

## Roteiro de experimento

**Experimento:** Motor de Stirling

**Autores:** Bernardo Machado e Maria Alice Ribeiro



**Figura 1:** Motor de stirling de baixo custo. Fonte: autoral.

## 1 - Introdução

A termodinâmica é uma área da física amplamente desenvolvida a partir da revolução industrial, com o objetivo de desenvolver máquinas mais eficientes. O motor de Stirling foi criado com o intuito de substituir o motor a vapor. Este roteiro visa apontar quais fenômenos e processos acontecem dentro de um motor de Stirling de baixo custo e algumas das possibilidades de aplicação dele dentro do ensino de Física.

O experimento foi desenvolvido a partir de materiais de baixo custo, a fim de demonstrar alguns processos termodinâmicos. O professor poderá utilizar deste material a fim de, mostrar na prática com os alunos, um exemplo do que acontece em alguns tipos de motores e suas aplicações na realidade, além de desenvolver com os alunos atividades de maneira didática e ativa.

## 2 - Materiais Utilizados

- Latinha de refrigerante
- Latinha de sardinha
- Lata de leite em pó (utilizada na base)
- Clipe de papel
- Fio de nylon
- Garrafa pet
- Conector de chuveiro elétrico
- Bexiga
- Silicone de vedação
- Bombril
- CD
- Tubos de silicone
- Hastes metálicas

## 3 - Explicação do experimento:

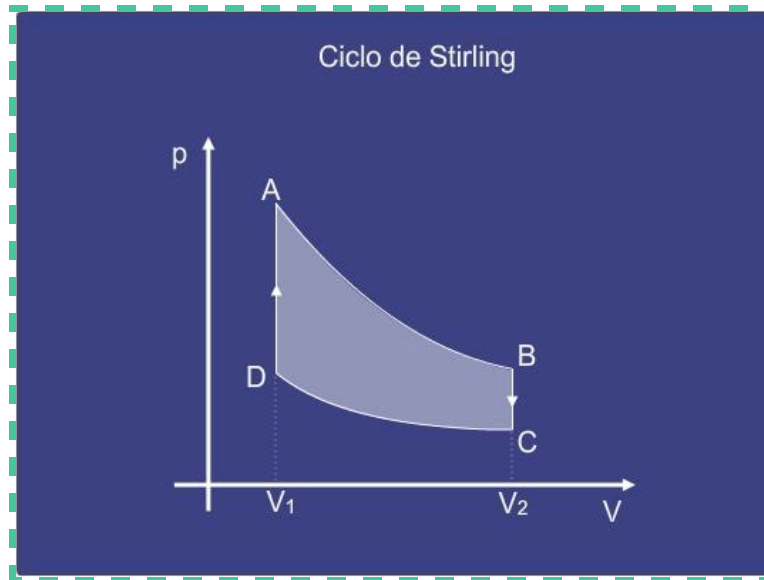
O experimento do motor de Stirling é uma ferramenta interessante e didática para se compreender o ciclo de Carnot, dentro de termodinâmica. Ele funciona utilizando os gases atmosféricos como fluido de trabalho a partir de uma combustão externa e foi criado com intuito de superar o motor a vapor e suas falhas.

O ciclo termodinâmico do motor de Stirling é constituído por quatro processos reversíveis em série. São eles:

1 - Processo AB: Expansão isotérmica;

- 2 - Processo BC: Resfriamento isovolumétrico;
- 3 - Processo CD: Compressão isotérmica;
- 4 - Processo DA: Aquecimento isovolumétrico.

Diagramatização do ciclo de Stirling:



**Figura 2:** Ciclo de Stirling. Fonte: Daniel Schutz. UFRGS, 2009.

#### 4 - Dicas de aplicação e perguntas

O motor de Stirling pode ser usado de forma demonstrativa ou como aula experimental ao decorrer das aulas de termodinâmica dentro do conteúdo de ciclos termodinâmicos. Para o uso como aula experimental esse roteiro simples pode ser utilizado juntamente às seguintes dicas de aplicação do conteúdo:

- Opcional: Caso o professor disponha de tempo para o desenvolvimento do conteúdo, poderá trabalhar a partir da construção do motor de Stirling com materiais que os alunos podem trazer de suas casas e outros materiais reciclados.
- Base de conhecimento: Para trabalhar com o motor de Stirling os conteúdos dos tipos transformações termodinâmicas (isotérmicas, isovolumétricas, adiabáticas, isocóricas) e diagrama de Clapeyron já devem ter sido visualizados com os alunos. É interessante inserir este ferramental durante apresentação dos ciclos termodinâmicos.

Perguntas motivadoras: O uso de perguntas direcionadoras e de investigação é muito interessante para direcionar o aprendizado dos alunos, de forma que seus subsunçores estruturados durante as aulas sejam trabalhados. Algumas perguntas interessantes para reflexão do experimento do conteúdo são:

- O que gera o movimento mecânico do motor?
- Como o calor fornecido gera movimentação na máquina?
- Como se dá esse processo?
- Qual é o tipo de transformação de energia?
- O que ocorre com o ar?

Nas respostas das perguntas os alunos chegarão, com auxílio do professor, nas seguintes concepções: a fonte de energia é o calor fornecido pela fonte quente; a expansão do gás é a primeira fase do ciclo e trata-se de uma transformação isotérmica; após expansão do gás ocorre o resfriamento isovolumétrico do gás devido o contato com a fonte fria (água no recipiente); na fase seguinte acontece a diminuição do volume do gás por meio do rebaixamento do diafragma e o na última fase ocorre o aquecimento isométrico do gás em contato com a fonte quente.

## 5 - Conclusão

Conclui-se portanto que o uso do motor de stirling no ensino de física juntamente a prática experimental, configura em um método potencialmente mais eficaz de se trabalhar conteúdos. O uso da máquina com os tópicos aqui citados geram uma possibilidade maior e mais embasada da fixação de tópicos termodinâmicos. É esperado que, com a flexibilização dos parâmetros apresentados para adaptação aos diversos grupos de alunos, que uma aprendizagem ativa e significativa seja estabelecida.

## 6 - Referências

- MOTOR STIRLING COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NO APRENDIZADO DA TERMODINÂMICA. [S. l.], 3 set. 2018. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/43032/3/MotorStirling\\_Melo\\_2019.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/43032/3/MotorStirling_Melo_2019.pdf). Acesso em: 14 mar. 2024.
- CICLO DE STIRLING. [S. l.], 2009. Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/ciclo\\_stirling.htm](https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/ciclo_stirling.htm). Acesso em: 14 mar. 2024
- O USO DO MOTOR STIRLING NO ENSINO DE TERMODINÂMICA: UMA ESTRATÉGIA METODOLÓGICA. [S. l.], 2009. Disponível em: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2009nEXTRA/edlc\\_a2009nExtrap218.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap218.pdf). Acesso em: 14 mar. 2024.