



کد کنترل

725

A

صبح جمعه

۹۷/۱۲/۳

دفترچه شماره (۱)



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

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

**آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۸**

**رشته مهندسی پزشکی - بیومتریال - کد (۲۳۴۹)**

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 عمومی ۱ و ۲ - معادلات دیفرانسیل - زیست‌سازگاری - سرمایه‌ها و فلزات و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی - پلیمرها و کامپوزیت‌ها و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حل 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 می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۸

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

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

۱- بازه همگرایی سری توانی  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} 2^n x^{2n}}{2^n + 3^n}$  کدام است؟

$$(1) \left[ -\sqrt{\frac{3}{2}}, \sqrt{\frac{3}{2}} \right]$$

$$(2) \left( -\sqrt{\frac{3}{2}}, \sqrt{\frac{3}{2}} \right)$$

$$(3) \left[ -\sqrt{\frac{3}{2}}, \sqrt{\frac{3}{2}} \right)$$

$$(4) \left( -\sqrt{\frac{3}{2}}, \sqrt{\frac{3}{2}} \right)$$

۲- فرض کنید  $f(x, y) = \begin{cases} \frac{x^2 + y^2 - x^2 y - xy^2}{x^2 + y^2} & (x, y) \neq (0, 0) \\ a & (x, y) = (0, 0) \end{cases}$  اگر  $f$  در  $(0, 0)$  پیوسته باشد، مقدار  $a$  کدام است؟

$$(1) 0$$

$$(2) 1$$

$$(3) -1$$

(۴) تابع  $f$  به ازای هر مقدار  $a$ ، در مبدأ مختصات ناپیوسته است.

۳- مقدار انتگرال  $\int_{-3}^3 \int_{-\sqrt{9-x^2}}^{\sqrt{9-x^2}} \int_{x^2+y^2}^9 x^2 dz dy dx$  کدام است؟

(۱)  $\frac{243\pi}{4}$

(۲)  $\frac{729\pi}{4}$

(۳)  $61\pi$

(۴)  $182\pi$

۴- فرض کنید S بخشی از سطح روبه  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$  باشد که بین صفحات  $z = 1$  و  $z = 2$  قرار دارد. مقدار انتگرال  $\iint_S (x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}) dS$  کدام است؟

(۱)  $\frac{14\pi}{6}$

(۲)  $\frac{15\pi}{6}$

(۳)  $\frac{16\pi}{6}$

(۴)  $\frac{17\pi}{6}$

۵- ناحیه محصور به مخروطهای  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$  و  $z = 2\sqrt{x^2 + y^2}$  درون استوانه  $x^2 + y^2 = 2y$  بین صفحات  $x = 0$  و  $y = x$  با کدام مجموعه توصیف می‌شود؟

(۱)  $\{(r, \theta, z) \mid 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}, 0 \leq r \leq 2\cos\theta, r \leq z \leq 2r\}$

(۲)  $\{(r, \theta, z) \mid 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}, 0 \leq r \leq 2\sin\theta, r \leq z \leq 2r\}$

(۳)  $\{(r, \theta, z) \mid \frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}, 0 \leq r \leq 2\sin\theta, r \leq z \leq 2r\}$

(۴)  $\{(r, \theta, z) \mid \frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}, 0 \leq r \leq 2\cos\theta, r \leq z \leq 2r\}$

۶- فرض کنید  $c$  یک مرز بسته در جهت مثبت مثلثاتی است.  $c$  مرز کدام دامنه زیر باشد تا حاصل

$$\oint_c x^2 y^2 dx + (x^2 y^2 + 5x) dy$$

$$(1) \{(x, y), x^2 + y^2 \leq 1\}$$

$$(2) \{(x, y), x^2 + y^2 \leq 2y\}$$

$$(3) \{(x, y), 0 \leq y \leq 2, -1 \leq x \leq 1\}$$

(۴) ناحیه محصور بین خط  $x + y = 2$  و محورهای مختصات واقع در ربع اول

۷- اگر  $z_n = \cos \frac{\pi}{3^n} + i \sin \frac{\pi}{3^n}$  یک عدد مختلط باشد، حاصل  $\prod_{i=0}^{\infty} \bar{z}_i = \bar{z}_0 \bar{z}_1 \bar{z}_2 \dots$  کدام است؟ ( $\bar{z}$  مزدوج  $z$  است).

