

样题答案

得分	阅卷人

一、填空题 (0.5×24=12分)

1. 燃烧的三要素为 燃料、助燃物 和 点火源。
2. 层流火焰传播的两种理论是 热力理论 和 扩散理论。
3. 燃烧过程中的形成 NO_x 按生成机理包括 热力型、快速型 和 燃料型 三种类型，煤粉锅炉主要是控制 燃料型 NO_x 。
4. 常用的三种点燃方法 炽热物体点燃、电火花点燃、火焰点燃。
5. 煤粉锅炉常采用的低 NO_x 燃烧技术包括 空气分级、燃料分级、烟气再循环、低 NO_x 燃烧器 等；可采用的烟气净化脱硝技术包括：选择性催化还原脱硝 和 选择性非催化还原脱硝。
6. 碳燃烧反应存在的三种类型 动力燃烧区、过渡燃烧区、扩散燃烧区。
7. 按照煤在燃烧设备气流中的运动状态不同，可分为 层状燃烧、沸腾燃烧、悬浮燃烧 三种基本燃烧方式。

得分	阅卷人

二、选择题 (共计 3×10=30分)

1. 对于给定的一种煤，其化验分析结果 H_{ar} (B) H_{ad} 。
A、大于 B、小于 C、不确定
2. 管径分别为 d_1 和 d_2 两管，且 $d_1 > d_2$ ，管口流出天然气流速都为层流，速度分别为 u_1 和 u_2 ，且 $u_1 < u_2$ ，点燃后产生的扩散火焰高度分别 L_1 和 L_2 ，则其符合关系：
A、 $L_1 > L_2$ B、 $L_1 < L_2$ C、大小与 $u_1 d_1^2$ 、 $u_2 d_2^2$ 有关
3. 普通车辆若在 4000 米以上行使，因气压低，氧气稀薄，导致发动机难点火和燃烧不完全，根据电火花点燃理论和火焰传播速度理论，可燃混和气的最小点火能 (A)，火焰传播速度 (B)。
A、增大 B、减小 C、不确定

4、根据阿累尼乌斯定律，两反应的活化能 E_1 、 E_2 ，且 $E_1 > E_2$ ，同时升高温度 ΔT ，若反应速率常数 $\ln k_1$ 增大 1 倍，那么反应速率常数 k_2 增大 (B)。

A、大于 1 倍 B、小于 1 倍 C、不确定

5、对总体反应而言，当反应物浓度增加而反应速度不变时，则反应的级数是 (C)。

A、分数 B、负数 C、零

6、乙烷和空气的可燃混合物中加入 (A) 可使其层流火焰传播速度升高。

A、乙烯 B、丙烯 C、丙烷

7、煤粉炉中 1200°C 温度下直径为 100 μm 的煤燃烧状态处于 (A)。

A、动力燃烧区 B、过渡燃烧区 C、扩散燃烧区

8、常规煤粉燃烧器改用相同氧浓度的 O_2/CO_2 气氛替代空气燃煤，实际着火会 (C)。

A、不变 B、提前 C、推迟

9、混合气体层流火焰传播速度的最大值出现在 (C)。

A、过剩空气系数略大于 1 (贫燃料) B、过剩空气系数略小于 1 (富燃料)

C、过剩空气系数等于 1；

10、民用燃气灶具不能混用燃气的原因是 (C)。

A、不同燃气具有不同的输送方式 B、不同燃气具有不同的物性参数

C、不同燃气具有不同的火焰传播速度

得分	阅卷人	三、名词解释 (共计 4×4=16 分)

1. 质量作用定律

对于单相的化学基元反应，在等温下，任何瞬间的化学反应速率与该瞬间各反应物浓度的某次幂的乘积成正比。而各反应物浓度的幂次则等于该基元反应式中该反应物的化学计量系数。

或反应方程式表述： $aA + bB \rightarrow eE + fF$ 、 $w = k(A)^a(B)^b$ ， k ——反应速率常数。各反应物都为单位浓度时的反应速率。与系统的温度，反应物的物理化学性质有关，而与反应物的浓度无关。

2. 空燃比

化学恰当反应时消耗的空气—燃料质量比，其值等于 1kg 燃料完全燃烧时所需要的空气量。

$$(A/F)_{\text{stoic}} = \left(\frac{m_{\text{air}}}{m_{\text{fuel}}}\right)_{\text{stoic}} = \frac{4.76a M_{r, \text{air}}}{1 M_{r, \text{fuel}}}$$

3. 燃烧焓

1mol 的燃料与化学当量的空气混合完全燃烧，反应物和生成物都为标准状态下（温度是 298.15K，压力是 101.325kPa），反应释放出来的热量定义为燃烧焓。

