

CYKLIČKÉ DĚJE

(pracovní list – pokročilá úroveň – klíč řešení)

V pokročilé úrovni můžeme u jednotlivých dějů pomocí tlačítka „Nastavit parametry“ zadat vstupní parametry děje a aplikace v závislosti na zvoleném ději spočítá další veličiny. Těmito veličinami jsou práce, teplo, vnitřní energie, zdvihový objem, termodynamická teplota, tlak a u Stirlingova motoru termická účinnost. Aplikace exportuje do tabulky hodnoty stavových veličin, kterými jsou termodynamická teplota T , objem V a tlak p . V tabulce rovněž najdeme práci, teplo a změnu vnitřní energie při daném ději.



Izotermický děj

Boyle-Mariottův zákon pro izotermický děj říká, že součin teploty a tlaku během izotermického děje je stálý (konstantní). Zjistěte s pomocí aplikace, jak se změní tlak plynu při tomto ději, pokud objem vzroste na trojnásobek počáteční hodnoty?

Tlak se zmenší na třetinu počáteční hodnoty.

Z tabulky hodnot můžete zjistit, že změna vnitřní energie při izotermickém ději v ideálním plynu je nulová. Proč tomu tak je? *Nápověda:* Vnitřní energie ideálního plynu je rovna součtu kinetických energií jeho molekul.

Při izotermickém ději se nemění teplota, a proto nedochází ke změně rychlosti a kinetické energie molekul plynu.



Izochorický děj

Pomocí tlačítka „Nastavit parametry“ zadejte postupně tři různé hodnoty „objemu plynu“. Klikněte na „Uložit“ a zjistěte, jaká je hodnota práce vykonané plynem. Vysvětlete, proč aplikace ukazuje právě ty hodnoty práce, které ukazuje.

Vykonaná práce plynem je vždy nulová. Při izochorickém ději se nemění objem plynu. Proto plyn nemůže konat práci.

Pomocí tlačítka „Nastavit parametry“ zadejte postupně látkové množství 1 mol a objem plynu 30 dm³. Změnami hodnot spodní a horní termodynamické teploty určete, jak závisí změna vnitřní energie plynu na hodnotách zadaných termodynamických teplot.

Změna vnitřní energie plynu je tím větší, čím větší je rozdíl mezi spodní a horní hodnotou termodynamické teploty plynu.



Izobarický děj

Pomocí tlačítka „Nastavit parametry“ zadejte libovolné parametry izobarického děje v ideálním plynu. Potom si zobrazte tabulku hodnot a náhodně vyberte 3–5 řádků.

V každém z vybraných řádků vydělte objem V termodynamickou teplotou T . Výsledek zapište na 7 desetinných míst. Co jste zjistili o velikosti podílu V/T ? Máte-li k dispozici internet, vyhledejte pojem Izobarický děj. Zjistěte, jak se vámi nalezené pravidlo pro tento děj nazývá.

Podíl objemu plynu a jeho termodynamické teploty je při izobarickém ději neustále konstantní. Pravidlo vyjadřující tuto skutečnost se nazývá Gay-Lussacův zákon.



Adiabatický děj

Ponechte nastavení parametrů na výchozích hodnotách. Látkové množství $n = 1$ mol, počáteční tlak $p_1 = 100$ kPa, počáteční objem $V_1 = 23$ dm³ a koncový objem $V_2 = 46$ dm³.

Nyní stiskněte tlačítko „Uložit“. Nyní si prohlédněte křivku. Bod 1 je počáteční stav a bod 2 stav koncový. Došlo k adiabatickému stlačení (kompresi) nebo k adiabatickému rozpínání (expanzi)? A jak se při tom změnila termodynamická teplota?

Došlo k adiabatické expanzi. Plyn zvětšil svůj objem a tlak se snížil. Termodynamická teplota se rovněž snížila.

V předchozím úkolu jsme simulovali adiabatický děj, při němž se zvýšil objem plynu. V tabulce hodnot si můžete všimnout, že teplo při tomto ději má nulovou hodnotu. Při adiabatickém ději skutečně nedochází k tepelné výměně s okolím. Často se tak děje proto, že děj pobíhá příliš rychle. Podle 1. termodynamického zákona je pak změna vnitřní energie rovna práci, kterou plyn vykonal nebo práci, která byla plynu dodána. Pokud práci konal plyn, bude práce vykonaná plynem kladná. Pokud byla práce plynu dodána, bude záporná. Zjistěte, zda při zvýšení objemu v předchozím úkolu plyn práci konal nebo mu byla práce dodána.

Protože práce vykonaná plynem je kladná, znamená to, že práci konal plyn. Lze to určit také z toho, že plyn zvětšil svůj objem.

Proč má práce vykonaná plynem vždy opačné znaménko než změna vnitřní energie plynu?

Je to proto, že pokud plyn konal práci (adiabatická expanze), tak energii vydával. Jeho vnitřní energie tedy klesala, a proto je změna vnitřní energie záporná.

Kdyby byla práce plynu dodávána (například stlačováním plynu), tak by plyn energii přijímal a jeho vnitřní energie by rostla. Změna vnitřní energie by pak byla kladná. Lze to vyzkoušet tak, že koncový objem nastavíme menší než počáteční.