МЕТОД КЛЮЧЕВЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Л. Э. Генденштейн,

В. А. Орлов,

Г. Г. Никифоров

Решение задач — самое трудное в школьном курсе физики.

Но это — с точки зрения *учеников*, которые не понимают, что задачи — не «приложение к теории», а *ее составная часть*.

ДИАГНОЗ
(с нашей точки зрения):

Семь «НЕ»

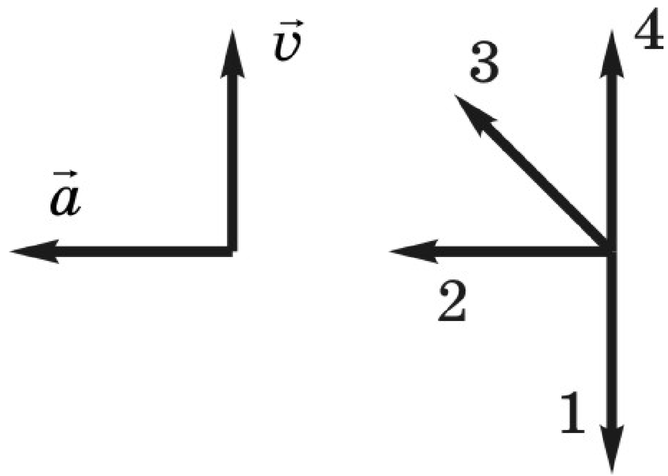
УЧЕНИКИ

- **НЕ понимают смысла физических законов.**

Пример:

На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела.

Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело?



Ответ «3» выбирали 64% выпускников!

- **НЕ умеют идеализировать ситуацию, описанную в условии задачи.**
- **НЕ запоминают физических формул и обозначений физических величин.**
- **НЕ распознают в физических формулах уравнений**.

- **НЕ знают, с чего начать решение задачи.**

Чрезмерная фиксация внимания на искомом — не анализируют следствия из данных.

- **НЕ могут осмыслить ответ.**

- **НЕ ПИТАЮТ ИНТЕРЕСА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ.**

Во многом потому, что *не участвуют в их постановке*!

