

科目/題號：193009/1

一部處於燃料週期中期的核子反應器以 75% 功率運轉，其徑向功率分佈於爐心中央達到尖峰。所有控制棒完全抽出且採手動控制。

所有控制棒除非另有註明，否則仍維持完全抽出下，下列何者將造成最高穩態徑向尖峰(或熱通道)因數減少？

- A. 汽機負載/反應器功率減少 20%。
- B. 位於爐心邊緣的控制棒掉入爐心。
- C. 反應器冷卻水系統的硼濃度減少 10 ppm。
- D. 反應器以 75% 功率連續運轉三個月後。

答案：D.

科目/題號：193009/2

一部處於燃料週期初期的核子反應器以 80% 功率運轉。所有控制棒均完全抽出且採手動控制。緩和劑溫度係數為負。爐心軸向功率分佈於爐心中間平面下方達到尖峰。

下列何者將導致爐心最高軸向尖峰(或熱通道)因數顯著減少？(假設運轉員沒有採取後續動作，除非另有指明，否則主汽機負載和爐心氙毒分佈維持不變)

- A. 一組控制棒組插入 10%。
- B. 一根控制棒完全插入爐心。
- C. 汽機負載/反應器功率減少 20%。
- D. 反應器冷卻水系統硼濃度減少 50 ppm。

答案：C.

科目/題號：193009/3

一部處於燃料週期初期的核子反應器以 80% 功率運轉。所有控制棒均完全抽出且採手動控制。緩和劑溫度係數為負。

下列何者將導致爐心最高軸向尖峰因數增加？(假設運轉員沒有採取後續動作，除非另有指明，否則主汽機負載和爐心氫毒分佈維持不變)

- A. 一組控制棒組插入 10%。
- B. 功率維持一個月不變。
- C. 汽機負載/反應器功率減少 20%。
- D. 反應器冷卻水系統硼濃度增加 50 ppm。

答案：A.

科目/題號：193009/4

一部壓水式反應器(PWR)爐心由 50,000 根燃料棒構成；每根燃料棒的有效長度為 12 ft。爐心產生 1,800 MW 的熱能。如果核能熱通率熱通道因數 $F_Q(z)$ (又稱為總爐心尖峰因數)為 2.0，爐心中最高局部線性功率密度為多少？

- A. 4.5 kW/ft
- B. 6.0 kW/ft
- C. 9.0 kW/ft
- D. 12.0 kW/ft

答案：B.

科目/題號：193009/5

一部壓水式反應器(PWR)爐心由 50,000 根燃料棒構成；每根燃料棒的有效長度為 12 ft。爐心產生 1,800 MW 的熱能。如果核能熱通率熱通道因數 $F_Q(z)$ (又稱為總爐心尖峰因數)為 1.5，爐心中最高局部線性功率密度為多少？

- A. 4.5 kW/ft
- B. 6.0 kW/ft
- C. 9.0 kW/ft
- D. 12.0 kW/ft

答案：A.

科目/題號：193009/6

最高功率密度(kW/ft)的功率限制基礎是.....

- A. 確保燃料完整
- B. 防止氫振盪
- C. 允許燃料丸的製造偏差
- D. 防止核沸騰

答案：A.

科目/題號：193009/7

如果核子反應器於爐心熱限值內運轉，則.....

- A. 電廠熱效率為最佳化。
- B. 確保燃料護套完整。
- C. 防止壓力熱震。
- D. 反應爐槽熱應力將降至最低。

答案：B.

科目/題號：193009/8

規定 2,200°F 最高尖峰燃料護套溫度限值的原因是.....

- A. 2,200°F 約較燃料護套熔化溫度低 500°F。
- B. 溫度高於 2,200°F 時，鋁合金－蒸汽反應速率顯著增加。
- C. 護套溫度高於 2,200°F，則相對的燃料中央溫度將高於燃料熔點。
- D. 溫度高於 2,200°F 時，鋁合金的熱傳導係數迅速降低。

答案：B.

科目/題號：193009/9

正常運轉期間，下列何者能確保燃料護套完整？

- A. 一次系統釋壓閥
- B. 限制爐心旁通水流
- C. 二次系統釋壓閥
- D. 於爐心熱限值內運轉

答案：D.

