

339

F

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



339F

صبح جمعه

۹۱/۱۲/۱۸

دفترچه شماره ۱



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

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

**آزمون ورودی**  
**دوره های دکتری (نیمه متمرکز) داخل**  
**در سال ۱۳۹۲**

**رشته های**  
**مهندسی مکانیک - مهندسی خودرو - قوای محرکه (کد ۲۳۲۶)**

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ 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، موتور احتراق داخلی پیشرفته، حرارت و سیالات در خودرو)	۴۵	۱	۴۵

**اسفندماه سال ۱۳۹۱**

**این آزمون نمره منفی دارد.**

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

حق جاب و تکتیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متغییرین برابر مقررات رفتار می شود.

۱- برای تابع مختلط  $f(z) = \sin z$ ، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱)  $|\sin z| = |\sin x|$  (۲)  $|\sin x| \leq |\sin z| \leq 1$

(۳)  $|\sin z|^2 = \sin^2 x + (\sinh y)^2$  (۴)  $\sin^2 x + (\sinh y)^2 < |\sin z|^2 < \sin^2 x + (\cosh y)^2$

۲- اگر سری فوریه مثلثاتی تابع زیر را بنویسیم:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\pi}{2} + x, & -\pi \leq x < 0 \\ \frac{\pi}{2} - x, & 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$$

آنگاه مقادیر سری‌های عددی  $A = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2}$  و  $B = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)^3}$ ، کدام است؟

(۱)  $A = \frac{\pi^2}{16}, B = \frac{\pi^3}{32}$  (۲)  $A = \frac{\pi^2}{8}, B = \frac{\pi^3}{32}$

(۳)  $A = \frac{\pi^2}{8}, B = \frac{\pi^3}{16}$  (۴)  $A = \frac{\pi^2}{4}, B = \frac{\pi^3}{16}$

۳- تبدیل  $w = \sinh z$  نیمه نوار  $|y| \leq \frac{\pi}{2}, x \geq 0$  از صفحه  $z$  را به کدام ناحیه از صفحه  $w$  می‌نگارد؟

- (۱) نیمه نوار  $|y| \leq \frac{\pi}{2}, x \leq 0$  (۲) اجتماع ربع‌های اول و دوم صفحه  $w$   
(۳) اجتماع ربع‌های دوم و سوم صفحه  $w$  (۴) اجتماع ربع‌های اول و چهارم صفحه  $w$

۴- در مسئله مقدار اولیه - مرزی

$$\begin{cases} u_t - a^2 u_{xx} = f(x, t), & 0 < x < L, t > 0 \\ u(0, t) = 0, u_x(L, t) = 0, & u(x, 0) = \phi(x) \end{cases}$$

که در آن  $\phi(x)$  و  $f(x, t)$  توابع پیوسته و تکه‌ای هموار مفروض هستند. دنباله توابع پایه متعامد مورد نیاز بسط فوریه، کدام است؟

(۱)  $\left\{ \sin \frac{K\pi x}{L} \right\}$  (۲)  $\left\{ \sin \frac{K\pi x}{2L} \right\}$

(۳)  $\left\{ \sin \frac{(2K-1)\pi}{2L} x \right\}$  (۴) وجود ندارد.

۵- برای تابع مختلط  $f(z) = \cos z$ ، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

$$(1) |\cos z| = |\cos x| \quad (2) |\cos x| \leq |\cos z| \leq 1$$

$$(3) |\cos z|^2 = \cos^2 x + (\cosh y)^2 \quad (4) |\cos z|^2 = \cos^2 x + (\sinh y)^2$$

۶- در مورد تابع مختلط  $f(z) = \cosh z$ ، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

$$(1) |\sinh x| \leq |\cosh z| \leq \cosh x$$

$$(2) |\cosh z|^2 = (\cosh x)^2 + \cos^2 y$$

$$(3) \text{تنها صفرهای این تابع (تنها ریشه‌های آن) عبارت اند از } z_k = \left(2K + \frac{1}{2}\right)\pi i$$

$$(4) \text{این تابع صفر ندارد (ریشه ندارد)}$$

۷- تبدیل لاپلاس  $U(x, s)$  جواب کراندار مسئله مقدار اولیه - مرزی:

$$\begin{cases} u_{tt} - a^2 u_{xx} = -e^{-t}, \forall x > 0, \forall t > 0 \\ u(x, 0) = 0, u_t(x, 0) = 0, \forall x > 0 \\ u(0, t) = \mu(t), \forall t > 0 \end{cases}$$

تابع معلوم و تکه‌ای پیوسته

کدام است؟

$$(1) \left[ \mathcal{L}\{\mu(t)\} + \frac{1}{s^2} - \frac{1}{s} + \frac{1}{s+1} \right] e^{\frac{-x}{a}s} - \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} - \frac{1}{s+1}$$

$$(2) \left[ \mathcal{L}\{\mu(t)\} - \frac{1}{s} + \frac{1}{s+1} \right] e^{\frac{-x}{a}s} + \frac{1}{s} - \frac{1}{s+1}$$

$$(3) \left[ \mathcal{L}\{\mu(t)\} + \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s+1} \right] e^{\frac{-x}{a}s} - \frac{1}{s^2} - \frac{1}{s+1}$$

$$(4) \left[ \mathcal{L}\{\mu(t)\} + \frac{1}{s+1} \right] e^{\frac{-x}{a}s} - \frac{1}{s+1}$$

