

Суммарную энергию системы в этот период запишем в виде

$$W'_1 = W'_B + E'_{1A} + U'_{1A} + E'_{13}$$

(для аналогии мы записали слагаемое E'_{1A} , хотя $E'_{1A} = 0$). Машина А изменила свою скорость в этой системе на величину v . При этом скорость Земли стала v'_3 . Из закона сохранения импульса

$$Mv'_3 + mv = -Mv$$

найдем

$$|v'_3| = (1 + \frac{m}{M})|v|$$

Полная энергия системы в этот период равна

$$W'_2 = W'_B + E'_{2A} + (U'_{1A} - \Delta U') + E'_{23}$$

Запишем закон сохранения энергии:

$$W'_2 - W'_1 = E'_{2A} - E'_{1A} -$$

$$-\Delta U' + E'_{23} - E'_{13} = 0$$

или

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{M}{2}[(1 + \frac{m}{M})v]^2 -$$

$$-\frac{Mv^2}{2} - \Delta U' = 0$$

Таким образом,

$$\Delta U' = \Delta E' = \frac{3m}{2}v^2 + \frac{m^2}{2M}v^2 = \Delta U.$$

Масса сгоревшего топлива в обеих системах одна и та же, изменение внутренней энергии, а следовательно, и количество теплоты, выделившейся при сгорании, тоже одно и то же. Значит, удельная теплота сгорания топлива одна и та же для наблюдателей, находящихся в двух рассмотренных нами системах.

Итак, никакого парадокса нет. Работа, совершаемая за счет энергии, выделяющейся при сгорании топлива, идет на увеличение механической энергии системы в целом. Таким образом, сделанный в условии задачи вывод об изменении энергии неверен.

Ошибка заключается в том, что в условии системы не замкнуты, а вывод сделан на основании закона сохранения энергии в той форме, в какой он применим для замкнутых систем.

Говоря об изменении скорости Земли, мы подходим к решению задачи «математически». Разумеется, изменение импульса Земли пренебрежимо мало. Часть энергии «уносится» в результате нагрева Земли под колесами, вылетающими из-под колес как мешками, песком и т. д.

При проверке задач теоретического тура был проведен своеобразный

«эксперимент». Прежде чем приступить к проверке, члены жюри по своему усмотрению «расценили» задачи, поставив каждой балл «за трудность». Оценки были расставлены следующим образом:

№ ₁ № ₂ задач	8 кл.	9 кл.	10 кл.
1	8.5	5.5	6.3
2	7.1	4.5	6
3	2.9	7.7	5.6
4	11.1	6.3	7.2
5	-	7	4.8

Это «усредненные» баллы; мнения членов жюри не всегда совпадали.

После того, как все работы были проверены, по результатам проверки, по тому, сколько участников справились с той или иной задачей, была проведена новая «расценка». И оказалось, что мнения жюри и ребят о трудности задач не совсем совпадают. Новая «таблица» выглядела следующим образом:

№ ₁ № ₂ задач	8 кл.	9 кл.	10 кл.
1	10	4	6
2	8	4	8
3	4	6	5
4	8	8	7
5	-	10	4

(Разумеется, имеет смысл сравнивать не «абсолютные» баллы, а распределение их по задачам внутри каждого класса.) Члены жюри были удивлены тем, что задачей № 1 для 8 класса и с задачей № 5 для 9 класса не справился ни один участник.

Мы думаем, что тем нашим читателям, которые самостоятельно решали задачи олимпиады, опубликованные в «Задачнике «Кванта», будет интересно сравнить свои заключения об их сложности с мнением жюри и «олимпийцев».

Экспериментальный тур

На экспериментальном туре все участники по классам выполняли одинаковые работы

8 класс

Колебание грузов на пружине

1. Период колебаний T груза на пружине зависит от массы груза (рис.9). Изучите эту зависимость, используя пружину, секундомер и набор грузов с известными массами. По результату опытов постройте график. Постарайтесь подобрать формулу, описывающую полученную зависимость T от m

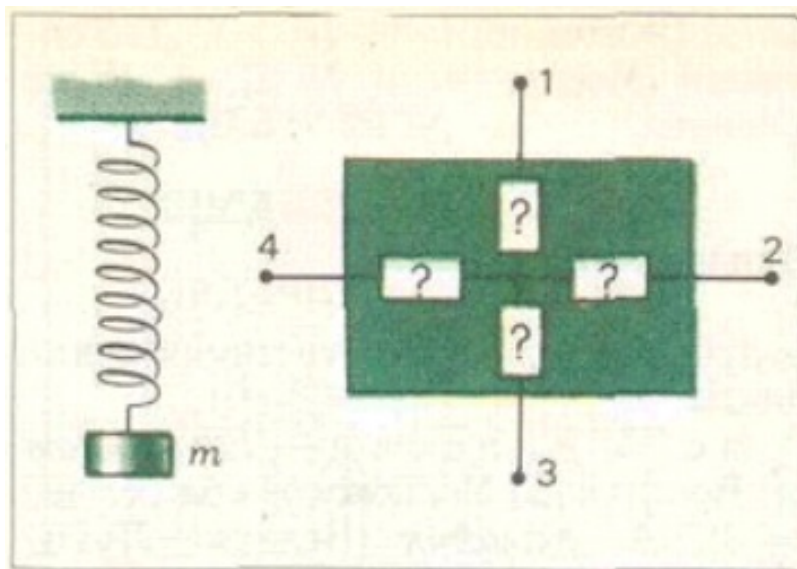


Рис. 9.

Рис. 10.