科目/題號：193009/10

下列何者能確保燃料護套獲得最高完整性？

- A. 始終以低於 110%反應器冷卻水系統設計壓力的條件運轉。
- B. 反應器發生事故時，啟動反應器保護系統。
- C. 確保實際熱通率始終少於臨界熱通率。
- D. 確保在所有運轉條件下，均以高於臨界熱通率的條件運轉。

答案：C.

科目/題號：193009/11

運用核子反應器爐心尖峰(或熱通道)因數來建立反應器最大功率，就能在大多數已分析的暫態(analyzed transient)和異常狀況時，限制燃料丸溫度以防範_____，並限制燃料護套溫度以防止_____。

- A. 燃料丸熔化；燃料護套熔化
- B. 燃料丸過度膨脹；燃料護套熔化
- C. 燃料丸熔化；燃料護套過度氧化
- D. 燃料丸過度膨脹；燃料護套過度氧化

答案：C.

科目/題號：193009/12

建立核子反應器熱限值的目的為何？

- A. 確保反應器燃料的完整。
- B. 防止超過反應爐槽機械限值。
- C. 將爐心兩端的冷卻水溫升高值降至最低。
- D. 制訂控制棒插入限值。

答案：A.

科目/題號：193009/13

熱限值乃用以保護核子反應器爐心，在何種電廠運轉情況下可保護民眾：

- A. 只有在正常運轉。
- B. 只有在正常與異常運轉。
- C. 只有在正常、異常與假想事故運轉。
- D. 正常、異常、假想與非假想事故運轉(unpostulated accident operations)。

答案：C.

科目/題號：193009/14

下列何者為2200°F最大燃料護套溫度限制的基準？

- A. 鋁合金之材料強度在溫度2200°F以上會快速降低。
- B. 反應爐槽在正常運轉壓力時，護套溫度2200°F代表已超過臨界熱通率。
- C. 溫度大於2200°F時，會使鋁合金-水反應速率變得顯著。
- D. 2200°F大約比燃料護套熔化溫度低500°F。

答案：C.

科目/題號：193009/15

設計線性功率密度熱限值的用意，在於核能電廠正常運轉時防止_____熔化；此限值端視軸向與徑向尖峰因數而定，其中的_____尖峰因數一般最具限制性。

- A. 燃料護套；軸向
- B. 燃料護套；徑向
- C. 燃料丸；軸向
- D. 燃料丸；徑向

答案：D.

科目/題號：193009/16

一部核子反應器歷經冷卻水流失事故。由於爐心冷卻不足，導致在事故發生一小時後，出現下列爐心溫度：

90%燃料護套維持在1800°F以下

10%燃料護套超過1800°F

5%燃料護套超過2000°F

0.5%燃料護套達到2200°F

0.0%燃料護套超過2200°F

燃料中央尖峰溫度為4650°F

若直接從爐頂注入緊急冷卻水，使上述燃料與護套溫度狀況，於往後24小時維持不變，將發生下列何者不利之結果？

- A. 反應爐內出現爆炸性氫氣濃度。
- B. 反應器圍阻體廠房內出現爆炸性氫氣濃度。
- C. 燃料丸與燃料護套熔化而釋放出放射性分裂產物。
- D. 燃料護套破裂而釋放出放射性分裂產物。

答案：D.

科目/題號：193009/17

關於一段燃料棒，已知下列爐心初始參數：

$$\text{功率密度} = 3 \text{ kW/ft}$$

$$T_{\text{coolant}} = 579^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{fuel centerline}} = 2,400^{\circ}\text{F}$$

反應器功率增加，同一段燃料棒的爐心現有參數如下：

$$\text{功率密度} = 5 \text{ kW/ft}$$

$$T_{\text{coolant}} = 590^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{fuel centerline}} = ?^{\circ}\text{F}$$

假設沒有發生沸騰，冷卻水流率維持不變，新的穩定 $T_{\text{fuel centerline}}$ 為多少？

A. 3,035°F

B. 3,614°F

C. 3,625°F

D. 4,590°F

答案：C.