(۱) -۱

(۲) ۰

(۳) ۱

(۴)  $i$

۸- فرض کنید  $(n \in \mathbb{N})$ ،  $I_n = \int_0^{\pi} \cos^n x dx$ . اگر  $A_n = \frac{I_{n+1}}{I_n}$  و  $B_n = \frac{I_{n+2}}{I_n}$ ، آنگاه کدام مورد درست است؟

$$(1) \lim_{n \rightarrow +\infty} A_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} B_n = \frac{1}{2}$$

$$(2) \lim_{n \rightarrow +\infty} A_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} B_n = 1$$

$$(3) \lim_{n \rightarrow +\infty} A_n = \frac{1}{2}, \lim_{n \rightarrow +\infty} B_n = 1$$

$$(4) \lim_{n \rightarrow +\infty} A_n = 1, \lim_{n \rightarrow +\infty} B_n = \frac{1}{2}$$

۹- جسمی از دوران ناحیه محدود به تابع پیوسته و مثبت  $y = f(x)$ ، محور  $x$ ها، خطوط  $x = a$  و  $x = 0$  حول محور  $x$ ها ایجاد می‌شود. اگر به ازای هر  $a > 0$ ، حجم جسم  $a^2 + a$  باشد، ضابطه  $f(x)$  کدام است؟

$$(1) \frac{2x+1}{\pi}$$

$$(2) \frac{x^2+x}{\pi}$$

$$(3) \sqrt{\frac{2x+1}{\pi}}$$

$$(4) \sqrt{\frac{x^2+x}{\pi}}$$

۱۰- اگر  $f(x) = \frac{\ln(1+x^2) - x^2 e^x}{x^2}$  باشد، مقدار  $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$  کدام است؟

$$(1) -1$$

$$(2) 0$$

$$(3) +1$$

$$(4) \infty$$

۱۱- اگر  $y_i(x) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n x^{n+r_i}$  و  $i = 1, 2$  سری مک‌لورن جواب‌های مستقل خطی معادله دیفرانسیل

$$(e^x - 1 - x)y'' - 4xy' + \Delta y = 0$$
 باشند، مقدار  $r_1^2 + r_2^2$  کدام است؟

$$(1) 44$$

$$(2) 48$$

$$(3) 61$$

$$(4) 65$$

۱۲- جواب عمومی معادله دیفرانسیل  $y^{(4)} + 10y'' + 9y = \cos^2 x$  کدام است؟

$$(1) y = c_1 \cos x + c_2 \sin x + c_3 \cos 3x + c_4 \sin 3x - \frac{1}{30} \cos 2x + \frac{1}{18}$$

$$(2) y = c_1 e^x + c_2 e^{2x} + c_3 e^{-x} + c_4 e^{-2x} - \frac{1}{30} \cos 2x + \frac{1}{9}$$

$$(3) y = c_1 \cos x + c_2 \sin x + c_3 \cos 3x + c_4 \sin 3x - \frac{1}{15} \sin 2x + \frac{1}{18}$$

$$(4) y = c_1 e^x + c_2 e^{2x} + c_3 e^{-x} + c_4 e^{-2x} - \frac{1}{15} \sin 2x + \frac{1}{9}$$

۱۳- جواب مسئله مقدار اولیه روبهرو، کدام است؟

$$\begin{cases} y'(x) = e^x + \cos x \int_0^x y(t) \cos t dt + \sin x \int_0^x y(t) \sin t dt \\ y(0) = 0 \end{cases}$$

$$y(x) = -2 - x - \frac{1}{2}x^2 + 2e^x \quad (1)$$

$$y(x) = -2 - x + 2e^x + \cos x \quad (2)$$

$$y(x) = -2 + x + e^{-x} + 2e^x \quad (3)$$

$$y(x) = -2 - x + 2e^x + \sin x \quad (4)$$

۱۴- فرض کنید  $y_1(x) = x^{-1}$  و  $y_2(x)$  دو جواب مستقل خطی معادله دیفرانسیل  $y'' + f_1(x)y' + f_2(x)y = 0$  و

