

第一章 第2节 燃烧热 能源

固原一中 柯占中

一、知识内容分析

1. 内容分析：

本课时为人教版高中化学选修4 第一章 第二节《燃烧热 能源》内容。本节（课时）教学难度并不大，主要讲述了两大部分的内容：第一部分是关于燃烧热的问题，主要是介绍了燃烧热的化学定义，为上一节反应热和热化学方程式问题作补充，为本章下一节有关反应热的计算做准备。另外燃烧热的还是描述能源物质的重要物理量，可以为我们选择合适的能源提供有用的数据，为可实现合理使用能源，充分利用能源，节约能源，减少环境污染提供相应依据。燃烧热的理解和运用是本节重难点。第二部分是关于能源，介绍了能源的主要种类（可以根据不同标准进行分类），如化石燃料、阳光、风力、流水、潮汐以及柴草等。另外就我国的能源现状进行了介绍，能源利用中的相关问题，以及为了解决能源危机而采取的相关措施。这一部分中还介绍了部分新能源，如风能、太阳能、氢能、地热能。本部分内着重培养学生课外自学能力，知道能源是人类生存和发展的重要基础，了解化学在解决能源危机中的重要作用，从而懂得节约能源、提高能量利用效率的实际意义。

2. 学情分析

在信息化时代，学生获取信息的方式趋于多元化，学生经常可以从电视、网络、报纸、图书等渠道，了解一部分关于环境污染，能源危机，新能源的知识，也具备了反应热（中和热）等相关知识。同时高二学生对事物已经有了自己独立的见解，对新事物有很好奇心的好奇心，有一定的环保意识，个性也比较鲜明，喜欢和同学一起分享自己的观点。这些都为学习本课时内容提供了较好的知识和能力基础及探究的欲望。

二、教学目标、评价目标、素养目标

1. 教学目标：

1. 通过阅读思考、讨论交流，认识燃烧热的概念，学会利用燃烧热进行有关热化学方程式正误的判断及相关的计算。
2. 通过阅读教材、查阅资料，知道能源是人类生存和社会发展的基础，能说出使用化石燃料的利与弊和新能源的开发利用对社会可持续发展的重要性。
3. 通过联系实际、问题探究，了解资源、能源、环保在当今社会的重要热点问题，树立责任意识。
4. 通过结合我国环境与能量现状的认识过程，在认识到能源的重要性的同时，知道提高能源利用效率、开发新能源的实际意义，培养节能环保意识和习惯。

2. 评价目标：

1. 理解燃烧热的定义及燃烧热的化学方程式的书写。
2. 知道能源是人类生存和社会发展的基础，知道使用化石燃料的利弊和新能源的开发。

3. 素养目标：

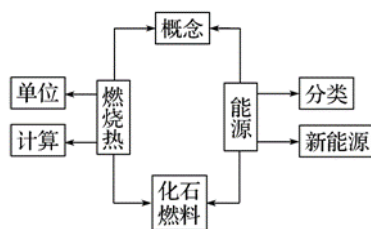
1. 科学探究与创新意识：

创设真实情景，了解不同应用情景中燃料的选择，了解化工生产路线的选择等，组织学生开展根据能量利用需求选择反应、设计能量转化路径和装置等活动，提升科学探究与创新意识。

2. 科学态度与社会责任：

了解生活和化工生产中能源的利用情况，形成科学合理利用化学反应中的能量变化的意识和能源节约意识，了解化学在解决能源危机中的重要作用，提升科学态度与社会责任。

三、主干知识结构



四、思维导图

比较项目	燃烧热	中和反应的反应热
相同点	放热反应	
能量变化	$\Delta H < 0$, 单位: $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	
ΔH	可能是1 mol, 也可能是0.5 mol	
不同点	1 mol O_2 的数量不限 298 K、101 kPa	稀溶液 中强酸跟强碱发生中和反应生成1 mol H_2O 时所释放的热量, 均约为 $57.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
反应热的含义	不同反应物, 燃烧热不同	