科目/題號：193009/18

下列何者為2200°F之最大燃料護套溫度限制的基準？

- A. 2200°F大約比燃料護套熔化溫度低500°F。
- B. 溫度大於2200°F會使鋁合金-蒸汽反應速率顯著增加。
- C. 若燃料護套溫度達到2200°F，則變態沸騰(transition boiling)(偏離核沸騰)即將開始。
- D. 溫度大於2200°F時，燃料丸與燃料護套會發生過度差膨脹。

答案：B.

科目/題號：193009/19

請參照下圖中，處於爐心壽命初期的燃料棒與冷卻水流通道。

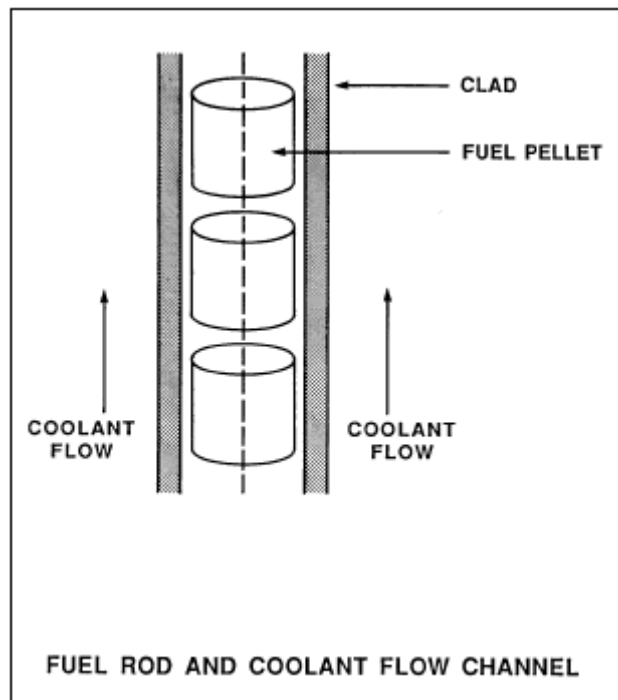
已知下列初始爐心參數：

$$\begin{aligned} \text{反應器功率} &= 100\% \\ T_{\text{coolant}} &= 500^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 3,000^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

在爐心壽命末期，若燃料對冷卻水之總熱傳導係數增加一倍，則燃料中央溫度將為多少？(假設反應器功率維持不變)

- A. 2,000°F
- B. 1,750°F
- C. 1,500°F
- D. 1,250°F

答案：B.



科目/題號：193009/20

在燃料棒結構中，燃料丸與護套的間隙是設計用以……

- A. 減少燃料丸塌陷(slump)。
- B. 反射分裂中子。
- C. 增加熱傳率。
- D. 降低護套內部應變。

答案：D.

科目/題號：193009/21

請參照下圖中，處於爐心壽命初期的燃料棒與冷卻水流通道。

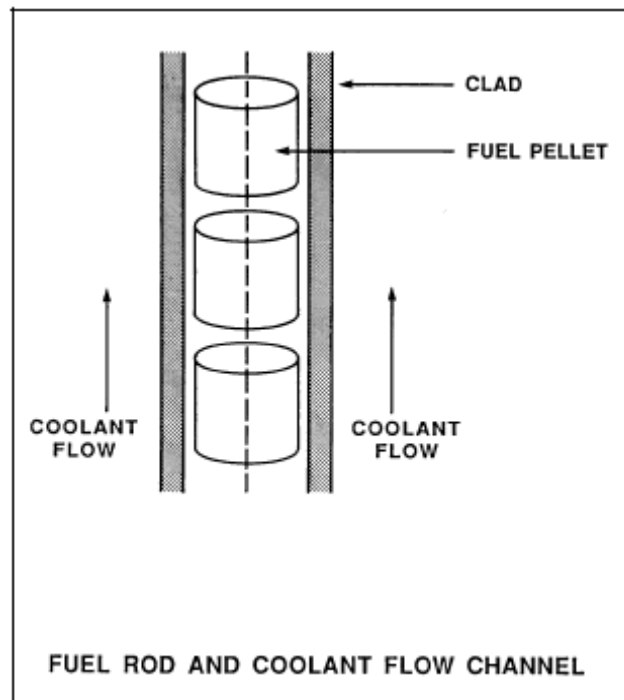
已知下列初始爐心參數：

$$\begin{aligned} \text{反應器功率} &= 100\% \\ T_{\text{coolant}} &= 500^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 2,500^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

在爐心壽命末期，若燃料對冷卻水之總熱傳導係數增加一倍，則燃料中央溫度將是下列何者？(假設反應器功率維持不變)

- A. 1,000°F
- B. 1,250°F
- C. 1,500°F
- D. 1,750°F

答案：C.



