



کد کنترل

512

F

## آزمون (نیمه متمرکز) ورود به دوره های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنجشنبه  
۱۴۰۱/۱۲/۱۱



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»  
امام خمینی (ره)

مهندسی هوا فضا - جلو برنگی (کد ۲۳۳۲)

زمان پاسخ گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: - ریاضیات مهندسی - اصول جلو برنده پیشرفته - سوخت و احتراق پیشرفته ۱	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با منتهلین برابر مقررات رفتار می شود.

# پی اچ دی تست؛ نخستین وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۲

( 512F )

مهندسی هوا فضا - جلو برندگی (کد ۲۳۳۲)

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

مجموعه دروس تخصصی (ریاضیات مهندسی - اصول جلو برنده پیشرفته - سوخت و احتراق پیشرفته (۱):

۱- تابع  $f(x, y, t) = \frac{1}{t} e^{-\frac{x^2+y^2}{4t}}$  پاسخ کدام یک از معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی (نسبی) زیر است؟

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (1)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (2)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (4)$$

۲- جواب عمومی معادله  $x \frac{\partial z}{\partial x} + z \frac{\partial z}{\partial y} = y$  کدام است؟

$$y + z = f(xy^2 - xz^2) \quad (1)$$

$$y + z = xf(y^2 - z^2) \quad (2)$$

$$y - z = f(xz^2 - xy^2) \quad (3)$$

$$y - z = xf(z^2 - y^2) \quad (4)$$

۳- معادله  $u_{xx} - u_{yy} = 0$  با کدام تغییر متغیرهای زیر به معادله  $u_{rs} = 0$  تبدیل می‌شود؟

$$\begin{cases} r = y - x \\ s = y + 2x \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} r = y + x \\ s = y - 2x \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} r = y + x \\ s = y - x \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} r = y + 2x \\ s = y - 2x \end{cases} \quad (4)$$

# پی اچ دی تست؛ نخستین وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۳

( 512F )

مهندسی هوا فضا - جلو برندگی (کد ۲۳۳۲)

۴- اگر انتگرال فوریه تابع  $f(x) = \begin{cases} 1 & |x| < 1 \\ 0 & |x| > 1 \end{cases}$  به صورت  $f(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{1}{w} \sin w \cos wx \, dw$  باشد، حاصل

$$I = \int_0^{\infty} \frac{1}{w} \sin w \cos w \, dw \text{ کدام است؟}$$

(۱)  $\frac{\pi}{2}$

(۲)  $\frac{2}{\pi}$

(۳)  $\frac{4}{\pi}$

(۴)  $\frac{\pi}{4}$

۵- تبدیل فوریه کسینوسی  $e^{-2x}$  برابر کدام است؟

(۱)  $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{w^2 + 4}$

(۲)  $2\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{w^2 - 4}$

(۳)  $2\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{w^2 + 4}$

(۴)  $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{w^2 - 4}$

۶- فرض کنید  $f(z)$  تابعی تحلیلی با قسمت حقیقی  $\cos 2xy$  و  $e^{x^2 - y^2}$  باشد، آنگاه  $f'(1)$  کدام است؟

(۱)  $2e$

(۲)  $-e$

(۳)  $-2e$

(۴)  $e$

۷- انتگرال تابع  $f(z) = z^{-3} \cosh z$  در جهت پاد ساعتگرد (مخالف حرکت عقربه‌های ساعت) روی دایره واحد برابر

کدام است؟

(۱)  $4\pi i$

(۲)  $2\pi i$

(۳) صفر

(۴)  $\pi i$

۸- پاسخ معادله  $\cos z = 3$  کدام است؟

(۱)  $z = 2\pi n \pm i \ln\left(\frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}\right), n \in \mathbb{Z}$

(۲)  $z = \pi n \pm i \ln(3 \pm 2\sqrt{2}), n \in \mathbb{Z}$

(۳)  $z = 2\pi n \pm i \ln(3 \pm 2\sqrt{2}), n \in \mathbb{Z}$

(۴)  $z = \pi n \pm i \ln\left(\frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}\right), n \in \mathbb{Z}$