能源

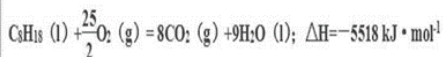
- 能源就是能提供能量自然资源, 包括化石燃料(煤、石油、天然气)、阳光、生物能、风能、地热能、海洋(潮汐)能等。
- 我国目前使用的主要能源是化石燃料, 是不能再生。
- 能源是国民经济和社会发展的重要物质基础, 它的开发和利用情况, 可以用来衡量一个国家或地区的经济发展和科学技术水平。
- 解决能源的办法是开源节流, 即开发新的能源和节约现有能源, 提高能源的利用率。
- 现在探索开发的新能源有太阳能、氢能、地热能、海洋(潮汐)能、生物能等, 新能源的主要优势是资源丰富, 可以再生, 污染少。

燃烧热 能源

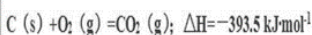
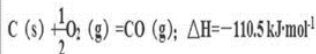
燃烧热是反应热的一种形式, 使用燃烧热的概念时要理解下列要点:

①规定是在 101 kPa 压强下测出热量。书中提供的燃烧热数据都是在 101 kPa 下测定出来的。因为压强不同, 反应热有所不同。

②规定可燃物的物质的量为 1 mol。因此, 表示可燃物的燃烧热的热化学方程式中, 可燃物的化学计量数为 1, 其他物质的化学计量数常出现分数。例如, C_3H_{18} 的燃烧热为 $5518 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 用热化学方程式表示则为



③规定生成物为稳定的氧化物。例如 $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$ 、 $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 、 $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$ 等。



C 的燃烧热为 $393.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 而不是 $110.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

④叙述燃烧热时, 用正值, 在热化学方程式中用 ΔH 表示时取负值。例如, CH_4 的燃烧热为 $890.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 而 $\Delta H = -890.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 且必须以 1 mol 可燃物燃烧为标准。

⑤要与热值概念进行区别。热值: 1g 物质完全燃烧的反应热叫该物质的热值。

五、教学重难点

重点: 燃烧热、能源类型及特点

难点: 燃烧热的概念及相关计算

六、知识清单

一、燃烧热

1. 概念

25 $^{\circ}\text{C}$ 、101 kPa 时, 1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量。单位: $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

2. 意义

例如: C_2H_2 的燃烧热为 $1\ 299.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 表示在 25 $^{\circ}\text{C}$ 、101 kPa 时, 1 mol C_2H_2 完全燃烧生成 CO_2 和液态水时放出 1 299.6 kJ 的热量。

二、能源

1. 定义

能提供能量的自然资源, 它包括化石燃料、阳光、风力、流水、潮汐以及柴草等。

2. 类型及特点

(1) 化石燃料

①种类: 煤、石油、天然气。

- ②缺点 { a. 蕴藏量有限、不能再生
b. 利用率低
c. 污染环境，特别是会造成酸雨和温室效应

- ③解决燃料枯竭的措施 { a. 提高燃料利用率
b. 节约现有能源
c. 开发新能源

(2) 新能源

- ①类型：太阳能、氢能、地热能、风能、海洋能和生物质能等。
②特点：资源丰富，可以再生，没有污染或很少污染。

3. 地位

能源是国民经济和社会发展的重要物质基础，它的开发和利用情况可以衡量一个国家和地区的经济发展和科学技术水平。

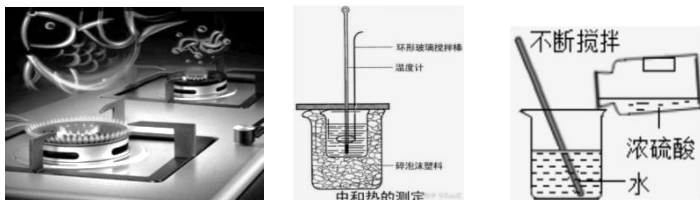
七、教学流程

【学习任务1】燃烧热

【思考1】(1) 阅读教材 P7 第一自然段内容，思考反应热有哪些类型？

【交流】反应热根据反应的情况不同，可分为燃烧热、中和热、溶解热等。

【投影】



【思考】(2) 阅读教材 P7 第二自然段内容，回答燃烧热的定义及意义是什么？

【交流1】①定义：在 25 °C、101 kPa 时，1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量，叫做该物质的燃烧热。单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【强调1】a. 条件：25°C，101kPa 时；