科目/題號：193009/22

一部核子反應器以 80% 功率運轉，所有控制棒完全抽出。相較於將一根控制棒插入 50%，若把一組控制棒組插入 50%，將導致軸向尖峰熱通道因數增加_____，徑向尖峰熱通道因數增加_____ (假設反應器功率維持不變)。

- A. 較大；較小
- B. 較大；較大
- C. 較小；較小
- D. 較小；較大

答案：A.

科目/題號：193009/23

請參照下圖中，處於爐心壽命初期的燃料棒與冷卻水流通道。

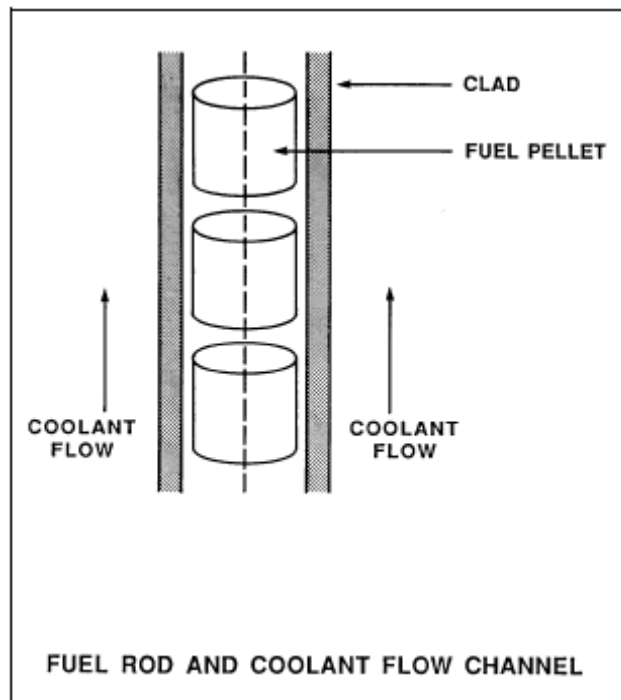
已知下列初始爐心參數：

$$\begin{aligned} \text{反應器功率} &= 100\% \\ T_{\text{coolant}} &= 500^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 2,700^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

在爐心壽命末期時，若燃料對冷卻水的總熱傳導係數增加一倍，則燃料中央溫度將是下列何者？(假設反應器功率維持不變)

- A. 1,100°F
- B. 1,350°F
- C. 1,600°F
- D. 1,850°F

答案：C.



科目/題號：193009/24

一部核子反應器以 80% 功率運轉，所有控制棒完全抽出。相較於將一組控制棒組插入 50%，若把一根控制棒插入 50%，將導致軸向尖峰熱通道因數增加_____，徑向尖峰熱通道因數增加_____ (假設反應器功率維持不變)。

- A. 較大；較小
- B. 較大；較大
- C. 較小；較小
- D. 較小；較大

答案：D.

科目/題號：193009/25

相較於爐心壽命初期(BOL)，在爐心壽命末期(EOL)時，燃料對冷卻水的熱傳導係數如何？

- A. 在EOL時較小，因為燃料丸密化。
- B. 在EOL時較小，因為填充氣體被分裂產物氣體污染。
- C. 在EOL時較大，因為燃料丸與護套間的間隙縮小。
- D. 在EOL時較大，因為燃料丸與冷卻水之間的溫差較大。

答案：C.

