Сделайте вывод о возможности планирующего полета бабочки, когда она не машет крыльями (частный случай, когда она, планируя, облетает весь земной шар).

2а. Сделайте вывод о возможности зависания бабочки над цветком. Объясните зигзагообразный характер полета бабочки (бывает в определенных случаях).

Дополнительные вопросы: сможет ли летать бабочка, если ее удельный вес такой же как и у воздуха? Почему модель не учитывает размер крыльев?