۹- ضریب  $z$  در بسط به سری لوران کسر  $\frac{1}{z^2 \sinh z}$  حول مبدأ کدام است؟

(۱)  $-\frac{7}{360}$

(۲)  $\frac{7}{360}$

(۳)  $-\frac{7}{240}$

(۴)  $\frac{7}{240}$

۱۰- تبدیل  $f(x) = \frac{i}{z}$  دایره  $|z-1|=1$  را به کدام شکل تبدیل می‌کند؟

(۱) خط موازی محور حقیقی در صفحه مختلط

(۲) دایره‌ای به مرکز  $\frac{-i}{2}$  و شعاع  $\frac{1}{2}$

(۳) خط موازی محور موهومی در صفحه مختلط

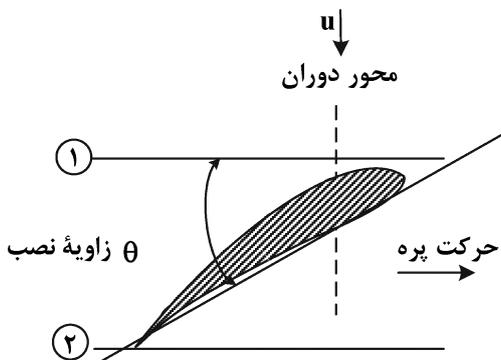
(۴) دایره‌ای به مرکز  $\frac{i}{2}$  و شعاع  $\frac{1}{2}$

۱۱- در مورد اثرات تغییرات فشار و شدت اغتشاشات جریان (Turbulence Intensity) بر عملکرد یک محافظه

احتراق توربین گاز کدام عبارت، درست است؟

- (۱) افزایش فشار و کاهش شدت اغتشاشات سبب بهبود عملکرد می‌شود.
- (۲) افزایش فشار و افزایش شدت اغتشاشات به بهبود عملکرد کمک می‌کند.
- (۳) کاهش فشار و افزایش شدت اغتشاشات سبب بهبود عملکرد می‌شود.
- (۴) کاهش فشار و کاهش شدت اغتشاشات به بهبود عملکرد کمک می‌کند.

۱۲- ملخ یک موتور توربو پراپ که هوا با سرعت  $u$  به آن می‌رسد در شکل مشاهده می‌شود. کدام مورد نادرست است؟



(۱) (شرایط برخاستن)  $\theta < (\text{شرایط کروز})$

(۲) گشتاوری حول محور دوران ملخ توسط بدنه موتور تحمل می‌شود.

(۳) برای جلوگیری از تولید صدا، سرعت نسبی جریان در ورود به ناحیه پره نباید نزدیک سرعت صوت باشد.

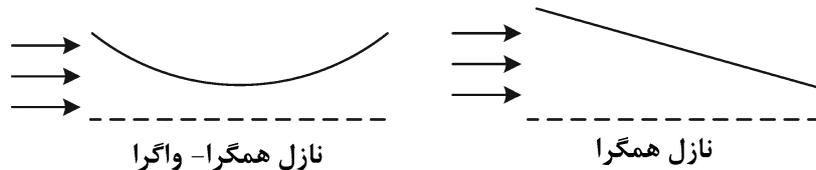
(۴) نسبت افت آنتالپی در توربین قدرت  $(\alpha \Delta h)$  به افت آنتالپی مجموع توربین قدرت و نازل  $(\Delta h)$  هنگامی که

اجزای موتور ایده‌آل هستند برابر  $\alpha = 1 - \frac{u^2}{2\Delta h}$  است.

۱۳- سوخت با محصولات احتراق گازهای با اتم کم، چه تأثیری بر نیروی رانش (تراست) دارد؟

- (۱) تأثیری بر نیروی رانشی ندارد.  
 (۲) موجب افزایش نیروی رانشی می‌شود.  
 (۳) موجب کاهش نیروی رانشی می‌شود.  
 (۴) تأثیر مشخصی ندارد.