【强调2】b. 可燃物的用量：1mol ；

【强调3】c. 生成稳定的氧化物指 C 完全燃烧应生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ ， H_2 燃烧生成 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ，S 燃烧生成 $\text{SO}_2(\text{g})$ ， CH_4 燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 等；

【强调4】d. 单位： kJ/mol ；

【交流2】②特点：物质燃烧一定放出热量，用 ΔH 表示时，一定为负值

【交流3】③意义：甲烷的燃烧热为 $890.31 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，或 $\Delta H = -890.31 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，它表示 25 °C、101 kPa 时，1 mol CH_4 完全燃烧生成 CO_2 和液态 H_2O 时放出 890.31 kJ 的热量。

【讨论1】(1) 什么是“1 mol 纯物质”？怎样理解“生成稳定的氧化物”？

【交流1】①1 mol 纯物质是指 1 mol 的纯净物，可以是单质，也可以是化合物。

【交流2】②首先必须是完全燃烧的产物，即不能再燃烧的物质。其次该产物在 25 °C、101 kPa 时能稳定存在，一般地，完全燃烧时，下列元素要生成对应的氧化物： $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 、 $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$ 。 $\text{C} \rightarrow \text{CO}(\text{g})$ 是不完全燃烧，而 $\text{S} \rightarrow \text{SO}_3$ 不是燃烧产物，在 $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 中生成的水为液态，不能是气态(不能稳定存在)。

【讨论2】(2) 研究物质燃烧热的有何意义？

【交流】了解化学反应完成时产生热量的多少，以便更好地控制反应条件，充分利用能源。

【讨论3】(3) 阅读教材 P7 表 1-1 中一些物质的燃烧热数据，回答燃烧热数据对生产、生活有什么实际意义？

选修4：第一章 化学反应与能量

【交流】在生产和生活中，可根据物质的燃烧热的数据、燃料的储量、开采、储存的条件、价格、对生态环境的影响等综合考虑来选择燃料。如甲烷、乙烷、丙烷、甲醇、乙醇、氢气的燃烧热值均很高，它们是不同的燃料。

【问题探究】(1) 表示燃烧热的热化学方程式与一般的热化学方程式有何区别？

【交流】书写表示燃烧热的热化学方程式时，可燃物系数必须为 1 mol，其余可出现分数，且 ΔH 一定小于 0；书写一般的热化学方程式时，各物质的系数不做要求， ΔH 也可能为正数，也可能为负数。

【问题探究 2】(2) 燃烧热与反应热有何区别与联系？

【交流 1】①. 反应热包括燃烧热，燃烧热是反应热的一种形式；

【交流 2】②. 由于物质的燃烧是放热反应，故其 $\Delta H < 0$ ，而反应热也可大于 0，也可小于 0；

【交流 3】③物质的燃烧热是定值，而物质的反应热随化学方程式的写法不同而数值不同；

【交流 4】④测量物质的燃烧热时只在 25℃、101kPa 的条件下进行，而测量物质的反应热时条件不规定，但除“25℃、101kPa”的条件外，其他条件时要注明。

【问题探究 3】(3) 燃烧热和中和热的区别与联系？

		燃烧热	中和热
相同点	能量变化	放热反应	
	ΔH 及其单位	$\Delta H < 0$ ，单位均为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	
不同点	反应物的量	1 mol	不一定为 1 mol
	生成物的量	不确定	生成水的量为 1 mol
	反应热的含义	25℃、101 kPa 时，1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量	在稀溶液里，酸与碱发生中和反应生成 1 mol 水时所放出的热量
	表示方法	燃烧热为 $a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 $\Delta H = -a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	中和热为 $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【问题探究 4】(4) 如何计算物质的燃烧热？书写或判断表示燃烧热的热化学方程式时要注意哪些问题？