۸- فرض کنیم  $a_1 = b$ ,  $a_2 = bc$ ,  $a_3 = b^2c$ ,  $a_4 = b^2c^2$ , ...,  $a_n = (bc)^n$ ,  $a_{n+1} = b(bc)^n$ , ... به طوری که

$S(z) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k z^k$  دامنۀ تعریف  $0 < bc < 1$ ,  $c > 1$ ,  $0 < b < 1$  به عنوان یک تابع تحلیلی، کدام است؟

$$(1) |z| < \frac{1}{\sqrt{bc}} \quad (2) |z| < \frac{1}{\sqrt{c}}$$

$$(3) |z| < \frac{1}{\sqrt{b}} \quad (4) \text{ تمام صفحه } z \text{ است.}$$

۹- سری فوریه مثلثاتی تابع  $f(x) = \begin{cases} \frac{\pi}{2} - x, & 0 \leq x \leq \pi \\ x - \frac{3\pi}{2}, & \pi < x \leq 2\pi \end{cases}$ ، کدام است؟

$$(1) \sum_{K=1}^{\infty} \frac{4}{\pi^2 (2K-1)^2} \cos((2K-1)x) \quad (2) \sum_{K=1}^{\infty} \frac{4}{\pi (2K-1)} \cos((2K-1)x)$$

$$(3) \sum_{K=1}^{\infty} \frac{2}{\pi (2K-1)^2} \cos((2K-1)x) \quad (4) \sum_{K=1}^{\infty} \frac{4}{\pi (2K-1)^2} \cos((2K-1)x)$$

۱۰- با انتگرال گیری از تابع  $e^{-z^2}$  روی مرز پیرامون مستطیل  $|x| \leq a$  و  $0 \leq y \leq b$  در جهت مثلثاتی و سپس میل دادن  $a$  به بی نهایت، تعیین کنید که مقدار  $\int_0^{\infty} e^{-x^2} \cos(2bx) dx$  کدام است؟

$$(1) \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-b^2} \quad (2) \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-\frac{1}{2}b^2}$$

$$(3) \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{b^2} \quad (4) \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{\frac{1}{2}b^2}$$

۱۱- ناحیه بین نیم محور  $x$  مثبت و نیمساز ربع اول صفحه  $xy$  در اثر تبدیل  $W = \frac{z^2 + i}{iz + 1}$  به کدام ناحیه از صفحه  $W$  نگاشته می شود؟

(۱) نیمه بالایی صفحه  $W$  (۲) نیمه پایینی صفحه  $W$

(۳) داخل دایره واحد (۴) خارج دایره واحد

۱۲- فرض کنیم:

$$\begin{cases} u_{tt} - a^2 u_{xx} = 0, 0 < x < L, t > 0 \\ u(x, 0) = f(x) = \frac{L}{4} - \left| x - \frac{L}{2} \right|, u_t(x, 0) = x(L - x), 0 \leq x \leq L \\ u(0, t) = 0 = u(L, t) \end{cases}$$

در این صورت مقدار  $u\left(\frac{L}{4}, \frac{3L}{4a}\right)$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{11L^3}{96a}$

(۲)  $\frac{-11L^3}{192a}$

(۳)  $\frac{11L^3}{192a}$

(۴)  $\frac{11L^3}{96a}$

۱۳- با انتگرال گیری از تابع مناسب روی کرانه مستطیل  $|x| < R$  و  $0 < y < 2\pi$  در جهت مثبت و به کاربردن قضیه مانده، و

سرانجام میل دادن  $R$  به بی نهایت، مقدار انتگرال  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ax}}{1+e^x} dx$ ،  $0 < a < 1$  ثابت، کدام خواهد بود؟

(۱)  $\frac{\pi}{\sin \pi a}$

(۲)  $\frac{\pi}{\cos \pi a}$

(۳)  $\frac{e^a}{\sin \pi a}$

(۴) واگراست.

۱۴-

برای مسئله مقدار اولیه مرزی:  $u_{tt} - a^2 u_{xx} = 0, 0 < x < L, t > 0$

$$\begin{cases} u_t(x, 0) = 0, u(x, 0) = \begin{cases} x, 0 \leq x \leq \frac{L}{2} \\ L-x, \frac{L}{2} < x \leq L \end{cases} \quad (\text{موضع اولیه}) \\ u(0, t) = 0 = u(L, t) \end{cases}$$

موج یک بعدی بر قطعه خط  $0 \leq x \leq L$  مقدار  $u\left(\frac{L}{2}, \frac{nL}{a}\right)$  در نقطه  $x = \frac{L}{2}$  و  $t = \frac{nL}{a}$ ، کدام است؟ (n عدد صحیح

نامنفی)

