

Pato beberrão

Equipamento:

Pato beberrão
Béquer
Suporte, se necessário
Campânula de vidro (alternativamente, pode-se utilizar um saco plástico relativamente firme)
Equipamento de levantamento, se necessário

Produtos químicos:

Água

Procedimento e observação:

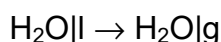
O béquer é preenchido com água e o feltro da cabeça do pato é umedecido. Após algum tempo, o pato começa a “beber” periodicamente, ou seja, oscila lentamente para frente e para trás, mergulha o bico na água, recua e, após algumas oscilações, reinicia o movimento.

Depois de “beber” várias vezes, a campânula de vidro é colocada sobre o pato e o béquer. Após algum tempo, o pato para de se mover. Quando a campânula de vidro é removida, o pato recomeça a “beber”.

Por meio de um equipamento adequado, o movimento do pato pode ser utilizado para levantar um peso.

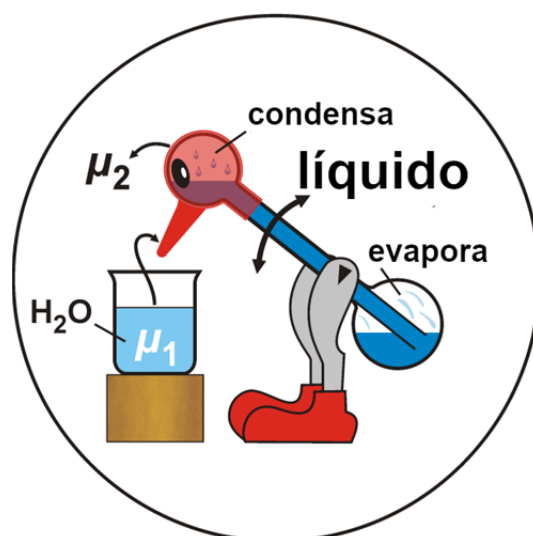
Explicação:

Tecnicamente, o “pato beberrão” é uma espécie de “motor material” que utiliza a diferença entre os potenciais químicos da água líquida (μ_1) e do vapor d’água no ar (μ_2). Devido ao fenômeno da ação das massas, o potencial químico do vapor d’água, que está muito diluído no ar, diminui e fica abaixo do da água líquida. Desse modo, o processo de evaporação

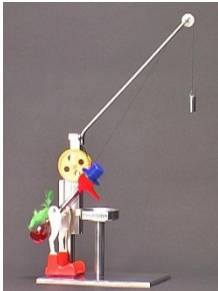


pode ocorrer espontaneamente.

O fluxo de vapor do feltro para o ambiente causado pelo gradiente de potencial, $\mu_1 \rightarrow \mu_2$, é acoplado a um fluxo de entropia. O vapor carrega aproximadamente três vezes mais entropia do que a que estava contida na água líquida. Portanto, o feltro úmido esfria e a entropia começa a fluir para fora da cabeça do pato, resfriando-a internamente em comparação com o corpo. Parte do vapor do líquido interno (com um ponto de ebulição muito baixo) condensa, de modo que a pressão se reduz e líquido é forçado a subir no tubo, alterando gradualmente o centro de gravidade do pato. Por fim, o pato se inclina e tomba na água. Neste momento, a extremidade inferior do tubo perde o contato com a superfície do líquido, de modo que parte do líquido escoar de volta para o corpo e a pressão de vapor na cabeça e no corpo é equalizada. O pássaro retorna à sua posição vertical e o “jogo” pode começar novamente. Enquanto a cabeça do pato permanecer úmida, o processo de “beber” ocorrerá periodicamente.



Quando a campânula de vidro é colocada sobre o pato e o béquer, os potenciais químicos da água e do vapor d'água (saturado) se igualam e, portanto, a diferença de potencial necessária para a "força motriz" vai a zero. O pato para de beber. Alternativamente, em vez da campânula, pode-se utilizar um saco de plástico relativamente firme.



O uso equipamento de levantamento com o pato beberrão prova que realmente se trata de um motor de matéria. Para uma máquina sem perdas operando entre dois reservatórios com potenciais fixos μ_1 e μ_2 , a energia W pode ser utilizada (note o sinal negativo!) quando a quantidade de matéria n é transferida de μ_1 (o potencial mais alto, da água líquida) para μ_2 (o potencial mais baixo, do vapor d'água no ar ambiente):

$$W = n(\mu_2 - \mu_1).$$