【交流 1】①由燃烧热定义可知：101 kPa 时，可燃物完全燃烧产生的热量 = 可燃物的物质的量 × 其燃烧热，即 $Q_{\text{放}} = n(\text{可燃物}) \times |\Delta H|$ ；或变换一下求物质的燃烧热： $\Delta H = -\frac{Q_{\text{放}}}{n \text{ 可燃物}}$ 。此公式中的 ΔH 是指物质的燃烧热，而不是指一般反应的反应热。

【交流 2】②书写或判断表示燃烧热的热化学方程式时要做到“四看”：一看可燃物的化学计量数是否为 1；二看碳元素完全燃烧生成的氧化物是否为 $\text{CO}_2(\text{g})$ ；三看氢元素完全燃烧生成的氧化物是否为 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ；四看 ΔH 是否为“一”及单位是否正确。

【典例 1】下列说法中正确的是()

- A. 物质燃烧放出的热量是燃烧热
- B. 1 mol C 燃烧生成 CO 时放出的热量就是 C 的燃烧热
- C. 1 mol H_2 燃烧生成水时放出的热量是 H_2 的燃烧热

选修4：第一章 化学反应与能量

D. 相同条件下, 1 mol $\text{H}_2\text{O}(l)$ 完全分解吸收的热量与 H_2 、 O_2 化合生成 1 mol $\text{H}_2\text{O}(l)$ 放出的热量值相等

【答案】D

【解析】燃烧热是指在 25 °C、101 kPa 下, 1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时放出的热量, 显然 A 项错误; B 项中碳燃烧生成的稳定化合物应为 CO_2 , 错误; C 项中 H_2 燃烧时的条件及生成水的状态不确定, 1 mol H_2 燃烧生成水放出的热量不一定是 H_2 的燃烧热, 故错误; 根据能量守恒定律可知 D 项正确。

【典例 2】下列热化学方程式中的反应热下划线处表示燃烧热的是()

- A. $\text{NH}_3(g) + 5/4\text{O}_2(g) = \text{NO}(g) + 6/4\text{H}_2\text{O}(g)$ $\Delta H = \underline{-a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$
B. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(s) + 6\text{O}_2(g) = 6\text{CO}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta H = \underline{-b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$
C. $2\text{CO}(g) + \text{O}_2(g) = 2\text{CO}_2(g)$ $\Delta H = \underline{-c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$
D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(l) + 1/2\text{O}_2(g) = \text{CH}_3\text{CHO}(l) + \text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta H = \underline{-d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$

【答案】B

【解析】A 项, 水为气态, 故错; C 项, 可燃物 $\text{CO}(g)$ 为 2 mol, 故错; D 项, $\text{CH}_3\text{CHO}(l)$ 不是稳定氧化物, 故错。

【典例 3】已知 3.0 g 乙烷在常温下完全燃烧放出的热量为 155.98 kJ, 则表示乙烷燃烧热的热化学方程式是()

- A. $2\text{C}_2\text{H}_6(g) + 7\text{O}_2(g) = 4\text{CO}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(g)$ $\Delta H = -3 \ 119.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $\text{C}_2\text{H}_6(g) + 5/2\text{O}_2(g) = 2\text{CO}(g) + 3\text{H}_2\text{O}(g)$ $\Delta H = -1 \ 559.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $\text{C}_2\text{H}_6(g) + 7/2\text{O}_2(g) = 2\text{CO}_2(g) + 3\text{H}_2\text{O}(g)$ $\Delta H = -1 \ 559.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $\text{C}_2\text{H}_6(g) + 7/2\text{O}_2(g) = 2\text{CO}_2(g) + 3\text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta H = -1 \ 559.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【答案】D

【解析】由于燃烧热的热化学方程式应以 1 mol 燃料为标准书写且生成的水为液态, 故 A 项不符合题意; B 中的燃烧产物 CO 不是 C_2H_6 完全燃烧后的稳定氧化物, H_2O 的状态不应为气态而应为液态; 常温下水为液态, 则 C 错误。

【学习任务 2】能源

【思考】: 阅读教材 P8 内容, 思考能源的定义、类型及作用分别是什么?