(۲)  $(-1)^n \frac{L}{2a}$

(۱)  $\frac{La}{2}$

(۴)  $(-1)^{n-1} \frac{L}{2}$

(۳)  $(-1)^n \frac{L}{2}$

۱۵- توابع ویژه (eigen functions) مسئله مقدار مرزی زیر کدام است؟

$$y''(x) - 2y'(x) + \lambda y(x) = 0 \quad 0 \leq x \leq \pi$$

$$y(0) = y(\pi) = 0$$

$$\varphi_n(x) = e^x \sin nx; n = 1, 2, \dots \quad (2)$$

$$\varphi_n(x) = e^x \cos nx; n = 1, 2, \dots \quad (1)$$

$$\varphi_{n,m}(x) = \sinh mx \sin nx; n, m = 1, 2, \dots \quad (4)$$

$$\varphi_n(x) = \sinh x \sin nx; n = 1, 2, \dots \quad (3)$$

۱۶- سوخت ایزواکتان با دبی  $2 \left( \frac{\text{gr}}{\text{sec}} \right)$  در یک موتور چهار سیلندر اشتعال جرقه‌ای (SI) می‌سوزد. اگر موتور در دور

$1500 \text{ (rpm)}$  کار کند، بازده تنفسی موتور  $\eta_v$  چند درصد است؟ (حجم جابه‌جایی موتور  $2/4$  لیتر است. نسبت هم‌ارزی را

$\phi = 1$  در نظر بگیرید. موتور چهار زمانه است و مقدار چگالی هوا در شرایط استاندارد برابر  $\frac{1}{184} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است.)

(۲) ۸۰

(۱) ۷۷

(۴) ۸۵

(۳) ۸۲

۱۷- مدت زمان احتراق (Combustion duration) در کدام موتور کوتاه‌تر است؟

(۱) Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI)

(۲) Spark Ignition (SI)

(۳) Compression Ignition (CI)

(۴) Stratified Charge (SC)

۱۸- ترکیب گازهای خروجی یک موتور هیدروژن سوز به صورت زیر است:

$$H_2O = 22/3\%, \quad O_2 = 7/44\%, \quad N_2 = 70/2\%$$

این موتور با کدام نسبت هم‌ارزی کار می‌کند؟

(۲) ۰/۷

(۱) ۰/۶

(۴) ۱

(۳) ۰/۹

۱۹- دو موتور با  $b_{mep} = 250 \text{ (kPa)}$  کار می کنند. یکی از آنها موتور SI با دریچه نیمه باز و دیگری موتور CI با مکش طبیعی است.  $f_{mep}$  برای هر دو موتور  $100 \text{ (kPa)}$  است. اگر فشار منیفلد (چند راهه) ورودی برای موتور SI و CI به ترتیب  $25 \text{ kPa}$  و  $100 \text{ kPa}$  و فشار منیفلد خروجی برای هر دو موتور  $105 \text{ kPa}$  باشد، با استفاده از مدل سیکل ایده آل،  $i_{mep}$  ناخالص برای هر دو موتور چند کیلو پاسکال است؟ از افت فشار در راهگاه های ورودی و خروجی صرف نظر نمایید.

$$\begin{aligned} (i_{mep_g})_{SI} &= 430 & (i_{mep_g})_{SI} &= 290 \\ (i_{mep_g})_{CI} &= 255 & (i_{mep_g})_{CI} &= 290 \quad (1) \\ (i_{mep_g})_{SI} &= 340 & (i_{mep_g})_{SI} &= 400 \\ (i_{mep_g})_{CI} &= 300 & (i_{mep_g})_{CI} &= 330 \quad (3) \end{aligned}$$

۲۰- در موتوری که در  $1800 \text{ (rpm)}$  کار می کند، شمع در  $18^\circ$  قبل از TDC جرقه می زند.  $8^\circ$  از دوران موتور طول می کشد تا احتراق شروع شود و به مرحله پیشروی شعله برسد. خاموشی شعله در  $12^\circ$  بعد از TDC رخ می دهد. قطر داخلی سیلندر  $8/4 \text{ cm}$  و شمع در فاصله  $8 \text{ mm}$  از خط مرکز سیلندر قرار دارد. جبهه شعله می تواند به صورت کره ای که از شمع به سمت بیرون حرکت می کند، تقریب زده شود. سرعت مؤثر جبهه شعله در حین پیشروی شعله چند  $\text{m/s}$  است؟

$$\begin{aligned} (1) & 19/3 & (2) & 24/5 \\ (3) & 29/4 & (4) & 37/6 \end{aligned}$$

۲۱- احتراق کامل یک کیلوگرم از کدام سوخت، جرم  $\text{CO}_2$  کمتری در محصولات احتراقی تولید می کند؟



۲۲- آشفتنگی (توربولان)، در احتراق کدام موتور اثر چندانی ندارد؟

- (1) (Spark Ignition) SI
- (2) (Compression Ignition) CI
- (3) (Homogeneous Charge Compression Ignition) HCCI
- (4) (Stratified Charge) SC

