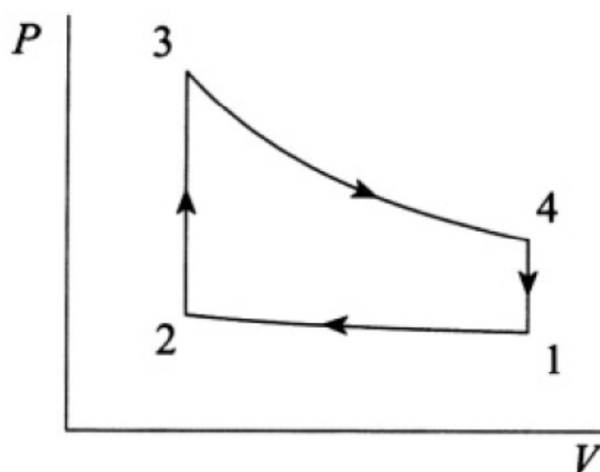


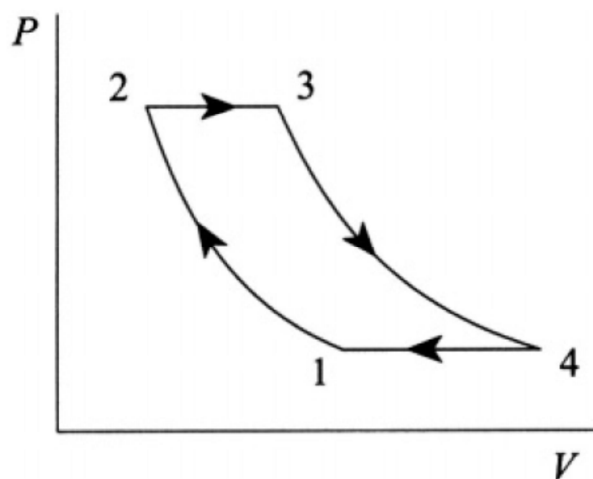
Michal Lenc ó jaro 2014

1. Pracovní cykly ideálního plynu s konstantními specifickými tepley

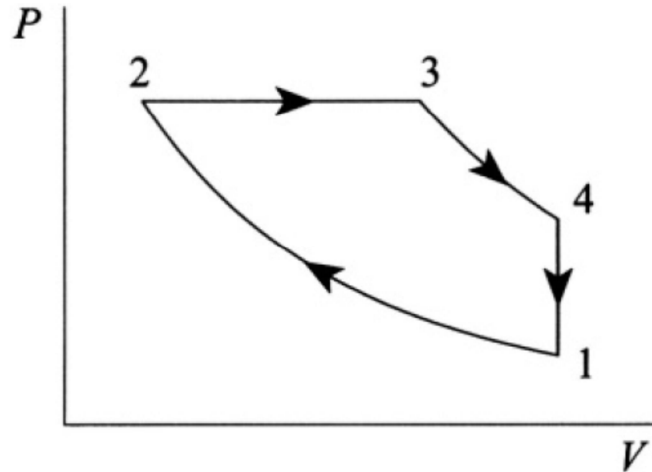
Příklad 1. Společnost úinnost Ottova cyklu (obrázek). $1 \rightarrow 2$ a $3 \rightarrow 4$ adiabatická komprese a expanze, $2 \rightarrow 3$ a $4 \rightarrow 1$ isochorický děj.



Příklad 2. Společnost úinnost Jouleova cyklu (obrázek). $1 \rightarrow 2$ a $3 \rightarrow 4$ adiabatická komprese a expanze, $2 \rightarrow 3$ a $4 \rightarrow 1$ isobarický děj.



Příklad 3. Společnost úinnost Dieselova cyklu (obrázek). $1 \rightarrow 2$ a $3 \rightarrow 4$ adiabatická komprese a expanze, $2 \rightarrow 3$ isobarický a $4 \rightarrow 1$ isochorický děj.



2. Záření černého tělesa

Spektrální hustota záření černého tělesa je dána vztahem

$$U_\nu d\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu d\nu}{\exp\left[\frac{h\nu}{k_B T}\right] - 1} \quad (1)$$

Hustota toku energie je

$$J = \frac{c}{4\pi} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi/2} d\theta \cos\theta \sin\theta \int_0^\infty d\nu U_\nu = \frac{c}{4} \int_0^\infty U_\nu d\nu \quad (2)$$

Pro výpočet budete potřebovat hodnotu integrálu

$$\int_0^\infty \frac{x^3}{\exp[x] - 1} dx = \frac{\pi^4}{15} \quad (3)$$

Úloha 4. Odvoďte ze vztahu (1) Wienův posouvací zákon a to jak pro frekvenční rozdělení, tak pro rozdělení podle vlnových délek.

Úloha 5. Odvoďte ze vztahu (2) Stefanův a Boltzmannův zákon. Spočítejte hodnotu Stefanovy a Boltzmannovy konstanty σ .

Úloha 6. Solární konstanta (hustota toku sluneční energie dopadajícího na Zemi) je 1360 W m^{-2} . Za předpokladu, že Slunce i Zem vyzařují jako černé těleso (albedo Zem je 0,3), odhadněte teplotu Slunce a Země a vlnové délky maxima spektrálního rozložení.

Úloha 7. Považujte atmosféru za tenkou slupku, zářící jako černé těleso. Jak se změní teplota Země oproti předchozímu příkladu?

3. Entropie

Příklad 8. Odvoďte Stirlingovu aproximaci pro velká n

$$\ln(n!) = n \ln\left(\frac{n}{e}\right) .$$

Příklad 9. (a) Napište vztah definující ve statistické fyzice entropii. (b) Uvažujte izolovanou soustavu složenou ze dvou slabě vázaných podsoustav A a B (mohou si předávat malé množství tepla Δ), každá z nich je v termodynamické rovnováze s teplotou $T_A \geq T_B$. Uveďte změnu entropie složené soustavy způsobenou výměnou Δ . Co lze o změně entropie říci?

Příklad 10. Izolovaná soustava je tvořena dvouhladinovou podsoustavou s energiemi $E_1 < E_2$ s $N = n_1 + n_2$ částicemi, která je v tepelném kontaktu s termostatem o teplotě T . Podsoustava emituje kvantum energie, takže $n_2 \rightarrow n_2 - 1$ a $n_1 \rightarrow n_1 + 1$. Pro $n_1, n_2 \gg 1$ odvoďte změnu entropie podsoustavy a změnu energie termostatu. Nakonec odvoďte Boltzmannův vztah pro n_2/n_1 .