科目/題號：193009/26

請參照下圖中，處於爐心壽命初期的燃料棒與冷卻水流通道。

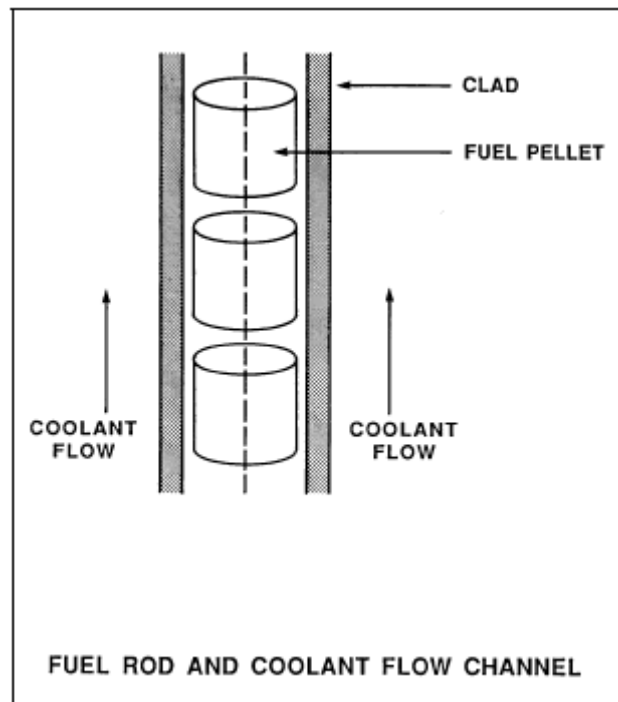
已知下列初始爐心參數：

$$\begin{aligned} \text{反應器功率} &= 60\% \\ T_{\text{coolant}} &= 540^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 2,540^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

在爐心壽命末期時，若燃料對冷卻水的總熱傳導係數增加一倍，則燃料中央溫度將是下列何者？(假設反應器功率維持不變)

- A. 1,270°F
- B. 1,370°F
- C. 1,440°F
- D. 1,540°F

答案：D.



科目/題號：193009/27

相較於爐心壽命末期(EOL)，對一在爐心壽命初期(BOL)的燃料元件而言，燃料對冷卻水之熱傳導係數將如何？

- A. 在BOL時較大，因為燃料丸密度較高。
- B. 在BOL時較大，因為填充氣體被分裂產物氣體污染的程度較低。
- C. 在BOL時較小，因為燃料丸與護套間間隙較大。
- D. 在BOL時較小，因為燃料棒表面的腐蝕膜較小。

答案：C.

科目/題號：193009/28

請參照下圖中，處於爐心壽命初期的燃料棒與冷卻水流通道。

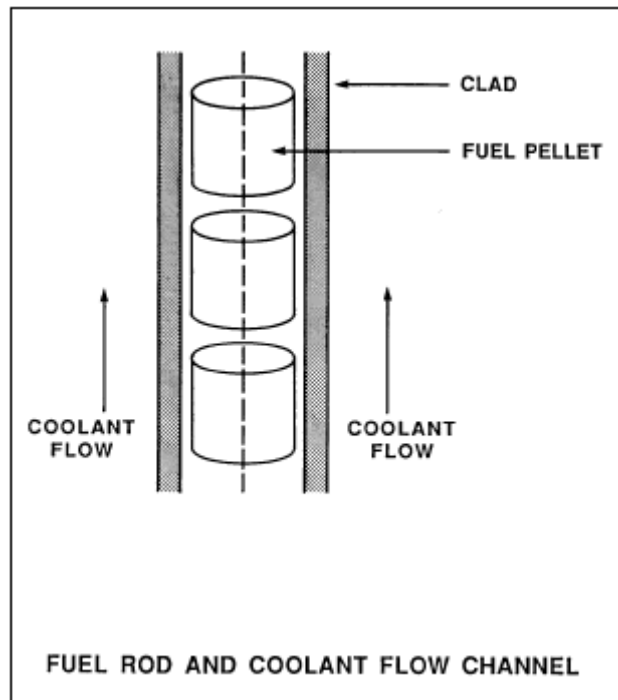
已知下列初始爐心參數：

$$\begin{aligned} \text{反應器功率} &= 60\% \\ T_{\text{coolant}} &= 560^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 2,500^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

在燃料週期末期，若燃料對冷卻水的總熱傳導係數增加一倍，則燃料中央溫度將是下列何者？(假設反應器功率維持不變)

- A. 1,080°F
- B. 1,250°F
- C. 1,530°F
- D. 1,810°F

答案：C.