【交流 1】(1) 能源就是能提供能量的自然资源, 包括化石燃料(煤、石油、天然气—蕴藏量有限, 不能再生, 利用率低, 污染环境。)和新能源(太阳能、氢能、风能、地热能、海洋能、生物质能—它们资源丰富, 可以再生, 没有污染或很少污染)等。

【交流 2】(2) 能源是国民经济和社会发展的物质基础, 它的开发和利用情况, 可用来衡量一个国家或地区的经济发展和科学技术水平。

【讨论 1】(1) 能源是如何分类的? 完成下表内容。

【投影】

分类依据	种类	举例
来源	来自太阳辐射的能量	太阳能、煤、石油、天然气、生物质能、风能
	来自地球内部的能量	地热能、核能、水能
	来自天体引力的能量	潮汐能

选修4：第一章 化学反应与能量

转换过程	一次（级）能源	太阳能、煤、石油、天然气、生物质能、风能等
	二次（级）能源	石油制品、煤气、电能、酒精等
利用历史	常规能源	煤、石油、天然气、水能等
	新能源	太阳能、风能、地热能、核能、氢能、生物质能
性质	可再生能源	太阳能、风能、水能、生物质能等
	不可再生能源	煤、石油、天然气、核能

【讨论2】（2）结合教材 P8 中“资料卡片”内容，思考我国能源的现状怎样？

【交流1】①目前使用的主要能源是化石燃料；

【交流2】②我国的能源储量有限，且不能再生，最终将会枯竭；

【交流3】③我国的人均能源拥有量（已探明）：煤 1100 亿吨，占世界人均值的 1/2，石油 32.6 亿吨，占世界人均值 1/10；

【交流4】④近年来我国能源的总消费量与人均消费量情况（见教材 P8 图 1-4）。

中国能源利用结构（%）



2015 年我国能源消费结构图：

【问题探究1】（1）如何解决我国的能源危机问题？

【交流1】①开源节流，提高能源的利用率。调节和优化能源结构，降低燃煤在能源结构中的比率，节约油气资源，加大科技投入，提高管理水平，改善开采、运输、加工等各个环节，科学地控制燃烧反应，使燃料充分燃烧，提高能源利用率。

【交流2】②开发太阳能、燃料电池、风能和氢能等最有希望的新能源。这些新能源资源丰富，可以再生，在使用时对环境几乎没有污染，很可能成为未来的主要能源。

【问题探究2】（2）石油资源总有一天会枯竭，现在就应该寻求相应的措施。目前已使用甲醇、乙醇作为汽油的替代品，这样做的好处是什么？

【交流】化石燃料蕴藏量有限，不能再生，最终将会枯竭，因此现在就应该寻求应对的措施。措施之一就是用水醇、乙醇替代汽油，农牧业废料、高产作物（如甘蔗、高粱、甘薯、玉米等）、速生树木（如赤杨、刺槐、桉树等），经过发酵或高温热分解就可以制造甲醇或乙醇。由于上述制造甲醇、乙醇的原料是生物质，可以再生，一次用甲醇、乙醇代替汽油是应对能源危机的一种有效措施。

【问题探究3】（3）用氢气作燃料有什么优点？在当今的技术条件下有什么问题？它的发展前景如何？

【交流】氢气是最轻的燃料，而且单位质量的燃烧热值最高，因此它是优异的火箭燃料，再加上无污染，氢气自然也是运输工具的优秀燃料。在当前，有氢气作燃料尚有困难，意识氢气易燃、易爆，极易泄露，不便于贮存、运输，二是制造氢气尚需电力或别的化石燃料，成本高。如果用太阳能和水廉价地制取氢气的技术能够突破，则氢气能源将具有广阔的发展前景。

【问题探究4】（4）科学家发现海底存在大量水合甲烷，请你谈谈甲烷燃料开发的前景。

选修4：第一章 化学反应与能量

【交流】甲烷是一种优质的燃料，它存在于天然气中。已探明的天然气矿藏有限，这是人们所担心的。现已发现海底存在大量水合甲烷，其储量约是已探明的化石燃料的2倍。如果找到了适用的开采技术，将大大缓解能源危机。