۲۲-

چرخه میلر (Miller Cycle) در موتورهای احتراق داخلی چیست و چه مزیتی دارد؟

- ۱) چرخه میلر فرآیندی تکمیلی در موتورهای احتراق داخلی است که زمان بندی تنفس هوا و تخلیه دود را اصلاح می کند؛ و با توجه به چرخه های پایه، یعنی اتو و دیزل، دو نوع دارد.
- ۲) در چرخه میلر از هوای خنک کاری شده استفاده می شود تا جرم مخصوص آن افزایش یابد؛ و بتوان بر قدرت خروجی موتور افزود و انواع آن به درجات این خنک کاری برمی گردد.
- ۳) در موتورهای احتراق داخلی به منظور نزدیک شدن به چرخه اتکینسون، با تغییر در زمان بندی تنفس، عملاً نسبت تراکم حجمی را کاهش می دهند. دو نوع دارد: چرخه میلر تعجیلی، چرخه میلر تأخیری
- ۴) در موتورهای دو هنگامه، به منظور استفاده از نسبت تراکم حجمی متغیر، از چرخه میلر استفاده می کنند و فشار هوای ورودی را افزایش می دهند؛ تا توان خروجی موتور بیش تر شود. دو نوع دارد چرخه میلر بنزینی و چرخه میلر دیزل

۲۴-

کوچک سازی در موتورهای احتراق داخلی، چه اهدافی را دنبال می کند و راه کار آن چیست؟

- ۱) به دست آوردن توان بیش تر از همان موتور پایه، به کمک پرخورانی (turbocharging)
- ۲) کاهش قطر استوانه به منظور افزایش طول مسیر (stroke)، و در نتیجه افزایش گشتاور با حفظ ظرفیت موتور پایه
- ۳) تقلیل ابعاد موتور، به منظور کاهش وزن و حجم موتور و هزینه تمام شده با بهبود مواد و مصالحی که برای طراحی قطعات به کار می رود.
- ۴) کاهش ظرفیت موتور و افزایش سرعت دورانی که موجب کوچک سازی موتور می شود، و نیازمند تسلط به روغنکاری بین پیستون و آستری و نیز یاتاقان های میل لنگ است.

۲۵-

چرا واکنش گر سه منظوره، (three way catalyst) بدون مدیریت هوشمند عملیاتی نمی شود؟

- ۱) عملکرد صحیح و به موقع واکنش گر سه منظوره، پس از روشن شدن موتور مستلزم دمایی است، که نه زیاد گرم و نه زیاد سرد باشد. تنظیم این دما فقط به کمک مدیریت هوشمند میسر است.
- ۲) شرایط بهینه عملکرد واکنش گر سه منظوره در غنایی از مخلوط سوخت و هوا حاصل می شود؛ که اضافه هوا وجود نداشته باشد، و دستیابی به چنان حالتی جز با به کارگیری مدیریت هوشمند میسر نیست.
- ۳) واکنش گر سه منظوره به شدت به حضور گوگرد در سوخت حساس است؛ و برای جلوگیری از پیری زودرس واکنش گر باید تعداد گوگرد موجود در دود با حسگر مشخص و دستور لازم از طریق رایانه موتور برای خارج کردن دود از کنار گذر صادر شود.
- ۴) در واکنش گرهای سه منظوره، کاهش CO و HC با اکسایش تکمیلی به راحتی انجام می گیرد ولی احیای اکسیدهای نیتروژن با ترکیب های چندگانه ای که دارد، مستلزم اندازه گیری مقدار اکسیژن اضافی با حسگر اکسیژن و دستور اقدام مناسب از طرف مدیریت هوشمند است.

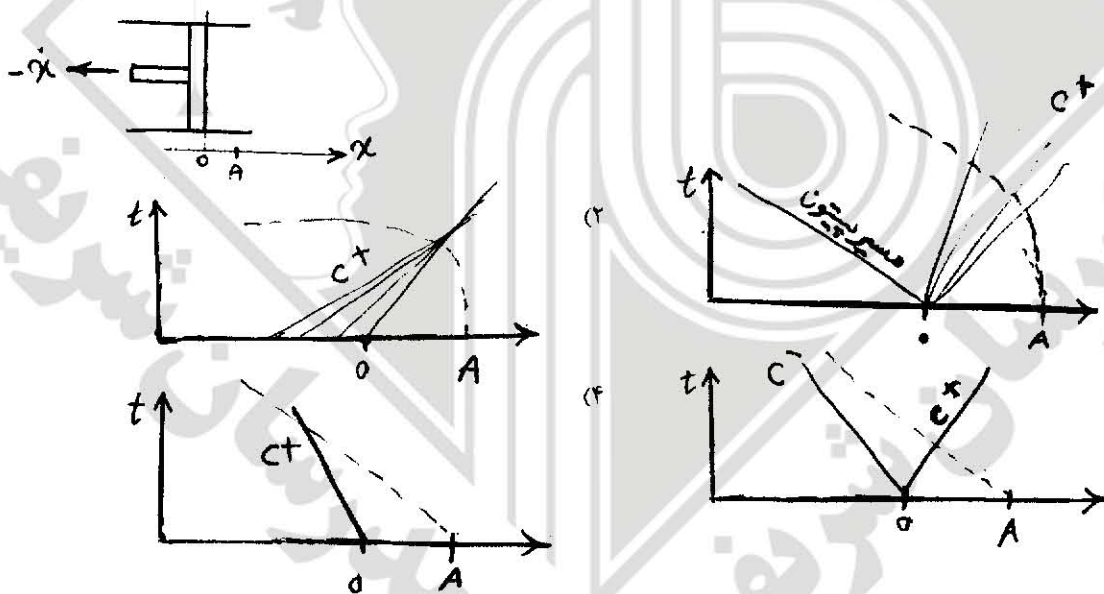
۲۶- مزایا و محدودیت‌های تزریق مستقیم گاز، کدام است؟