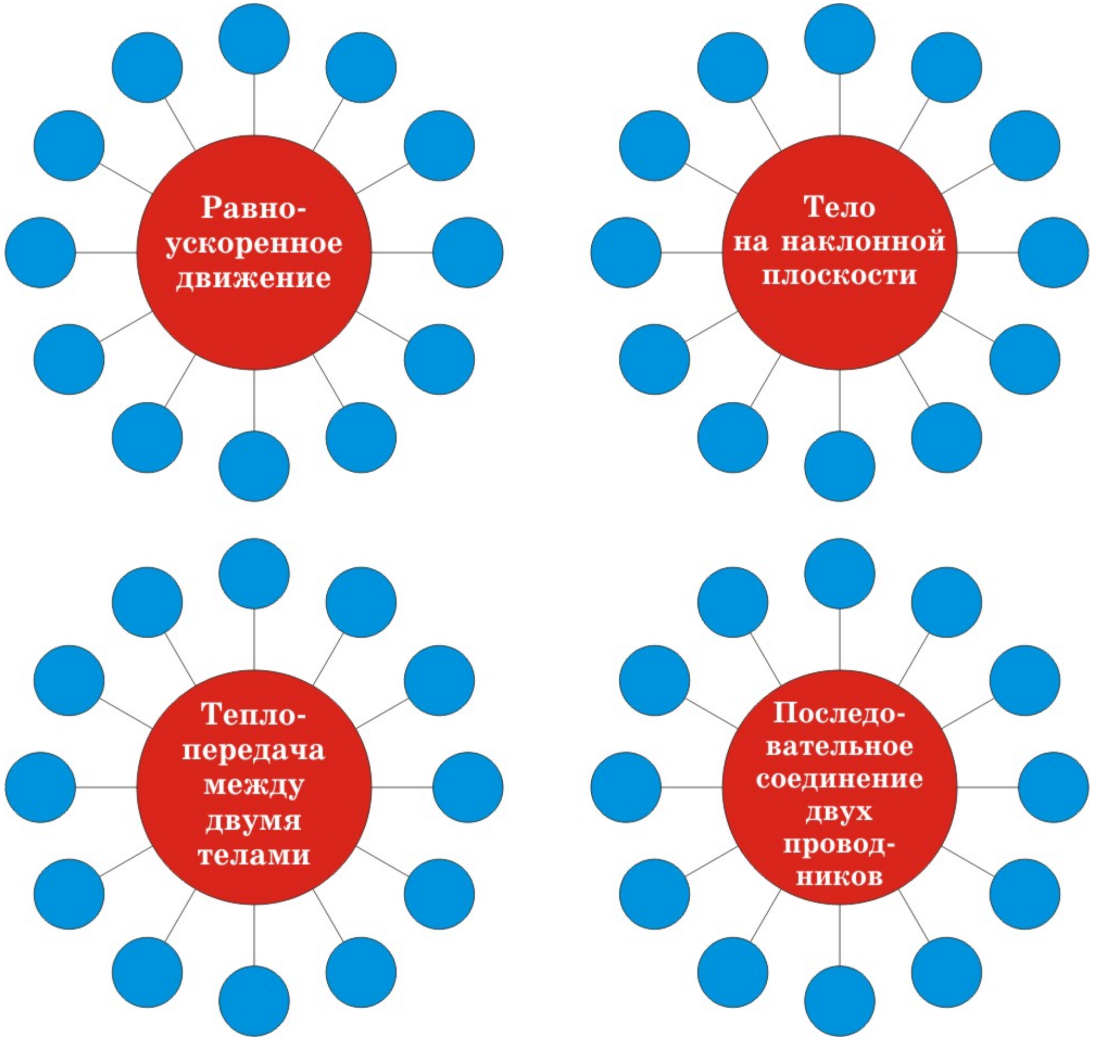
Какой подход поможет преодолеть эти семь «НЕ»?

Один из возможных:

МЕТОД КЛЮЧЕВЫХ УЧЕБНЫХ СИТУАЦИЙ

Тысячи задач группируются вокруг нескольких *десятков* «ключевых учебных ситуаций».

Примеры:



В механике:

КИНЕМАТИКА

- прямолинейное равномерное движение
- прямолинейное равноускоренное движение
- равномерное движение по окружности
- *движение по параболе*

ДИНАМИКА

- движение тела под действием постоянной силы (равнодействующей)
- равномерное движение по окружности
- движение двух связанных тел
- *движение под действием возвращающей силы*

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

- свободное падение тела
- упругое и неупругое столкновение двух тел
- деформация пружины
- *движение по окружности (типа «мертвой петли»)*