$w(y_1, y_2) = e^x$  (رونسکین) باشند،  $y_2(x)$  کدام است؟

$$x^{-1}e^x + c \quad (1)$$

$$\frac{x^2 - 2x + 2}{x}e^x + c \quad (2)$$

$$(x^2 - 2x + 2)e^x + c \quad (3)$$

$$x(x^2 - 2x + 2)e^x + c \quad (4)$$

۱۵- جواب عمومی معادله دیفرانسیل  $y' = \frac{3x^2}{x^2 + y + 1}$  کدام است؟

$$x^2 - y + ce^y + 2 = 0 \quad (1)$$

$$x^2 - y + ce^y - 2 = 0 \quad (2)$$

$$x^2 + y - ce^y - 2 = 0 \quad (3)$$

$$x^2 + y - ce^y + 2 = 0 \quad (4)$$

۱۶- در جدول روبهرو، مدول (E) و قطر چهار نوع عروق مصنوعی با ضخامت یکسان نشان داده شده است. کدام عروق

بیشترین انطباق را با سیستم قلبی - عروقی دارد؟

عروق	قطر (mm)	E(MPa)
A	۵	۹
B	۳	۱۵
C	۱۰	۱۰
D	۸	۱۷

D (۴)

C (۳)

B (۲)

A (۱)



۱۷- در استخوانی ترکیب زیر وجود دارد. مدول الاستیک استخوان (E) زمانی که بارگذاری در جهت ایاف کلاژن باشد، چند GPa است؟

فاز	حجمی (%)	E(GPa)	$\sigma_c$ (MPa)	دانسیتته ( $g.cm^{-3}$ )
کلاژن	۵۰	۰/۱	۱۰۰	۱
معدنی	۵۰	۳۰۰	۳۰۰	۲/۲

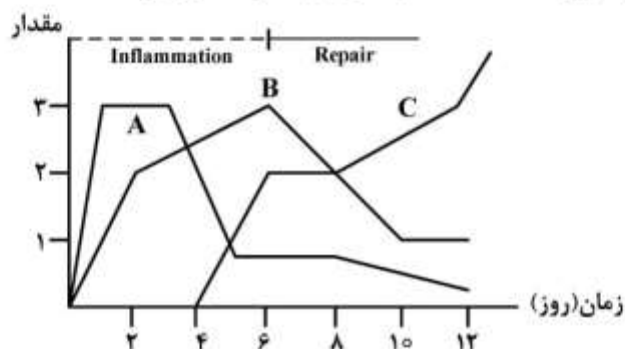
(۱) ۶۰۰

(۲) ۱۵۰

(۳) ۰/۶

(۴) ۰/۱۵

۱۸- در نمودار ترمیم زخم زیر، خطوط A، B و C به ترتیب تغییرات غلظت کدام سلول/بافت را نشان می‌دهد؟



(۱) نوتروفیل‌ها - فیبروبلاست‌ها - کلاژن

(۲) کلاژن - نوتروفیل‌ها - فیبروبلاست‌ها

(۳) نوتروفیل‌ها - کلاژن - فیبروبلاست‌ها

(۴) فیبروبلاست‌ها - نوتروفیل‌ها - کلاژن

۱۹- در بافت‌های غضروف، وجود ..... سبب افزایش سفتی بافت و در بافت‌های عروقی وجود ..... سبب

افزایش رفتار کشسانی آن‌ها می‌شود.

(۲) کندروتین سولفات - کلاژن

(۱) کلاژن - کندروتین سولفات

(۴) کلاژن - الاستین

(۳) کندروتین سولفات - الاستین

۲۰- کدام بارگذاری، سبب تغییر آرایش ساختار استخوان (remodeling) می‌شود؟

(۱) خمشی - استاتیک (۲) خمشی - دینامیک (۳) فشاری - استاتیک (۴) فشاری - دینامیک

۲۱- ترمیم از طریق بازسازی، در مهندسی کدام بافت امکان بیشتری دارد؟

(۱) پوست (۲) عصب (۳) عضله صاف (۴) عضله مخطط

۲۲- سیستم ایمنی در مهندسی کدام بافت، عملاً نقش کمتری در زیست‌سازگاری ایفا می‌کند؟