۱۴- کدام یک از موارد زیر در رابطه با نازل‌های همگرا و نازل‌های همگرا - واگرا نادرست است؟



- (۱) جریان خروجی نازل‌های همگرا حداکثر ماخ یک درحالی که در نازل همگرا - واگرا بزرگتر از یک می‌تواند باشد.  
 (۲) دبی برای عبوری از هر دو نازل در حالت کلی وابسته به فشار و دمای کل بالادست و فشار پایین‌دست است.  
 (۳) هر دو نازل همگرا و همگرا - واگرا می‌توانند در خروجی حالت *undervexpand* داشته باشند.  
 (۴) هر دو نازل همگرا و همگرا - واگرا می‌توانند در خروجی حالت *overexpand* داشته باشند.

۱۵- هدف اصلی سوراخ‌های موجود در لوله شعله در **Secondary Zone** و **Teritary Zone** به ترتیب کدام است؟

- (۱) کامل شدن احتراق - افزایش درجه حرارت  
 (۲) کاهش درجه حرارت - کامل شدن احتراق  
 (۳) کامل شدن احتراق - کاهش درجه حرارت  
 (۴) افزایش درجه حرارت - کامل شدن احتراق

۱۶- به کار بردن اتاق احتراق **Annular** به جای **Can-annular** در طراحی موتور، موجب کدام مورد می‌شود؟

- (۱) افزایش اُفت فشار محفظه احتراق - کاهش قطر موتور  
 (۲) کاهش اُفت فشار محفظه احتراق - افزایش قطر موتور  
 (۳) افزایش اُفت فشار محفظه احتراق - افزایش قطر موتور  
 (۴) کاهش اُفت فشار محفظه احتراق - کاهش قطر موتور

۱۷- در یک مرحله کمپرسور محوری افزایش درجه حرارت سکون ۳۰ کلوین است. اگر سرعت خطی پره در شعاع

میانمی برابر ۲۰۰ متر بر ثانیه و عدد دی هالر روتور مساوی ۰/۶ باشد، و سرعت نسبی در ورود به روتور ۳۰۰ متر بر ثانیه باشد، فاکتور دیفیوژن کدام است؟ (توجه: صلیب پره را برابر با ۱ در نظر بگیرید.)

- (۱) ۰/۶۵ (۲) ۰/۵۵ (۳) ۰/۴۵ (۴) ۰/۵

۱۸- کدام مورد در خصوص خطوط دما ثابت بر روی منحنی مشخصه یک کمپرسور توربین گاز از نوع **Free turbine**

درست است؟

- (۱) تابع مشخصاً **Load** است.  
 (۲) تابع مشخصه کلیه اجزا است.  
 (۳) صرفاً تابع مشخصه کمپرسور است.  
 (۴) مستقل از منحنی مشخصه **Load** و **Free turbine** است.

۱۹- در مراحل طراحی یک کمپرسور، انتخاب **Solidity** بالا باعث کدام مورد است؟ (**Solidity** نسبت **Chord** پره به

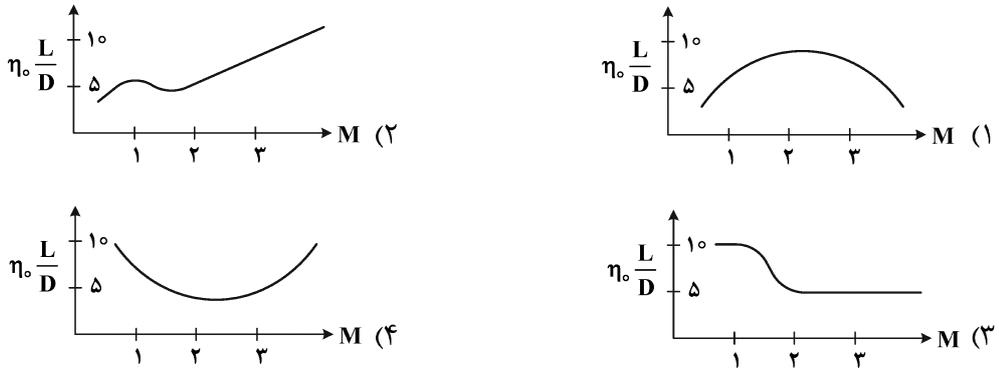
فاصله دو پره متوالی است.)