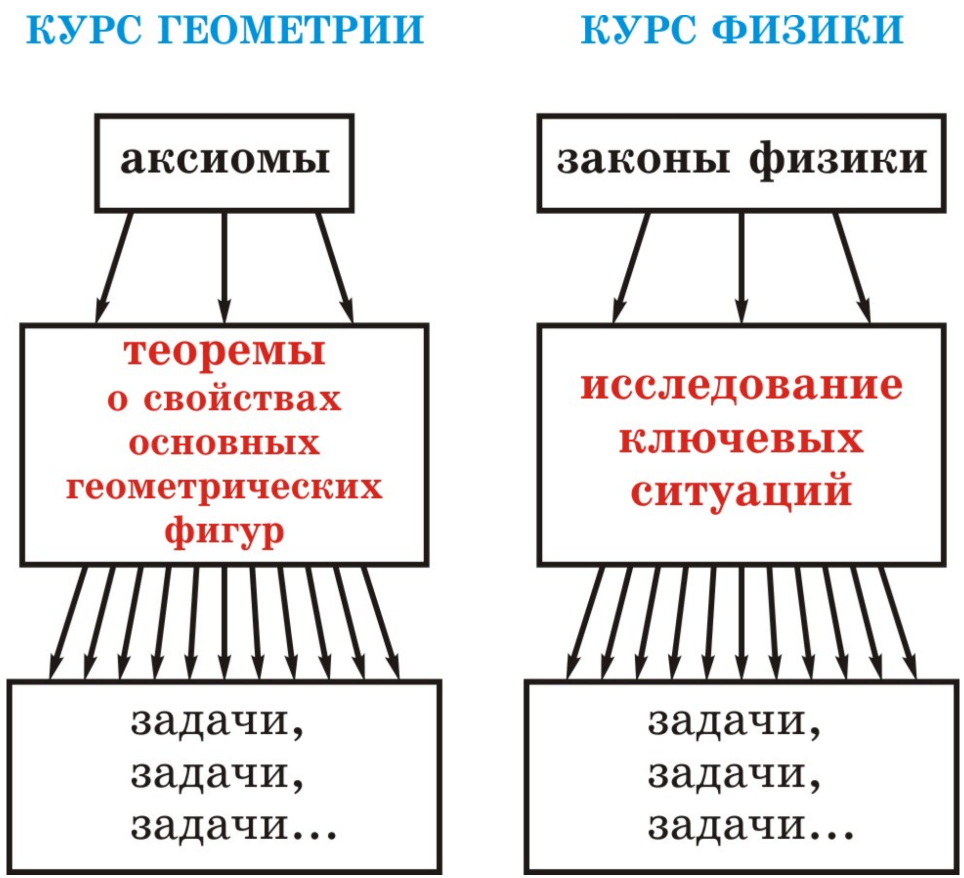
Изучение ключевых ситуаций — это живой мост между «теорией» и «задачами», причем мост с *двусторонним* движением.

Чем обусловлен отбор ключевых ситуаций (КС)?

- КС — наглядный полигон для проявления и применения физических законов,
- (следствие): исследование КС развивает физическую интуицию
- КС можно проанализировать с помощью школьного курса математики.

Где место КС в школьном курсе физики?

Аналогия с «ближайшим родственником» — курсом геометрии:



Методический гений Евклида (был ли Евклид?).

«Секреты» прямолинейного равноускоренного движения без начальной скорости

Соотношение между скоростью, ускорением и временем движения

$$v = at$$

Какие *разные* виды задач можно поставить, используя это соотношение? (Три вида)

Главное здесь — чтобы ребята «прониклись» *прямо пропорциональной зависимостью скорости от времени*.

Привлекаем ребят к составлению задач.

Пример.

Из Интернета: хороший современный легковой автомобиль разгоняется с места до скорости 100 км/ч за 3 с. Какую задачу можно поставить, исходя из этих данных?

Ребята *сформулируют* задачу: *найти ускорение автомобиля*. Предложите для простоты расчетов взять скорость 108 км/ч, потому что это 30 м/с, и тогда задача решается устно. Ответ: 10 м/с^2.

Ответ ребята должны *осознать* и по возможности *представить его себе*.

Скажите, что с таким ускорением падают тела, когда можно пренебречь сопротивлением воздуха.

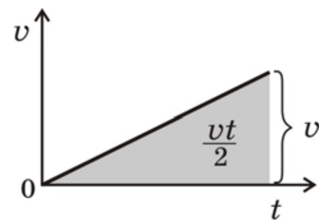
Развиваем ситуацию дальше!

До какой скорости разогнался бы этот автомобиль за 6 с, если бы двигался с тем же ускорением? ***Устно!***

На *устном* и «*представимом*» уровне желательно отработать также формулы $\upsilon = at$ и $t = \upsilon/a$. При этом предложите ребятам самим *ставить* задачи.