(۱) استخوان (۲) پوست (۳) عصب (۴) قرنيه

۲۳- در کاربردهای معمول گروه‌های مختلف مواد بیومتریالی در حال حاضر، کدام گروه، سرطان‌زایی بیشتری دارد؟

(۱) پلیمرها (۲) فلزات (۳) کامپوزیت‌ها (۴) سرامیک‌ها

۲۴- مهم‌ترین علت برای منطقی بودن رسانایی داربست در مهندسی بافت عصب، کدام است؟

(۱) امکان اعمال میدان الکتریکی بر داربست (۲) رشد سریع‌تر و جهت‌مندی

(۳) رسانا بودن ECM در بافت طبیعی (۴) لزوم انتقال جریان الکتریکی در عصب

- ۲۵- بعد از جایگزینی قسمت‌های تخریب‌شده یک داربست مهندسی بافت، رفتار طبیعی کدام سلول اهمیت بیشتری دارد؟  
 (۱) آندوتلیال (۲) ایمنی (۳) پارانشیم (۴) فیبروبلاست
- ۲۶- کدام ماده، بیوسرامیک زیست‌خنثی نیست؟  
 (۱) اکسید آلومینیم (۲) دی‌اکسید زیرکونیم (۳) تری‌کلسیم فسفات (۴) کربن پیرولیتیک
- ۲۷- مقاومت به شوک حرارتی در شیشه‌ها با کدام مورد رابطه عکس دارد؟  
 (۱) مدول یانگ (۲) استحکام شکست (۳) ظرفیت گرمایی (۴) ضریب هدایت حرارتی
- ۲۸- علت افزودن اکسید ایتیریم به زیرکونیا در فرایند تولید زیرکونیای تثبیت‌شده چیست؟  
 (۱) بالا بردن دمای تبدیل تتراگونال به کوبیک  
 (۲) پایین آوردن دمای تبدیل تتراگونال به منوکلنیک  
 (۳) تهیه زیرکونیایی که در دمای اتاق فقط دارای فاز کوبیک است.  
 (۴) تهیه زیرکونیایی که در دمای اتاق فقط دارای فاز منوکلنیک است.
- ۲۹- از بیوسرامیک‌های تقریباً خنثی در مواردی استفاده می‌شود که:  
 (۱) بخواهیم بافت‌های اطراف جایگزین کاشتنی شود.  
 (۲) بخواهیم پوششی از بافت فیبروز اطراف کاشتنی داشته باشیم.  
 (۳) ثبات، نفوذناپذیری و عدم پاسخ فیزیولوژیک مورد نیاز باشد.  
 (۴) تشکیل یک لایه هیدروکسی آپاتیت بر روی کاشتنی ضروری باشد.
- ۳۰- پدیده ناهمسانگردی (انیزوتروپی) در کدام مورد دیده می‌شود؟  
 (۱) تیتانیم بس‌بلور (۲) بیوگلس ۴۵۵۵ (۳) کلسیم فسفات آمورف (۴) اکسید آلومینیم تک‌بلور
- ۳۱- سازوکار اصلی انتقال مواد در فرایند سینتر حالت جامد کدام است؟  
 (۱) نفوذ (۲) تبخیر - میعان (۳) انحلال - رسوب (۴) جریان ویسکوز
- ۳۲- سازوکار رسانایی گرمایی در فلزات و سرامیک‌ها به ترتیب کدام است؟  
 (۱) حرکت یون‌ها - ارتعاشات شبکه (۲) امواج الکترومغناطیس - حرکت یون‌ها  
 (۳) ارتعاشات شبکه - حرکت الکترون‌های آزاد (۴) حرکت الکترون‌های آزاد - ارتعاشات شبکه
- ۳۳- شکست یک سازه فلزی تحت تنش دینامیک چه نامیده می‌شود؟  
 (۱) خزش (۲) خستگی (۳) شکست نرم (۴) شکست ترد
- ۳۴- کدام ایمپلنت فلزی در بدن با سازوکار زیست‌فعالیت تثبیت می‌شود؟  
 (۱) پلاتینیم خالص (۲) آلیاژ Ti6Al4V  
 (۳) فولاد 316L (۴) آلیاژ کبالت - کروم F75
- ۳۵- کدام مورد بیان‌گر یکی از مشکلات استفاده از کاشتنی‌های فلزی در استخوان‌های تحمل‌کننده وزن است؟  
 (۱) ویژگی‌های مکانیکی ضعیف‌تر از استخوان اسفنجی و قشری  
 (۲) افزایش تنش مکانیکی اعمال‌شده بر استخوان و افزایش تحلیل بافت استخوان  
 (۳) ایجاد پوکی استخوان وابسته به کاشتنی به علت فعال شدن استئوکلاست‌ها  
 (۴) اشکال در خارج کردن کاشتنی‌های فولادزنگ‌نزن در برابر آلیاژهای تیتانیومی
- ۳۶- عیب استفاده از پلی‌متیل متاکریلات در ایمپلنت‌ها چیست؟  
 (۱) تولید بخارهای سمی (۲) روش‌های تولید محدود  
 (۳) چقرمگی شکست پایین (۴) گرماگیر بودن واکنش پلیمریزاسیون