科目/題號：193009/29

請參照下圖中，處於爐心壽命初期的燃料棒與冷卻水流通道。

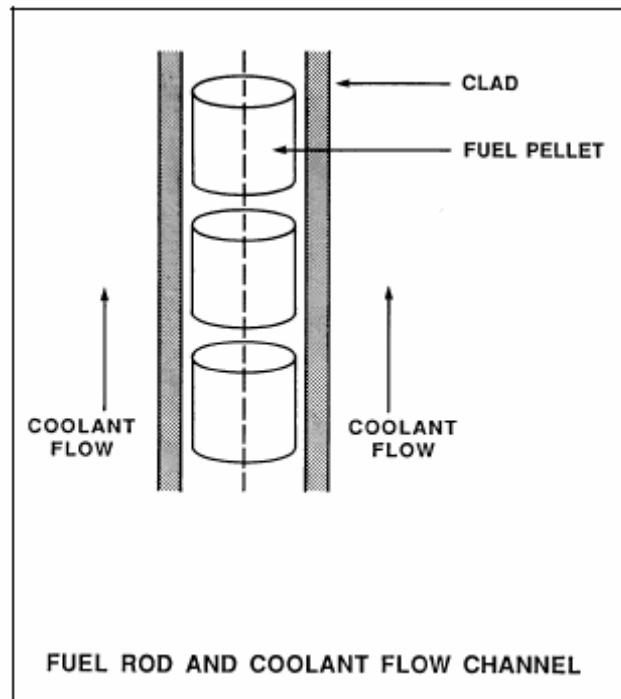
此核子反應器停機時，具有下列參數值：

$$\begin{aligned} T_{\text{coolant}} &= 320^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 780^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

爐心壽命末期時，若燃料對冷卻水的總熱傳導係數增加一倍，在冷卻水溫度與反應器衰變熱不變下，則燃料中央溫度為多少？

- A. 550°F
- B. 500°F
- C. 450°F
- D. 400°F

答案：A.



科目/題號：193009/30

一部核子反應器以 80% 功率穩態運轉，爐心功率分佈於爐心中央達到徑向和軸向尖峰。利用反應器冷卻水的硼濃度變化以維持 T_{ave} 不變，控制棒位沒有變化。

假設忽略分裂產物毒素分佈的任何改變，在往後三個月內，最高徑向尖峰因數將_____，最高軸向尖峰因數將_____。

- A. 增加；減少
- B. 增加；增加
- C. 減少；減少
- D. 減少；增加

答案：C.

科目/題號：193009/31

請參照下圖中的燃料棒與冷卻水流通道。

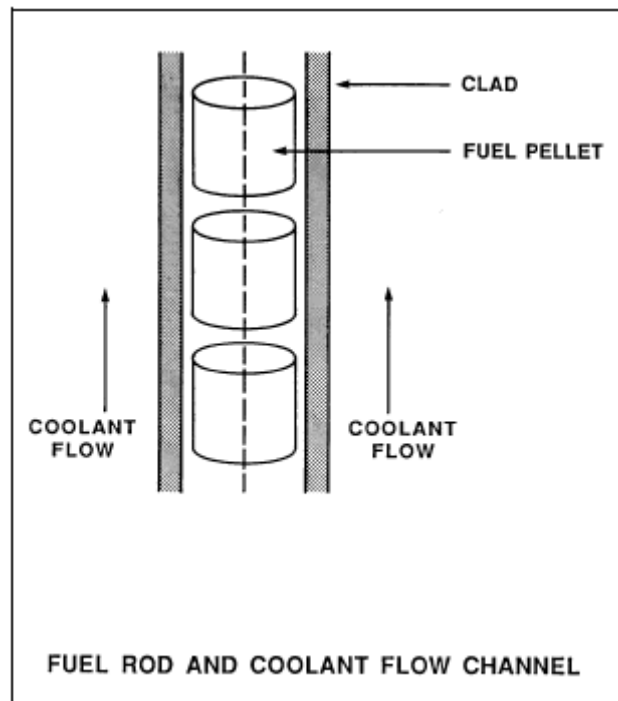
此核子反應器於燃料週期初期停機，並具有下列平均參數值：

$$\begin{aligned} T_{\text{coolant}} &= 440^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 780^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

若燃料對冷卻水的總熱傳導係數在整個爐心壽命期間增加一倍，在冷卻水溫度與反應器衰變熱不變下，燃料週期末期的燃料中央溫度為何？

- A. 610°F
- B. 580°F
- C. 550°F
- D. 520°F

答案：A.