- (۱) کاهش تعداد پره‌های کمپرسور  
 (۲) افزایش **Load** و راندمان کمپرسور  
 (۳) کاهش **Load** و راندمان کمپرسور  
 (۴) کاهش **Load** و افزایش راندمان کمپرسور

۲۰- در شرایط **Transient** شتاب‌گیری یک موتور توربوجت منجر به کدام مورد می‌گردد؟

- (۱) کاهش ناگهانی فشار کمپرسور  
 (۲) کاهش ناگهانی جرم هوا  
 (۳) دوری نقطه عملکرد به Surge Line  
 (۴) نزدیکی نقطه عملکرد به Surge Line

۲۱- کدام منحنی تغییرات کمیت  $\eta_o \frac{L}{D}$  (حاصل ضرب بازده کلی در نسبت نیروی برآبه پسا) را نشان می‌دهد؟ (برحسب عدد ماخ پروازی)



۲۲- کدام مورد درباره **surge** در کمپرسور، نادرست است؟

- (۱) surge یک پدیده سیستمی بوده و علاوه بر مشخصه‌های کمپرسور، مشخصه‌های توربین نیز در بروز آن نقش دارند.  
 (۲) یکنواختی (uniform بودن) جریان ورودی به هر طبقه (stage) کمپرسور سبب افزایش حاشیه surge (surge margin) خواهد شد.  
 (۳) محفظه احتراق نقش مهمی در بروز ناپایداری‌های دینامیکی در پدیده surge دارد و هر چه حجم آن بیشتر باشد، احتمال وقوع surge نیز بیشتر است.

(۴) چنانچه شیب منحنی مشخصه توربین  $\left( \frac{\Delta P_o}{\rho U^2} \right)$  برحسب  $\frac{C_x}{U}$  یا دبی جرمی بیشتر از شیب منحنی مشخصه طبقه (surge) باشد، نقطه کارکرد همواره پایدار است.

۲۳- با استفاده از علائم اختصاری **TP** برای توربوپراپ، **TF** برای توربوفن، **TJ** برای توربوجت و **RJ** برای رمجت، مشخص کنید ترتیب افزایش ضربه ویژه ( $I_{sp}$ ) چگونه است؟

- (۱)  $I_{sp}|_{TP} < I_{sp}|_{TF} < I_{sp}|_{RJ} < I_{sp}|_{TJ}$   
 (۲)  $I_{sp}|_{TJ} < I_{sp}|_{RJ} < I_{sp}|_{TP} < I_{sp}|_{TF}$   
 (۳)  $I_{sp}|_{RJ} < I_{sp}|_{TJ} < I_{sp}|_{TF} < I_{sp}|_{TP}$   
 (۴)  $I_{sp}|_{TJ} < I_{sp}|_{TF} < I_{sp}|_{RJ} < I_{sp}|_{TP}$

۲۴- برای هر رانش و سرعت پروازی مفروض (مادون صوت)، کدام مورد درخصوص مقایسه موتور توربوجت با توربوفن نادرست است؟

- (۱) بازده حرارتی توربوفن بیشتر از بازده حرارتی توربوجت است.  
 (۲) بازده پیش‌رانش توربوجت بیشتر از بازده پیش‌رانش توربوفن است.  
 (۳) دبی جرمی کلی هوای  $\dot{m}_a$  توربوفن بسیار بیشتر از توربوجت است.  
 (۴) دمای خروجی گازها از توربین موتور توربوجت بیشتر از دمای خروجی گازها از توربین موتور توربوفن است.