4. 碳粒燃烧的直径平方-直线定律

$$\delta^2 = \delta_0^2 - K\tau$$

上式称为碳球燃烧的直径平方—直线定律。 $K = \frac{8iDC_\infty}{\rho_c}$

四、简答题（共计 22 分）

得分	阅卷人

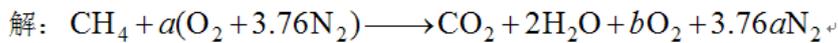
1. 煤的工业分析、元素分析分别需测定哪些内容（5 分）？

答：工业分析：水分、挥发分、固定碳、灰分质量百分含量、灰熔点、发热量、煤粉细度等。

元素分析：碳、氢、氧、氮、硫、灰分、水分质量百分含量。

2. 一台燃烧天然气的工业锅炉，运行时烟气中氧气摩尔分数为 3%（基于湿烟气），求其运行的空燃比和当量比。假定天然气全部为甲烷，且完全燃烧，甲烷分子量 16.04，空气分子量 18.85。（6 分）

已知： $X_{O_2}=0.03$ ， $MW_{fuel}=16.04$ ， $MW_{air}=18.85$



根据反应方程式氧原子守恒： $2a=2+2+2b$

即 $b=a-2$

根据烟气中氧摩尔分数为 3%，可列： $X_{O_2}=b/(1+2+b+3.76a)$ 即 $0.03=(a-2)/(1+4.76a)$

解得 $a=2.368$

空燃比： $A/F=N_{air} MW_{air}/(N_{fuel} MW_{fuel})=4.76a MW_{air}/MW_{fuel}=4.76*2.368*28.85/16.04=20.3$

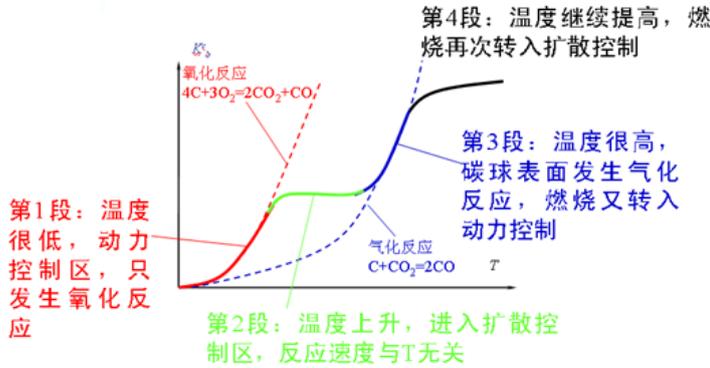
化学恰当比下， $a=2$ ，则有 $(A/F)_{stoic}=4.76*2*28.85/16.04=17.1$

$\Phi=(A/F)_{stoic}/(A/F)=17.1/20.3=0.84$

3. 什么是“三传”？分子传输定律是怎样表述的？它们的表达式如何？（牛顿粘性定律、傅立叶导热定律、费克扩散定律）什么是“三传”的比拟？（5 分）

答：动量传递、质量传递、热量传递。分子传输定律即牛顿内摩擦定律，傅里叶导热定律和 fick 扩散定律。描述动量、热量和质量的规律有相似的数学表达式（傅里叶定律型）和相似的准则数（普朗特数和施密特数、努赛尔数和舍伍德数）叫三传的比拟。

4. 图示碳球表面的 C 燃烧速度 K 与温度 T 的关系，并标示其分段区域。（6 分）



得分	阅卷人

五、综合分析题（（共计 $2 \times 10 = 20$ 分）

1. 某造纸工厂产生的造纸污泥，经干燥后水分含量 12.13%，灰分含量 39.14%，挥发分含量 43.54%，固定碳含量 14.27%，发热量 14.64kJ/kg，灰分中含有较多 Na_2CO_3 ，欲将其掺烧于煤粉锅炉中，保证锅炉出力及正常燃烧运行，需考虑哪些因素？（10 分）

答：要点：对比分析污泥和燃煤工业分析结果，可知发热量较煤低，挥发分含量高、其着火快，燃烧温度低，掺配量需考虑锅炉燃烧热平衡以及燃料输送系统，燃烧器出口温度水平及近水冷壁温度。以及灰熔点较低，对受热面的积灰粘污性。

2. 试从燃料、点燃、火焰传播和稳燃等角度分析下图 Zippo 打火机的防风原理（10 分）。

答：要点：┆

- (1) 燃料采用专用油，易燃、易渗透，挥发性好；不同于一般丁烷气体；
- (2) 采用火石或电火花点燃，并且玻璃纤维或金属丝可以作为点火源，起到稳燃和持续点燃的作用；
- (3) 燃料采用易挥发专用油，火焰传播得到强化，防风墙的开孔有利于挥发性燃气与空气混合；
- (4) 防风墙的可以避免强的空气气流吹熄火焰，且高温的玻璃纤维及金属丝起到点火源的作用。实现稳燃。