科目/題號：193009/32

請參照下圖中，處於爐心壽命初期的燃料棒與冷卻水流通道。

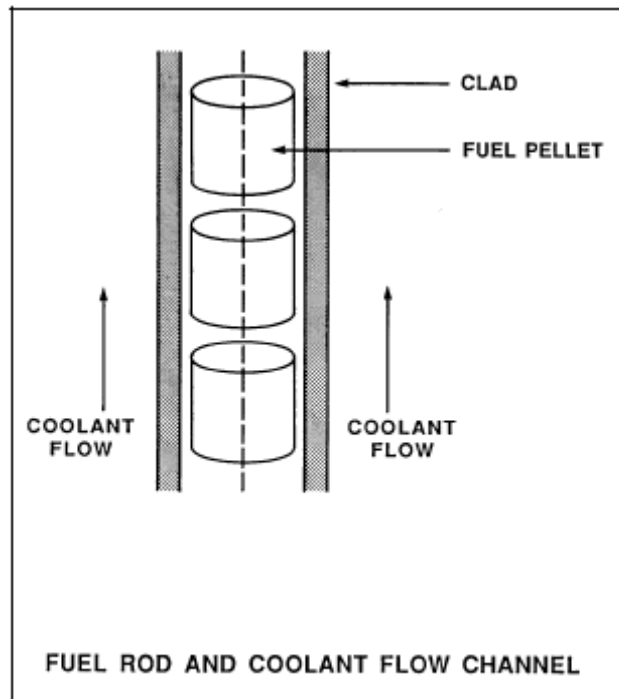
已知下列初始爐心參數：

$$\begin{aligned} \text{反應器功率} &= 50\% \\ T_{\text{coolant}} &= 550^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 2,750^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

在爐心壽命末期時，若燃料對冷卻水之總熱傳導係數增加一倍，則燃料中央溫度將是下列何者？(假設反應器功率與 T_{coolant} 維持不變)

- A. $1,100^{\circ}\text{F}$
- B. $1,375^{\circ}\text{F}$
- C. $1,525^{\circ}\text{F}$
- D. $1,650^{\circ}\text{F}$

答案：D.



科目/題號：193009/33

請參照下圖的燃料棒與冷卻水流通道。

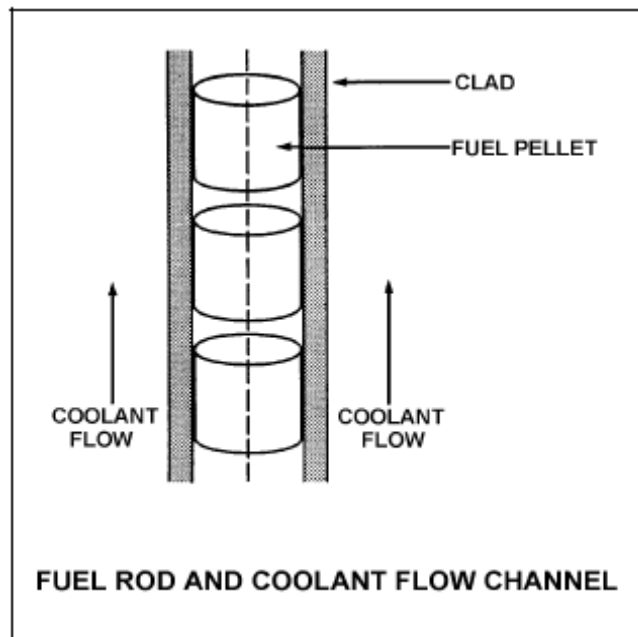
已知下列穩定爐心初始參數：

$$\begin{aligned} \text{反應器功率} &= 50\% \\ T_{\text{coolant}} &= 550^{\circ}\text{F} \\ T_{\text{fuel centerline}} &= 2,250^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

假設總熱傳導係數及反應器冷卻水溫度不變，如果反應器功率增至 75%，穩定燃料中央溫度約為多少？

- A. 2,550°F
- B. 2,800°F
- C. 2,950°F
- D. 3,100°F

答案：D.