- ۳۷- از کدام پلیمر برای ساخت داربست‌های قابل تزریق با مکانیزم سفت شدن پخت نوری، نمی‌توان استفاده کرد؟  
 (۱) پلی متاکریلات (۲) ژلاتین - متاکریلات (۳) کینوسان - متاکریلات (۴) پلی پروپیلن فومارات
- ۳۸- از پلی اتیلن ترفتلات (PET) در کدام کاربردهای پزشکی استفاده نمی‌شود؟  
 (۱) دریچه‌ها (۲) نخ‌های بخیه (۳) ساخت پیوند رگ مصنوعی (۴) مهندسی بافت
- ۳۹- کدام پلیمرها قابلیت تخریب زیستی به صورت اتوکاتالیستی دارند؟  
 (۱) پلی استرها (۲) پلی یورتان‌ها (۳) پلی انیدریدها (۴) پلی اورتواسترها
- ۴۰- در کدام یک از سامانه‌های تورمی زیر می‌توان رهاش درجه صفر داشت؟ ( $t_d$  زمان مورد نیاز برای نفوذ آب و دارو،  $t_R$  زمان مورد نیاز برای آسایش زنجیرهای پلیمر)  
 (۱) به شکل فیلم،  $t_d > t_R$  (۲) به شکل فیلم،  $t_R > t_d$   
 (۳) به شکل میکروذرات،  $t_R > t_d$  (۴) به شکل میکروذرات،  $t_d > t_R$
- ۴۱- اصطلاح «ایزو الاستیک» در بیوکامپوزیت‌ها، یعنی مدول الاستیک بیوکامپوزیت:  
 (۱) فقط در یک جهت تقویت شده است. (۲) فقط در یک جهت با بافت میزبان یکسان است.  
 (۳) با بافت میزبان یکسان است. (۴) در همه جهات به صورت یکسان تقویت شده است.
- ۴۲- کدام روش برای ساخت داربست‌های کامپوزیتی به روش‌های برهم افزا (additive manufacturing) مناسب نیست؟  
 (۱) 3DP (۲) SLA (۳) SLS (۴) FDM
- ۴۳- کدام مورد موجب افزایش شفافیت کامپوزیت‌های مورد استفاده در ترمیم دندان می‌شود؟  
 (۱) کوارتز (۲) اسید تارتاریک  
 (۳) ترکیبات سیلانی (۴) سیمان یونومر UICS
- ۴۴- کدام مورد جزء معایب الیاف کربن در کامپوزیت‌سازی است؟  
 (۱) استحکام برشی کم (۲) استحکام تسلیم کم  
 (۳) مدول الاستیک کم (۴) وزن کم
- ۴۵- کدام مورد از مزایای روش نفوذدهی سُل (sol) به منظور تهیه کامپوزیت زمینه‌سرامیکی نیست؟  
 (۱) کنترل ترکیب زمینه (۲) نفوذ آسان در الیاف  
 (۳) چگالش در دمای پایین (۴) عدم انقباض حین سینترینگ