【问题探究5】(5)城市家用燃料使用气体燃料比使用煤、煤球等固体燃料有什么好处？

【交流】首先，因气体易扩散，故气体燃料与空气混合充分，容易发生完全燃烧，与固体燃料相比有较高的能量利用率。其次，气体燃料便于管道运输、使用方便（易点燃、易熄灭）、无渣无尘、清洁卫生。第三，固体煤中含有硫、氮等杂质，直接燃煤，会产生大量二氧化硫、氮氧化物（NO_x）、粉尘，造成大气污染，住宅环境、居室空气的污染则更严重。

【拓展探究】结合教材P9页“科学视野”，思考开发和利用新能源的优缺点有哪些？

【交流1】(1)太阳能

【板书】优点：能量巨大，清洁无污染，无需开采运输。

【板书】缺点：能量密度低收集难。受季节、气候、纬度等影响。

【投影】

太阳能电池计算器 太阳能电池汽车

【交流2】(2)氢能

【板书】优点：燃烧热值高，资源丰富，无毒，无污染。

【板书】缺点：储存、运输困难，以水为原料制氢的技术难关。

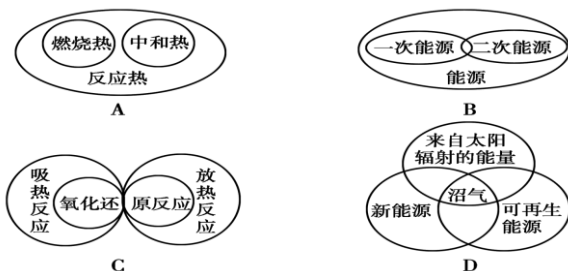
【交流3】(3)地热能：蕴量丰富，相当于煤储量的1.7亿倍。用于发电、温室、育种、采暖等方面。

【交流4】(4)风能：风能能量巨大。但风能具有不稳定性，受地区、季节、气候影响甚大。



【投影】

【典例1】下列图示关系不正确的是()



【答案】B

【解析】燃烧热和中和热均属于反应热，二者是并列关系，A项正确；一次能源和二次能源是并列关系，而非交叉关系，B项错误；氧化还原反应既有放热反应又有吸热反应，非氧化还原反应也是既有放热反应又有吸热反应，C项正确；根据能源的分类及关系可知，D项正确。

【典例2】当前世界范围内都在积极发展新能源和可再生能源，走可持续发展道路。下列有关做法跟此无关的是()

A. 将氢气、酒精设计成燃料电池，是因为燃料电池具有较高的能量利用率，同时氢气、酒精等燃料可再生

B. 大力开发丰富的煤炭资源，并将煤进行气化处理，提高煤的综合利用率，可减少石油的依赖

选修4：第一章 化学反应与能量

C. 开发和利用太阳能、生物质能、风能等，如在我国西部和沿海地区兴建太阳能、风力发电站等

D. 合理开发利用海底可燃冰有助于缓解化石能源紧缺

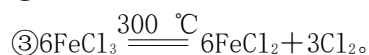
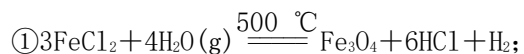
【答案】B

【解析】煤、石油均属于化石燃料，它们不属于新能源和可再生能源，故B错误。

【典例3】能源是人类生存和发展的重要支撑因素。常规能源(煤、石油、天然气等)日益减少，促使人们去研究能源的利用率和新能源(如太阳能、氢能、核能等)的开发。

(1) 我国目前最主要的能源品种是_____，能源利用中存在的主要问题有_____。

(2) 某些科学家对以下3个化学反应很感兴趣：



科学家想利用上述反应来制取的一种很有意义的物质是_____，该物质作为燃料的优点有_____、_____、_____。

【答案】 (1) 煤 人均能源占有量小，能源利用率低，单位产值能耗高(答案合理即可) (2) H_2 燃烧热值高 无污染 资源丰富

八、课后反思：