- (۱) دو مزیت اصلی افزایش توان و کاهش آلاینده‌هاست، ولی محدودیت آن ناشی از پدیده پراکندگی چرخه‌ای است.
- (۲) حذف سایش قطعات از جمله سوپاپ و نشیمنگاه، مزیت‌های اصلی‌اند و محدودیت‌های آن افزایش دما و فشار احتراق است.
- (۳) کاهش مصرف سوخت و کاهش هزینه‌های سامانه تزریق سوخت مزیت‌های اصلی‌اند. محدودیت آن به افزایش CO و HC برمی‌گردد.
- (۴) بهبود تنفس و گشتاور موتور از مزایای اصلی تزریق مستقیم گاز است و محدودیت آن در دستیابی به کمیت و کیفیت مناسب و لازم مخلوط هوا و گاز در همه نقاط عملکرد موتور است.

۲۷- بر اساس معادلات مومنتم در حالت ..... بازده حجمی در یک دور موتور با طول منیفولد ورودی رابطه ..... دارد.

- (۱) تراکم‌ناپذیر و وجود اصطکاک - معکوس
- (۲) تراکم‌ناپذیر و وجود اصطکاک - مستقیم
- (۳) تراکم‌پذیر و وجود حرکت امواج - متغیر
- (۴) تراکم‌پذیر و وجود حرکت امواج - معکوس

۲۸- یک پیستون را از حالت سکون ناگهان به سمت چپ می‌کشیم. مسیر ذره در نقطه A و خطوط ریمانی راست‌گرد در لحظات اولیه، چگونه است؟ ( $\dot{x}$  ثابت است).



۲۹- معادله  $\rho \frac{De}{Dt} = \sigma : D - p \nabla \cdot \vec{u} + \nabla \cdot (k \nabla T)$  را برای انرژی داخلی داریم. برای گاز ساده که در آن  $e = e(T, \rho)$  است و

$$\left. \frac{\partial e}{\partial T} \right|_{\rho} = c_v T \quad \text{است. معادله انرژی داخلی، به کدام صورت زیر خواهد بود؟}$$

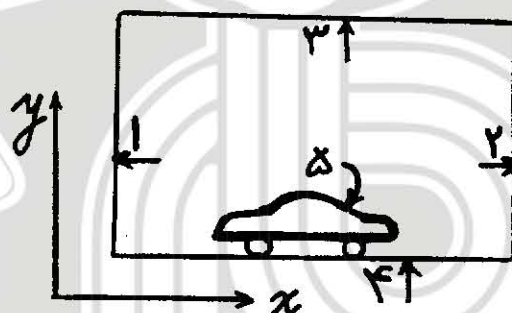
$$\frac{D(\rho c_v T)}{Dt} = \sigma : D + \nabla \cdot (k \nabla T) \quad (۱)$$

$$\rho c_v \frac{DT}{Dt} = \sigma : D + \nabla \cdot (k \nabla T) - p \nabla \cdot \vec{u} + \rho \frac{D\rho}{Dt} \quad (۲)$$

$$\rho c_v \frac{DT}{Dt} = \sigma : D + \nabla \cdot (k \nabla T) + \left[ \rho \left. \frac{\partial e}{\partial \rho} \right|_T - p \right] \nabla \cdot \vec{u} \quad (۳)$$

$$\frac{D(\rho c_v T)}{Dt} = \sigma : D + \nabla \cdot (k \nabla T) - p \nabla \cdot \vec{u} + \rho \left. \frac{\partial e}{\partial \rho} \right|_T \nabla \cdot \vec{u} \quad (۴)$$

۳۰- خودروی زیر باید در نرم‌افزاری عددی مدل شود. شرایط مرزی این مسئله کدام است؟ (مرز ۵ کل بدنه خودرو است).



(۱) در مرزهای ۱، ۲، و ۳ به صورت  $u = U_{\infty}$  و  $v = 0$  و در مرزهای ۴ و ۵ به صورت  $u = v = 0$

(۲) در مرزهای ۱، ۲، ۳، و ۴ به صورت  $u = U_{\infty}$  و  $v = 0$  و در مرز ۵ به صورت  $u = v = 0$

(۳) در مرزهای ۳ و ۴ به صورت  $u = U_{\infty}$  و  $v = 0$ ، در مرز ۵ به صورت  $u = v = 0$  و در مرزهای ۱ و ۲ به صورت  $u = U_{\infty}$

