

12.2 热值

与教材不同之处

更详细描述热值的概念；更详细描述热值公式的应用；更详细描述燃烧效率概念。

什么是热值

如图 12-2-1 所示，等质量的干木柴和煤，充分燃烧后，它们放出的热量会一样吗？



图 12-2-1

经验告诉我们，等质量的煤和干木柴，充分燃烧，煤放出的热量更多，我们就说煤的放热本领强。

为了反映燃料燃烧时的放热本领，我们引入热值概念。热值越大，代表燃料完全燃烧时的放热本领越强。因此，煤的燃烧时的放热本领比木柴强，则煤的热值比木柴大。

这也说明，热值跟密度一样，是物质的一种属性。燃料种类不同，其热值大小不同，这与燃料的质量、是否完全燃料是无关的。犹如我们为了比较物质的轻重属性，曾引入密度概念。密度也是物质一种属性，与质量、体积大小无关。

但在数学上，密度大小定义为质量与体积的比值（质量、体积都不是密度的影响因素），类似的，热值的大小定义为燃料完全燃烧时放出的热量与其质量的比值（热量、质量都不是热值的影响因素）。

热值用符号 q 表示，单位是焦/千克（J/kg）。

需要强调的是，并不是所有物质都有热值概念，只有燃料才有热值概念。比如，水不是燃料，所以，水不具有热值概念。

热值大小的测定

根据热值的定义，求热值大小的公式如下：

$$\text{热值} = \frac{\text{放出的热量}}{\text{燃料质量}}$$

用符号表示为：

$$q = \frac{Q_{\text{放}}}{m}$$

其中 q 代表燃料的热值， Q 代表燃料完全燃烧时放出的热量， m 代表燃料的质量。

燃料的热值的测定方法一般是：在密闭容器中让某种燃料尽量达到完全燃烧，然后使用热量计来测量某物质完全燃烧时放出的热量。这种方法直接且准确，但需要确保燃烧过程完全，并且测量设备的精度要足够高。

经科学测定，干木柴的热值是 $1.2 \times 10^7 \text{J/kg}$ 。

它的物理意义是 1kg 的干木柴完全燃烧放出的热量是 $1.2 \times 10^7 \text{J}$ 。

常用燃料的热值见下表：

固体（单位：J/kg）		液体（单位：J/kg）		气体（单位：J/m ³ ）	
干木柴	1.2X10 ⁷	酒精	3.0X10 ⁷	煤气	4.2X10 ⁷
烟煤	2.9X10 ⁷	柴油	3.3X10 ⁷	天然气	4.4X10 ⁷
焦炭	3.0X10 ⁷	石油	4.4X10 ⁷	氢气	14.3X10 ⁷
无烟煤	3.4X10 ⁷	汽油	4.6X10 ⁷		
木炭	3.4X10 ⁷	煤油	4.6X10 ⁷		

通过表格发现，固体燃料中，无烟煤和木炭的热值较高；液体燃料中，汽油与煤油的热值较高。

气体燃料中，氢气的热值最高，所以，火箭中的助推燃料一般选用氢气。

通过表格还发现，不同的燃料，它们的热值一般是不相同的。这再次说明，热值是燃料本身的一种属性，它与燃料的种类有关。

热值公式的应用

根据公式

$$q = \frac{Q_{\text{放}}}{m}$$

可以得到一个变形公式：

$$Q_{\text{放}} = q \cdot m$$

这个公式可以帮助我们计算燃料在完全燃烧时放出的热量。

需要注意的是，对于气体燃料而言，其热值单位常会用到 J/m³，所以，计算气体燃料完全燃烧后放出的热量的公式如下：

$$Q_{\text{放}} = q \cdot V$$

例题：120 吨干木柴完全燃烧放出的热量大约是多少焦耳？

【分析】通过查热值表，我们可以知道干木柴的热值是 $1.2 \times 10^7 \text{ J/kg}$ ，为了单位统一，质量 120 吨要换成千克，我们计算热量的公式要采用是 $Q=qm$ 。

解：

$$Q_{\text{放}} = q \cdot m = 1.2 \times 10^7 \text{ J/kg} \times 1.2 \times 10^5 \text{ kg} = 1.44 \times 10^{12} \text{ J}$$

答：120 吨干木柴完全燃烧放出的热量 $1.44 \times 10^{12} \text{ J}$ 。

燃烧效率及其计算

在真实情境中，燃料燃烧时放出的热量不可能完全得到利用。例如，用煤炉烧水时，一部分热量散失到空气中，一部分传给盛水的容器和炉子。

为了反映燃料燃烧时放出的热量多大程度地被有效利用，物理学提出了燃烧效率的概念。

燃烧效率是指燃料在燃烧过程中，被吸收的有用部分的热量占燃料燃烧时放出的热量的比例。

所以，燃烧效率的公式可写成如下形式：

$$\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\%$$

例题：如图 12-2-2 所示，某同学用煤炉烧水，已知在加热过程中，水吸收的热量是 $0.725 \times 10^6 \text{ J}$ ，共消耗了 0.1kg 的烟煤天然气，请求出烧水的效率是多少？（烟煤的热值是 $2.9 \times 10^7 \text{ J/kg}$ ）

【分析】这里求解的烧水效率，其实就是指燃烧效率。在解出燃烧效率之前，我们需要先确定吸收的热量和放出的热量分别是多少。而放出的热量还需要用公式 $Q=qm$ 求解出来。



图 12-2-2

解：因为

$$Q_{\text{放}} = q \cdot m = 2.9 \times 10^7 \text{ J/kg} \times 0.1 \text{ kg} = 2.9 \times 10^6 \text{ J}$$

所以

$$\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\% = \frac{0.725 \times 10^6 \text{ J}}{2.9 \times 10^6 \text{ J}} \times 100\% = 25\%$$

答：烧水的效率是 25%。

从例题中就可以看出，煤炉的燃烧效率还是很低的，燃烧效率低会造成资源的浪费，而且由于煤炉中的煤不能完全燃烧，所以会产生大量的烟尘和有害气体，造成严重的大气污染。

为了减少空气污染，节约燃料，我们一般可采取如下措施：

- (1) 改善燃烧的条件，使燃料尽可能充分燃烧。
- (2) 尽可能减少各种热量损失。



本节我们学习的物理规律

1、什么叫热值

燃料完全燃烧时放出的热量与其质量的比值叫做热值。热值反映燃料燃烧时的放热本领。

2、与热值相关的公式

$$(1) Q_{\text{放}} = q \cdot m \quad (\text{适合固体、液体燃料})$$

$$(2) Q_{\text{放}} = q \cdot V \quad (\text{适合气体燃料})$$

3、什么是燃料效率

燃料在燃烧过程中，被吸收的有用部分的热量占燃料燃烧时放出的热量的比例。

4、节约燃料的措施：

(1) 改善燃烧的条件，使燃料尽可能充分燃烧。

(2) 尽可能减少各种热量损失。



自我检测与巩固

1、关于燃料和热值，以下说法中正确的是 ()

- A. 燃料的热值与燃料的质量无关
- B. 容易燃烧的燃料，热值一定大
- C. 煤的热值大于干木柴的热值，燃烧煤放出的热量一定比燃烧干木柴放出的热量多
- D. 为了提高锅炉的效率，一定要用热值高的燃料

2、下面说法不正确的是 ()

- A. 燃料燃烧时，将化学能转化为内能
- B. 人类使用的能量绝大部分是从燃料的燃烧中获得的
- C. 1 kg 的某种燃料燃烧时放出的热量叫做这种燃料的热值
- D. 提高燃料的利用率是节约能源的重要措施