

Алексей Колчин,
Андрей Щетников



УСКОРИТЕЛЬ РЕЗИНОВЫХ МЯЧИКОВ

ЭКСПЕРИМЕНТ

Возьмём в руки баскетбольный мяч, положим на него теннисный и отпустим их одновременно. Теннисный мячик взлетает неожиданно высоко – в несколько раз выше исходной точки, с которой его отпустили. Разберёмся, в чём тут дело.

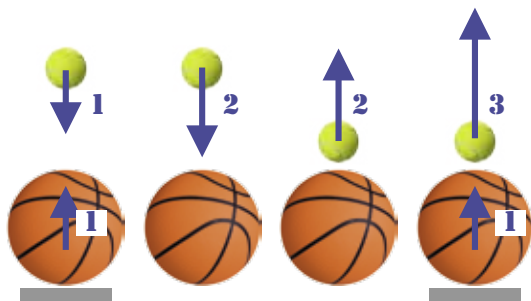
Сначала рассмотрим опыт с одним мячом. Если бы скорость мяча после удара осталась той же, он поднялся бы на исходную высоту. Физики называют такой удар абсолютно упругим. В опыте с двумя мячами, положен-

ными друг на друга, высота подъёма теннисного мяча увеличилась. Значит, скорость теннисного мяча после отскока также увеличилась.

Как связаны между собой скорость мяча после отскока и высота его подъёма? Если скорость мяча после отскока увеличится в 2 раза, то и время подъёма, в течение которого скорость уменьшится до нуля, тоже увеличится в 2 раза. И скорость, и время выросли в 2 раза, значит, высота увеличилась в 4 раза. Если скорость вырастет в 3 раза, высота увеличится в 9 раз. И вообще, высота подъёма пропорциональна квадрату скорости мяча после отскока.

ИДЕАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УСКОРИТЕЛЯ

Теперь сделаем два важных упрощающих допущения. Во-первых, будем считать все удары абсолютно упругими. Во-вторых, будем считать, что теннисный мяч много легче баскетбольно-





Скорость теннисного мяча после отскока увеличилась в 3 раза – следовательно, в рамках нашей идеальной модели он поднимется на высоту в 9 раз большую той, с которой его отпустили! Такая система и в самом деле работает как «ускоритель резиновых мячиков».

ПРИБЛИЖЕНИЕ К РЕАЛЬНОСТИ

В действительности скорость мяча после отскока уменьшается из-за потерь энергии. Наш дополнительный опыт показал, что скорость баскетбольного мяча после отскока от пола будет равна не единице, а 0,8. Ещё один опыт показал, что после отскока от неподвижного баскетбольного мяча скорость теннисного мяча составляет 0,7 от первоначальной.

Теннисный мяч сближается с баскетбольным со скоростью $0,8 + 1 = 1,8$. После отскока он будет удаляться от баскетбольного мяча со скоростью $0,7 \cdot 1,8 \approx 1,3$. Значит, от пола он будет удаляться со скоростью $0,8 + 1,3 = 2,1$. Высота подъёма брошенного вверх тела пропорциональна квадрату скорости отскока. Значит, теннисный мяч поднимется выше первоначальной высоты падения в $2,1^2 \approx 4,4$ раза. Этот расчёт отлично согласуется с нашими опытами (4,1–4,3 раза)!

ЗАДАЧА

Возьмём поставленные друг на друга три мяча, каждый из которых во много раз легче мячей, находящихся под ним. Какое увеличение высоты по сравнению с первоначальной даст такой упругий ускоритель? Сделайте расчёты как для абсолютно упругих соударений, так и для реалистичного коэффициента восстановления скорости 0,8 при всех ударах.

го, и тем самым отдачей баскетбольного мяча при ударе можно пренебречь.

В процессе падения баскетбольный и теннисный мячи набирают одинаковую скорость. Примем скорость обоих мячей непосредственно перед ударом за единицу. Баскетбольный мяч ударяется об пол первым и отскакивает вверх с единичной скоростью. А теннисный мяч всё ещё продолжает лететь с единичной скоростью вниз.

С точки зрения баскетбольного мяча теннисный мяч налетает на него со скоростью 2 единицы. Поскольку удар абсолютно упругий и поскольку отдачей можно пренебречь, теннисный мяч после отскока удаляется от баскетбольного с такой же скоростью 2 единицы. Сам баскетбольный мяч летит вверх с единичной скоростью, поэтому от пола теннисный мяч удаляется со скоростью 3 единицы.