科目/題號：193009/1 (2016 新增)

知能類：K1.02 [2.3/2.8]

序號：P7650

反應器接近燃料週期中期運轉在 80% 功率。所有控制棒幾乎全部抽出且以手動控制。爐心軸向功率分布尖峰在爐心中央平面之下。下列何者將會增加爐心軸向功率尖峰因數(或熱通道因數)? (除非說明否則假設運轉員未採取行動，且主汽機負載和爐心氚毒分布未改變)

- A. 主汽機負載/反應器功率減少 10%
- B. 控制棒組之控制棒抽出 4-inch
- C. 反應器冷卻水系統硼酸濃度減少 15ppm
- D. 一支位於爐心邊緣全出的控制棒掉落至爐心底部

答案： C

科目/題號：193009/2 (2016 新增)

知能類：K1.02 [2.3/2.7]

序號：P4949

一座壓水式反應器爐心包含 5 萬支燃料棒；每支燃料棒的有效長度為 12 feet。
爐心產生 1,800MWt。假如總熱通量通道因數(或稱總爐心尖峰因數)為 3.0，則
爐心所產生之最大線性功率密度為何？

A.4.5kW/ft

B.6.0kW/ft

C.9.0 kW/ft

D.12.0 kW/ft

答案： C

科目/題號：193009/3 (2016 新增)

知能類：K1.02 [2.3/2.7]

序號：P5249

一反應器運轉在 3,400MWt。爐心線性功率密度限值為 12.2kW/ft。

已知：

- 反應器爐心包含 198 組燃料組件。
- 每一組燃料組件包含 262 支燃料棒，每支燃料棒有效長度 12 呎。
- 爐心所量測到的最大總尖峰因數如下：
 - 位置 A: 2.5
 - 位置 B: 2.4
 - 位置 C: 2.3
 - 位置 D: 2.2

下列何者敘述為爐心中相對於線性功率密度限值的運轉條件？

- A.所有爐心位置均運轉於線性功率密度限值之內
- B.位置 A 超出線性功率密度限值，而位置 B、C、D 運轉於限值之內
- C.位置 A 和 B 超出線性功率密度限值，而位置 C 和 D 運轉於限值之內
- D.位置 A、B、C 超出線性功率密度限值，而位置 D 運轉於限值之內

答案：D

科目/題號：193009/4 (2016新增)

知能類： K1.04 [2.3/2.7]

序號： P6249 (B6247)

一反應器穩定運轉在功率階具有下列爐心平面平均溫度：

爐心冷卻水溫度 = 550°F

燃料棒中心線溫度 = 1,680°F

假設燃料熱傳係數和反應器冷卻水溫度在整個爐心平面均相同。假若爐心平面之最大總尖峰因數為2.1，則爐心平面最大燃料棒中心線溫度是多少？

A. 2,923°F

B. 3,528°F

C. 4,078°F

D. 4,683°F

答案： A

科目/題號：193009/5 (2016新增)

知能類：K1.07 [2.9/3.3]

序號：P6449 (B6449)

考慮一支新燃料棒運轉在一固定功率已數週。在此期間燃料棒中的燃料丸密化 (densification) 作用，導致從燃料丸至護套的熱傳率將_____；此改變將引起燃料棒中平均燃料溫度將_____。

- A.減少；增加
- B.減少；減少
- C.增加；增加
- D.增加；減少

答案： A

科目/題號：193009/6 (2016 新增)

知能類：K1.07 [2.9/3.3]

序號：P7630

假設在燃料產生固定功率輸出時發生燃料丸密化(densification)作用，則燃料棒之平均線性功率密度將會_____因為燃料丸密化作用引起燃料丸間_____。

- A.減少；膨脹
- B.減少；收縮
- C.增加；膨脹
- D.增加；收縮

答案： D