(۴) در مرزهای ۱ و ۳ به صورت  $u = U_{\infty}$  و  $v = 0$ ، در مرز ۲ به صورت  $v = 0$  و  $\frac{\partial u}{\partial x} = 0$  و در مرزهای ۴ و ۵ به صورت

$$u = v = 0$$

۳۱- لوله‌ای طویل به شعاع ۵ سانتی‌متر به موازات یک دیوار تخت و به فاصله یک متر از آن قرار دارد. لوله متخلخل است و از واحد

طول آن مایع به صورت یکنواخت شعاعی با دبی ۲۲ مترمکعب در ثانیه به بیرون رانده می‌شود. با صرف‌نظر از اثر

چسبندگی، سرعت در فاصله دو متری از دیوار (یک متری از لوله) چند متر در ثانیه است؟

$$۰٫۰۳۵۷ \quad (۲)$$

$$۰٫۰۲۳۷ \quad (۱)$$

$$۰٫۰۷۵۷ \quad (۴)$$

$$۰٫۰۴۶۷ \quad (۳)$$

۳۲- سیالی را با چگالی  $500$  کیلوگرم بر مترمکعب و ضریب چسبندگی در نظر بگیرید. میدان سرعت آن  $V = 10x^2y\vec{i} + 20(yz+x)\vec{j} + 20\vec{k}$  است. نیروی وارد بر واحد جرم یک ذره را که در نقطه A به مختصات  $x=y=z=1$  است به دست آورید.

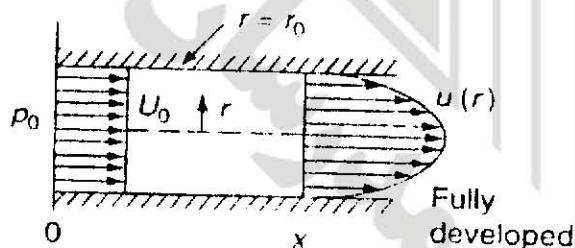
$$\begin{aligned} (1) \quad & 10\vec{i} + 40\vec{j} + 20\vec{k} \\ (2) \quad & 600\vec{i} + 1400\vec{j} \\ (3) \quad & 1000\vec{i} + 6400\vec{j} \\ (4) \quad & 5000\vec{i} + 20000\vec{j} \end{aligned}$$

۳۳- دو استوانه مدور هم مرکز عمودی بلند را در نظر بگیرید، که بین آن‌ها از سیالی لزج پر شده است. شعاع استوانه داخلی کمی کمتر از شعاع استوانه خارجی است. گشتاور وارد به استوانه داخلی در کدام یک از موارد زیر بیش‌تر است؟  
 (۱) استوانه داخلی با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  بچرخد و استوانه بیرونی ثابت باشد.  
 (۲) استوانه بیرونی با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  بچرخد و استوانه داخلی ثابت باشد.  
 (۳) هر دو استوانه با سرعت ثابت  $\omega$  و در یک جهت بچرخند.  
 (۴) هیچ کدام

۳۴- یک برگ کاغذ A4 را از طول به دو قسمت مساوی تقسیم کرده‌ایم و با یکی از آن‌ها یک استوانه و با دیگری یک ایرفویل می‌سازیم و آن‌ها را از ارتفاع یکسان از زمین رها می‌کنیم. با صرف‌نظر از حرکات خارج صفحه‌ای سرعت حد ایرفویل ..... سرعت حد استوانه بوده و ..... به زمین می‌رسد.

$$\begin{aligned} (1) \quad & \text{بیش‌تر از - زودتر} \\ (2) \quad & \text{کم‌تر از - زودتر} \\ (3) \quad & \text{مساوی - دیرتر} \\ (4) \quad & \text{مساوی - زودتر} \end{aligned}$$

۳۵- جریان سیالی با چگالی  $\rho$ ، در ناحیه ورودی لوله را مطابق شکل روبه‌رو در نظر بگیرید. کدام عبارت زیر نیروی پسای (drag) وارد بر دیواره لوله را نشان می‌دهد؟ ( $p_0$  فشار در ورود و  $p_x$  فشار در مقطع  $x$  است.)



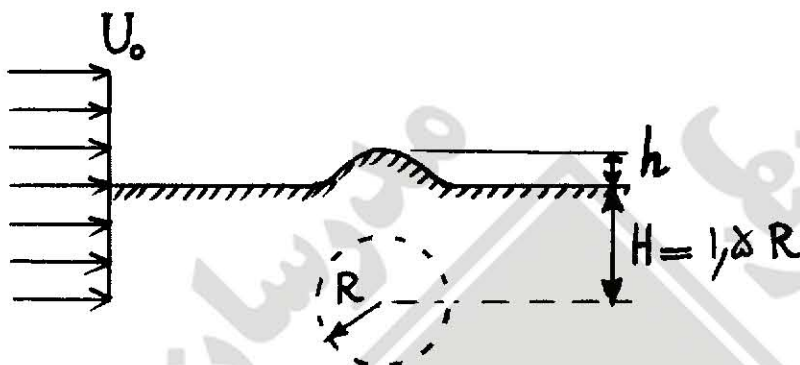
$$(1) \quad D = \pi r_0^2 (p_0 - p_x)$$

$$(2) \quad D = \pi r_0^2 (p_0 - p_x - \frac{1}{4} \rho U_0^2)$$

$$(3) \quad D = \pi r_0^2 (p_0 - p_x + \frac{1}{4} \rho U_0^2)$$

$$(4) \quad D = \pi r_0^2 (p_0 - p_x - \frac{1}{4} \rho U_0^2)$$

۳۶- باد با سرعت  $U_0$  از روی تپه دو بعدی می‌گذرد. تپه را می‌توان شبیه به یکی از خطوط جریان در اطراف استوانه‌ای به شعاع  $R$  که در معرض جریان آزاد بوده و مرکز آن به فاصله  $1.5R$  از سطح زمین مطابق با شکل قرار دارد فرض کرد. ارتفاع  $h$  تپه