۳۲- ثابت تعادل شیمیایی ( $K_p$ ) برای گازهای ایده آل تابعی از چیست؟

- (۱) دما  
(۲) فشار  
(۳) دما و فشار  
(۴) دما و فشار یا دما و حجم مخصوص

۳۳- در موتور خودرو ضربه موتور به کدام دلیل زیر رخ می‌دهد؟

- (۱) انفجار ناشی از سوخت رقیق در مکان‌های کنترل نشده  
(۲) احتراق ناپایدار در اثر توربولانس جریان در شرایط سوخت رقیق  
(۳) اشتعال خودبه‌خودی به دلیل افزایش فشار در شرایط سوخت غنی  
(۴) اشتعال خودبه‌خودی به دلیل افزایش فشار و دما در مکان‌های کنترل نشده

۳۴- واکنش مقدماتی  $HO_2 + H \xrightarrow{k} H_2O + O$  را در نظر بگیرید. در صورتی که غلظت اولیه گونه‌های  $HO_2$  و  $H$

به ترتیب برابر  $10^{-5}$  و  $10^{-1}$  مول بر لیتر و ثابت  $k = 1 \frac{cm^3}{mols}$  باشد، مقدار مقیاس زمانی شیمیایی واکنشی تقریباً

چند ثانیه است؟

- (۱)  $10^{-5}$   
(۲)  $10^{-2}$   
(۳)  $10^2$   
(۴)  $10^5$

۳۵- واکنش سوخت ترکیبی ( $0.3C + 0.4N_2 + 0.2H_2$ ) با  $50\%$  هوای اضافی را در نظر گرفته نسبت هم‌ارزی واکنش

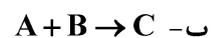
کدام است؟

- (۱) ۲  
(۲)  $1/5$   
(۳)  $0.67$   
(۴)  $0.5$

۳۶- برای یک سیستم ترمودینامیکی بسته، در حالت تعادل کدام رابطه برقرار است؟

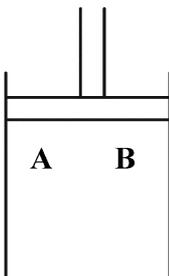
- (۱)  $(dG)_{v,T} = 0$   
(۲)  $(dU)_{v,T} = 0$   
(۳)  $(dH)_{v,T} = 0$   
(۴)  $d(A)_{v,T} = 0$

۳۷- فرض کنید که مواد اولیه A و B در سیستم سیلندر و پیستون زیر موجود و واکنش‌های اولیه زیر قابل انجام است:



در این صورت با افزایش فشار و ثابت نگه داشتن دما کدام یک از موارد زیر درست است؟

- (۱) نرخ تولید محصولات احتراق در هر دو واکنش افزایش می‌یابد.  
(۲) نرخ تولید محصولات احتراق فقط در واکنش «ب» افزایش می‌یابد.  
(۳) نرخ تولید محصولات احتراق فقط در واکنش «الف» افزایش می‌یابد.  
(۴) نرخ تولید محصولات احتراق در هیچ کدام از دو واکنش افزایش نمی‌یابد.



# پی اچ دی تست؛ نخستین وب سایت تخصصی آزمون دکتری

۳۸- در یک شعله غیرپیش اختلاط در مشعل بانسن، اگر دبی حجمی سوخت و ضریب نفوذ جرمی ۲ برابر شوند، به طور تقریبی طول شعله چند برابر می شود؟

$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$4 \quad (2)$$

(۴) تغییر نمی کند.