Путь, пройденный при прямолинейном равноускоренном движении

Путь численно равен площади под графиком скорости.



$$l = vt/2 \text{ (полупроизведение катетов)}$$

Чему равна *средняя скорость*?

$$v_{\text{ср}} = v/2$$

Обращаем внимание: эта формула справедлива именно при равноускоренном движении без начальной скорости.

Это — исключительно полезная формула! Закрепляем (устно).

Задача. Автомобиль разогнался до скорости 20 м/с за 5 с. Какой путь он при этом проехал?

Решение. Средняя скорость автомобиля равна половине конечной скорости, то есть $\upsilon_{\text{ср}} = 10$ м/с. Значит, за 5 с автомобиль проехал путь $l = \upsilon_{\text{ср}} t = \mathbf{10 \cdot 5 = 50(\text{м})}$.

Решение этой задачи «традиционным» способом потребовало бы куда больше времени, причем вряд ли тогда эту задачу ученики смогли бы решить устно.

Подставив в формулу $l = \frac{vt}{2}$ выражение $v = at$, получим $l = \frac{at^2}{2}$.

Новый характер зависимости пути от времени (***квадратичный***).

Закрепляем решением устной задачи и постановкой новых задач.

Задача. Мальчик начинает соскальзывать с горы на санках. За первую секунду он проехал 1 м. Какое расстояние он проедет за 5 с?

Решение. За 5 с мальчик проедет расстояние в $5^2 = 25$ раз большее, чем за 1 с, то есть 25 м.

Из того, что путь пропорционален квадрату времени, а скорость прямо пропорциональна времени, следует, что ***путь пропорционален квадрату скорости!***

Закрепляем устной задачей.

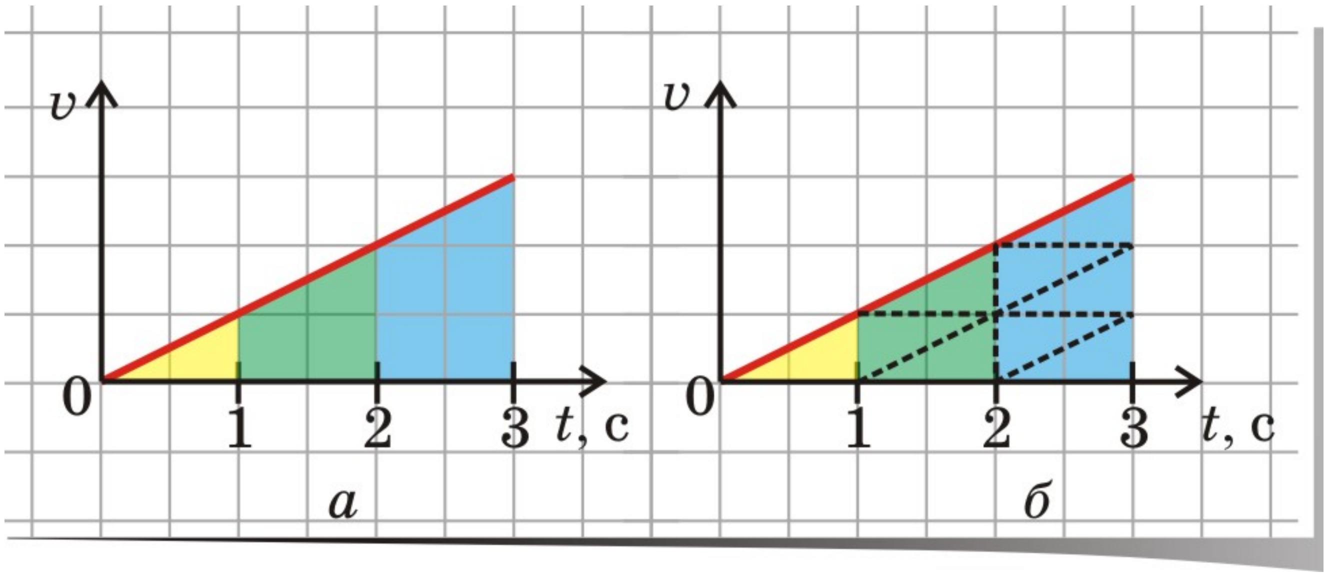
Задача. К тому моменту, когда автомобиль разогнался с места до скорости 60 км/ч, он проехал 200 м. Какое расстояние от начальной точки проедет автомобиль к тому моменту, когда его скорость станет равной 120 км/ч?

