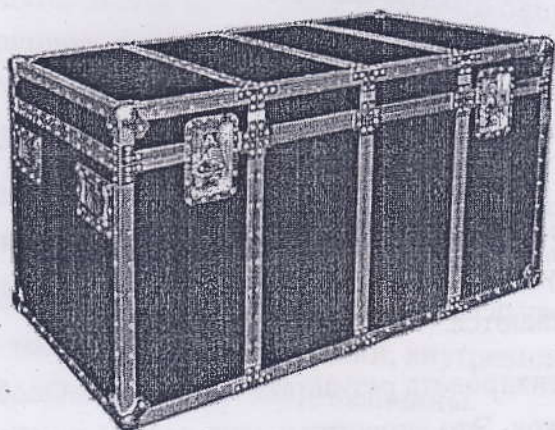


Чёрные ящики

11 класс

На экспериментальных турах олимпиад по физике (обычно от регионального этапа и выше) часто встречаются задания по определению содержимого электрического черного ящика. Целью работы может быть как просто угадывание элементов и схемы их включения, так и определение номиналов элементов, исследование их вольтамперных характеристик.



Классификация черных ящиков:

1. По степени известности того, что внутри:

- черные (совсем неизвестно, что внутри). Много баллов можно получить за описание последовательности измерений и выводов, которые со всей определенностью доказывают наличие тех или иных элементов и способ их включения;
- серые (перечислены элементы содержимого);
- белые (дана схема соединения элементов, но могут быть не даны номиналы). Много баллов за аккуратность и точность измерений, совпадение с авторскими воротами.

2. По количеству выходящих контактов:

- двухполюсные;
- трехполюсные (надо не забывать про возможные соединения звездой и треугольником);

- четырех- и более полюсные.

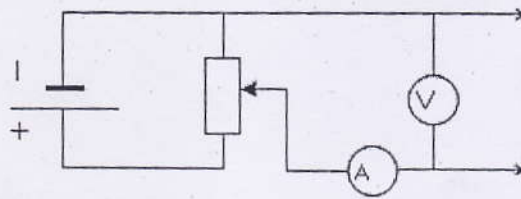
3. Кроме этого, черные ящики бывают:

- на постоянном токе (элементы угадываются с помощью постоянного напряжения (возможно, регулируемого));
- на переменном токе (выловить элементы можно только подавая переменное напряжение);
- активные (есть внутри собственный источник);
- пассивные (нет источника внутри);
- с длинными подводными проводами (контакты можно замыкать);
- с короткими проводами (контакты не замыкаются).

Сильно упрощает или усложняет разгадывание ящика список выданного дополнительного оборудования. В него могут входить регулируемые источники питания, мультиметры, батарейки, реостаты, потенциометры, провода, зажимы, лампочки, балластные резисторы, диоды и т. п.

Общие подходы к разгадыванию черных ящиков:

1. Обо всем, что вы делали, надо писать в работе, рисовать схемы измерений, приводить логические цепочки умозаключений. Гениальные озарения и необоснованное угадывание не оцениваются.
2. Желательно систематизировать результаты измерений. Особенно в случае многополюсных ящиков. Это упростит и вашу работу, и работу проверяющего. Как правило, составляется таблица измерений.
3. Если черный ящик хорошо продуман авторами, то он не представляет угрозы для выданного оборудования. Но на всякий случай, чтобы не сжечь амперметр или лампочки, стоит начинать исследование с проверки ящика на наличие внутри источников (разумеется, этого можно не делать для белых ящиков).
4. Надо сделать проверку на наличие диодов, проверив, пропускает ли схема ток в обоих направлениях. Правда, при малых напряжениях (несколько десятых вольта) диод может не открыться и в прямом направлении и будет воспринят как очень большой резистор.
5. Лучшим доказательством линейности или нелинейности элемента служит ВАХ, которая строится по 7–11 точкам.
6. В зависимости от выданного оборудования надо собрать измерительный щуп. Причем хорошо для начала сделать пробные измерения, чтобы подобрать оптимальную конструкцию щупа. Для снятия ВАХ, если выдан лишь переменный резистор и источник постоянного напряжения, можно собрать щуп на потенциометре, например по такой схеме:



7. Для точного измерения сопротивлений резисторов предпочтительно использовать угловой коэффициент наклона ВАХ.
8. Число анализируемых комбинаций подключений черного ящика можно существенно увеличить, замыкая попарно два или более контактов. Этот способ хорош для проверки гипотез.
9. В заключение несколько общих советов:
 - не закорачивайте контакты батареек, так как это приводит к выходу батареек из строя, сильному нагреву и даже взрыву;
 - если измерения не проводятся долгое время (пока вы что-то оформляете или выводите теорию), выключайте установку, чтобы не подсаживать источник питания. В нужный момент их ресурса может не хватить. Особенно это актуально для различных гальванических элементов;
 - начинайте измерения приборами на больших диапазонах (с запасом) и постепенно для повышения точности переходите на более чувствительные диапазоны;
 - помните, что измерительные приборы – реальные и в ряде случаев, например при измерении больших или очень малых сопротивлений, внутренние сопротивления приборов могут сильно повлиять на измеряемые величины.