چقدر است؟

(۱)  $0.5R$

(۲)  $0.75R$

(۳)  $2R$

(۴)  $3R$

۳۷- نیروی وارد بر یک قایق تندرو را می‌خواهیم با آزمایش روی مدلی از آن که ده برابر کوچک‌تر ساخته شده، اندازه‌گیری کنیم. فرض می‌شود که اثر لزجت در نیروی مقاومت آب ناچیز باشد. مدل در داخل کانال آب آزمایشگاه با همان خواص آب دریا کشیده می‌شود. چنانچه نیروی لازم برای کشیدن مدل  $200N$  باشد، نیروی مقاومت آب بر روی قایق اصلی چند نیوتن خواهد بود؟

(۲)  $20000$

(۱)  $2000$

(۴)  $2000000$

(۳)  $2000000$

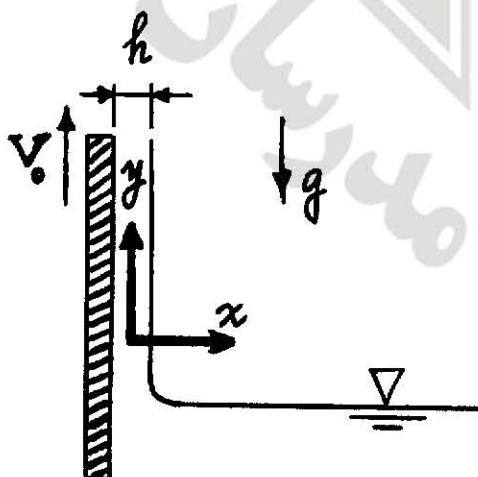
۳۸- یک تسمه پهن با سرعت ثابت  $V_0$  به صورت قائم مطابق شکل از داخل یک مخزن مایع حرکت می‌کند. در اثر نیروهای ویسکوزیته، فیلم نازکی از سیال به ضخامت  $h$  به سمت بالا کشیده می‌شود، در حالی که نیروی جاذبه حرکت سیال را کند می‌کند. با استفاده از معادلات ناویر - استوکس و با فرض جریان کاملاً توسعه یافته آرام، سرعت میانگین سیال کدام است؟

(۱)  $V_0 - \frac{\rho}{3\mu} gh^2$

(۲)  $V_0 - \frac{\rho}{3\mu} gh^2$

(۳)  $V_0 + \frac{\rho}{3\mu} gh^2$

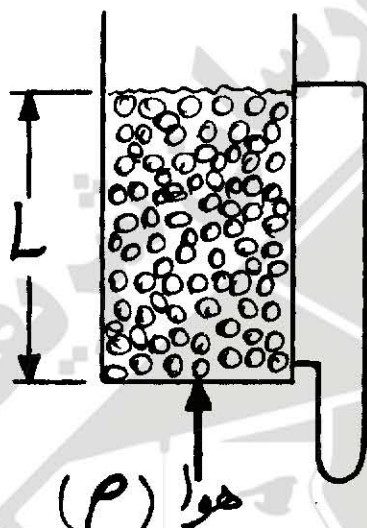
(۴)  $V_0 + \frac{\rho}{3\mu} gh^2$



۳۹- مجموعه  $\psi = U_{\infty} r \sin \theta - \sum_{i=1}^n k_i \ln r_i$  در جریان ایده آل چه نوع خط جریانی را نشان می دهد؟

- (۱) جریان روی جسم رانکین  
(۲) جریان روی یک ایرفویل  
(۳) جریان در یک گوشه به زاویه  $\theta$   
(۴) جریان روی یک جسم نیمه بی نهایت

۴۰- حداقل اختلاف فشار لازم بین دو سمت یک توده ذرات جامد به دانسیته ذرات  $\rho_p$  و طول توده  $L$ ، که بتواند ذرات را شناور سازد، چقدر است؟



- $\rho_p$  = دانسیته ذرات  
 $\rho$  = دانسیته سیال  
 $L$  = طول توده ذرات  
 $\epsilon$  = کسر حجمی فضاهای خالی بین ذرات به حجم کل (ضریب تخلخل توده)  
 $\Delta P$  = اختلاف فشار دو سمت توده ذرات  
 $g$  = شتاب ثقل

(۱)  $\Delta P = g(\rho_p - \rho)L$   
(۲)  $\Delta P = g(\rho_p - \rho)L\epsilon$   
(۳)  $\Delta P = g(1 - \epsilon)(\rho_p - \rho)L$   
(۴)  $\Delta P = g(1 - \epsilon)(\rho_p' + \rho')L / (\rho_p + \rho)$

۴۱- یک کره فلزی به قطر ۵ میلی متر و چگالی نسبی ۳/۵ در روغنی با چگالی نسبی ۸/۰ و لزجت ۱ Pas سقوط می کند.