$$2 \quad (3)$$

۳۹- مقدار LHV احتراق سوخت  $C_2H_2$  با هوا به ازای واحد جرم سوخت کدام است؟ می دانیم:

$$\bar{h}_{f,C_2H_2}^\circ = -50 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}} \quad \bar{h}_{f,CO_2}^\circ = -50 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}}$$

$$\bar{h}_{f,H_2}^\circ = -2 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}} \quad \bar{h}_{fg,H_2O}^\circ = +3 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}}$$

$$\bar{c}_{p,C_2H_2} = \bar{c}_{p,H_2O} = \bar{c}_{p,CO_2} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol K}}$$

$$0.5 \quad (1)$$

$$1.9 \quad (2)$$

$$2.0 \quad (3)$$

$$5.8 \quad (4)$$

۴۰- واکنش اولیه ( $A + B \rightarrow C + D$ ) در یک سیستم سیلندر و پیستون اتفاق می افتد فرض کنید که مخلوط درون سیلندر کاملاً همگن است و سیلندر با بیرون تبادل حرارتی ندارد. در صورتی که پیستون ناگهان پایین آید و در یک لحظه حجم سیلندر نصف شود، .....

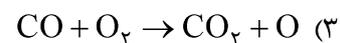
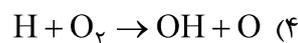
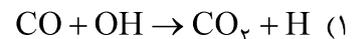
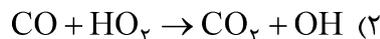
(۲) نرخ تولید محصولات واکنش چهار برابر می شود.

(۱) نرخ تولید محصولات واکنش دو برابر می شود.

(۴) نرخ تولید محصولات بیش از ۴ برابر می شود.

(۳) نرخ تولید محصولات تغییری نمی کند.

۴۱- در مکانیزم اکسیداسیون CO، واکنش کلیدی کدام است؟



۴۲- دو گاز A و B به وسیله یک غشاء نازک از یکدیگر جدا شده اند. با فرض هم فشاری دو گاز A و B، اگر غشا را به طور ناگهانی برداریم، دبی جرمی عبوری از غشا با افزایش فشار و دمای اولیه، به ترتیب، چگونه تغییر می کند؟

(۲) بدون تغییر - افزایش

(۱) کاهش - افزایش

(۴) کاهش - کاهش

(۳) افزایش - کاهش

۴۳- شعله پایدار لنگر انداخته در دهانه یک چراغ بانسن را در نظر بگیرید. کدام مورد، درست است؟

(۱) در صورتی که لوله فلزی چراغ به طور مؤثر سرد شود، شعله به دهانه چراغ می چسبد.

(۲) شکل شعله در رأس، دارای شیب ناپیوسته است.

(۳) شکل شعله در رأس، دارای شیب صفر است.

(۴) شعله همواره به دهانه مشعل می چسبد.

۴۴ - قطره‌ای بنزین با قطر ۱۰ mm روی زمین افتاده است و با ثابت تبخیر  $\frac{m^2}{s} \times 10^{-5} \times 5$ ، در حال تبخیر است. عمر این

قطره چند ثانیه است؟

۱ (۱)

۲ (۲)

۵ (۳)

۱۰ (۴)

۴۵ - یک مخزن سوخت حاوی ۱/۶ kg سوخت متان سوراخ شده، سوخت به درون سوله‌ای به ابعاد

$3 \times 8 / 315 \times 10 \text{ m}^3$  نفوذ می‌کند. شرایط دما و فشار سوله به ترتیب برابر ۳۰۰K و  $10^5 \text{ Pa}$  است. در صورتی که

مدت زمان طولانی بگذرد و مخلوط هوا و سوخت یکنواخت درون سوله داشته باشیم، نسبت هوا به سوخت این

مخلوط کدام است؟  $\left( MW_{\text{air}} = 32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}, MW_{\text{F}} = 16 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \right)$

۹۹ (۱)

۱۶۰ (۲)

۱۹۸ (۳)

۲۰۰ (۴)

# پی اچ دی تست؛ نخستین وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۱۱

( 512F )

مهندسی هوا فضا - جلو برندگی (کد ۲۳۳۲)

---

# پی اچ دی تست؛ نخستین وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۱۲

( 512F )

مهندسی هوا فضا - جلو برندگی (کد ۲۳۳۲)

---