Решение. При равноускоренном движении без начальной скорости путь пропорционален квадрату скорости. Значит, путь, пройденный при разгоне до скорости 120 км/ч в 4 раза больше пути, пройденного при разгоне до скорости 60 км/ч. Следовательно, искомое расстояние равно $200\ \text{м} \cdot 4 = 800\ \text{м}$.

«Нечетные числа»

Приведем еще один красивый «секрет» равноускоренного движения без начальной скорости, открытый еще Галилеем.

Пути, проходимые при равноускоренном движении без начальной скорости за последовательные равные промежутки времени, относятся как последовательные нечетные числа: $l_1 : l_2 : l_3 : \ldots = 1:3:5: \ldots$



Примеры.

Задача. Шарик начинает скатываться по наклонной плоскости длиной 90 см за 3 с. Какое расстояние проходит шарик за каждую секунду?

Решение. Обозначим l_I путь, проходимый шариком за первую секунду.

Тогда путь, пройденный за вторую секунду $l_{II} = 3l_I$, а путь, пройденный за третью секунду $l_{III} = 5l_I$. Следовательно, весь путь $l = l_I + l_{II} + l_{III} = l_I + 3l_I + 5l_I = 9l_I$.

Отсюда $l_I = 90$ см$:9 = 10$ см. Значит, за первую секунду шарик проходит 10 см, за вторую — 30 см, а за третью — 50 см.

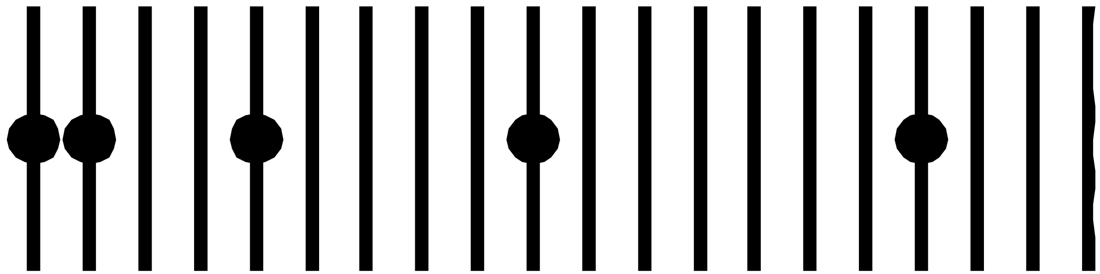
Задача. Мальчик на санках начинает соскальзывать с горы. За первую секунду он проехал 1 м. Какое расстояние проедет мальчик за 5-ю секунду? С каким ускорением движутся санки с мальчиком?

Решение. За 5-ю секунду он проедет расстояние $1 \text{ м} \cdot (2 \cdot 5 - 1) = 9 \text{ м}$.

Для ответа на последний вопрос задачи полезно применить еще один «секрет» равноускоренного движения без начальной скорости, который легко получить из формулы $l = \frac{at^2}{2}$: значение ускорения численно вдвое больше значения пути, пройденного в первую секунду. Так как в первую секунду санки прошли 1 м, то ускорение равно 2 м/с^2.

На ЕГЭ было предложено следующее задание.

С использованием специального фотоаппарата зафиксировали положение движущегося вправо тела через равные промежутки времени. В начальный момент тело покоилось.



Сила, действующая на тело,

1) увеличивалась со временем,
2) была равна нулю,
3) была постоянна и не равна нулю,
4) уменьшалась со временем.