سرعت حد کره چندمتر بر ثانیه است؟ (ضریب درگ کره را ۰/۵ فرض کنید).

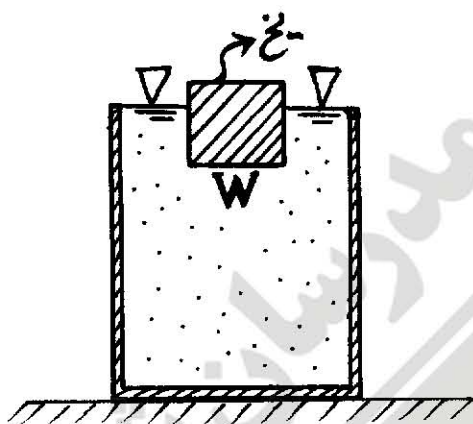
- (۱) ۰/۶  
(۲) ۱/۲  
(۳) ۲/۱  
(۴) ۴/۲

۴۲- در معادله اولر  $\rho \frac{D\vec{V}}{Dt} = \rho \vec{g} - \vec{\nabla} P$  عبارت  $\vec{\nabla} P$  نیروی فشار در واحد .....  $\rho \vec{g}$  نیروی ثقل در واحد ..... و

$\rho \frac{D\vec{V}}{Dt}$  نیروی ..... می باشد.

- (۱) حجم - حجم - اینرسی در واحد حجم  
(۲) حجم - حجم - ناشی از تغییر ممتم در واحد جرم  
(۳) جرم - جرم - اینرسی در واحد جرم  
(۴) جرم - جرم - ناشی از تغییر ممتم در واحد حجم

۴۳- لیوانی پر از آب را که قطعه یخی به وزن  $W$  در سطح آن شناور است در نظر بگیرید. اگر  $W'$  وزن آبی باشد که پس از ذوب شدن یخ به بیرون از لیوان می‌ریزد، کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد  $W'$  درست است؟



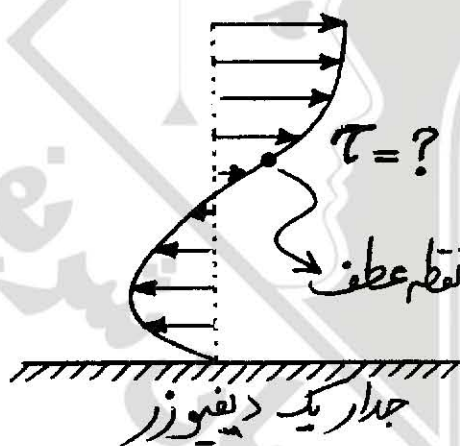
(۱)  $W' = 0$

(۲)  $W' > W$

(۳)  $W' = W$

(۴)  $W' < W$

۴۴- یک لایه مرزی دچار پدیده جدایش شده است. فرض کنید در مقطع خاصی از دیواره پروفیل سرعت به صورت چند جمله‌ای درجه ۳ به صورت  $u(y) = Ay^3 - 3Ay^2$  باشد در نقطه عطف این پروفیل سرعت، تنش برشی چقدر است؟ (A ثابت معلومی است).



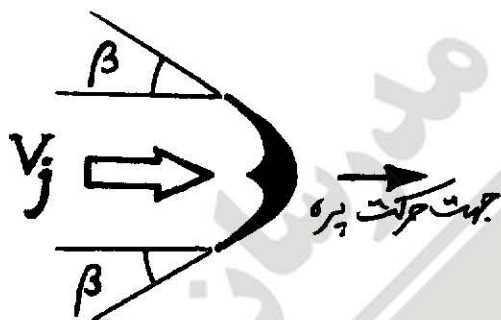
(۱)  $\tau = 0$

(۲)  $\tau = -\mu A$

(۳)  $\tau = -2\mu A$

(۴)  $\tau = -3\mu A$

۴۵- روتور یک چرخ پلتن با شعاع متوسط  $R$  با سرعت دورانی  $\omega$  (برحسب رادیان بر ثانیه) می‌چرخد و در معرض جریانی از یک سیال با سرعت  $V_j$  است. (مطابق شکل) اگر دبی جریان جت سیال را با  $\dot{m}$  نمایش دهیم، توان انتقالی به محور روتور در اثر عملکرد پره نشان داده شده در شکل، با کدام عبارت زیر بیان می‌شود؟



$$\dot{W}_s = \dot{m} V_j (V_j - \omega R) (1 + \cos \beta) \quad (۱)$$

$$\dot{W}_s = \dot{m} \omega R (V_j - \omega R) (1 + \cos \beta) \quad (۲)$$

$$\dot{W}_s = \dot{m} \omega R (V_j - \omega R) \cos \beta \quad (۳)$$

$$\dot{W}_s = \dot{m} \omega R (V_j - \omega R) \cos \beta \quad (۴)$$