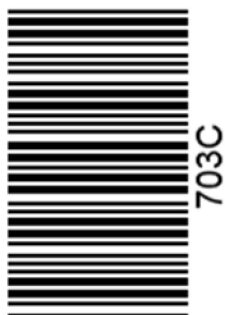


کد کنترل

703

C



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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قلّه بود.»  
مقام معظم رهبری

عصر جمعه  
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۳

مهندسی پزشکی (کد ۲۳۴۷)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۰۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضیات عمومی ۱ و ۲ - معادلات دیفرانسیل	۱۵	۱	۱۵
۲	مقدمه‌ای بر مهندسی زیست‌پزشکی	۱۰	۱۶	۲۵
۳	پردازش سیگنال‌های پزشکی - کنترل سیستم‌های عصبی عضلانی	۲۰	۲۶	۴۵
۴	مبانی بیومکانیک - مکانیک محیط پیوسته	۳۰	۴۶	۷۵
۵	زیست‌سازگاری - سرامیک‌ها و فلزات و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی - پلیمرها و کامپوزیت‌ها و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی	۳۰	۷۶	۱۰۵

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

\* 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 سؤالها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالها و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

ریاضیات عمومی ۱ و ۲ - معادلات دیفرانسیل:

۱- ریشه‌های سوم عدد ۸- در صفحه مختصات، یک مثلث تشکیل می دهند. محیط مثلث کدام است؟

(۱)  $3\sqrt{3}$

(۲)  $4\sqrt{3}$

(۳)  $6\sqrt{3}$

(۴)  $8\sqrt{3}$

۲- دامنه و بُرد تابع ضمنی با متغیر مستقل  $x$  و متغیر وابسته  $y$  که در ضابطه  $y^2 - 2y = x^3 + 2x^2 + 2x + 3$  صدق کرده و  $y(0) = -1$ ، کدام است؟

(۱)  $y \leq 1, x \geq -2$

(۲)  $y \geq -1, x \geq -2$

(۳)  $y \leq 4, -2 \leq x \leq 1$

(۴)  $y \geq -4, -2 \leq x \leq 1$

۳- مقدار  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[n]{(n+1)(n+2)\dots(2n)}}{n}$ ، کدام است؟

(۱) صفر

(۲)  $\frac{4}{e}$

(۳) ۱

(۴)  $e$

۴- مقدار  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\int_1^{e^x} (\ln t)^2 dt}{x^2 \sin x}$ ، کدام است؟

(۱) -۱

(۲) ۱

(۳)  $-\frac{1}{3}$

(۴)  $\frac{1}{3}$

۵- تعداد ریشه‌های حقیقی معادله  $3^x + 4^x = 5^x$ ، کدام است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) حداقل ۳ ریشه

۶- کدام عبارت برای انتگرال‌های  $I = \int_2^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{x}(\ln x)^{10}}$  و  $J = \int_1^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{x}(2 + \sin x)^{10}}$  درست است؟

(۱) I و J هر دو همگرا هستند.

(۲) I و J هر دو واگرا هستند.

(۳) I همگرا و J واگرا است.

(۴) I واگرا و J همگرا است.

۷- کدام مورد برای اکستریم‌های تابع  $f(x, y) = x^3 - y^3 + 3xy$  روی ناحیه بسته محصور به محورهای مختصات و خط  $x - y = 1$ ، درست است؟

(۱) مینیمم مطلق تابع  $-\frac{1}{4}$ ، ماکزیمم مطلق تابع  $\frac{3}{4}$  و f یک نقطه بحرانی دارد.

(۲) مینیمم مطلق تابع  $-1$ ، ماکزیمم مطلق تابع ۱ و f دو نقطه بحرانی دارد.

(۳) مینیمم مطلق تابع  $-\frac{1}{4}$ ، ماکزیمم مطلق تابع ۱ و f یک نقطه بحرانی دارد.

(۴) مینیمم مطلق تابع  $-\frac{1}{4}$ ، ماکزیمم مطلق تابع ۱ و f دو نقطه بحرانی دارد.

۸- مقدار متوسط فاصله نقاط درون قرص  $x^2 + y^2 \leq 1$  از نزدیک‌ترین ضلع کوچک‌ترین مربعی که این قرص را در بردارد، کدام است؟

(۱)  $1 + \frac{4\sqrt{2}}{3\pi}$

(۲)  $1 - \frac{4\sqrt{2}}{3\pi}$

(۳)  $1 + \frac{3\sqrt{2}}{4\pi}$

(۴)  $1 - \frac{3\sqrt{2}}{4\pi}$

۹- مساحت قسمتی از صفحه به معادله  $x + y + 2z = 2$  که به وسیله استوانه  $r = \cos \theta$  محدود می‌شود، کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi\sqrt{5}}{8}$

(۲)  $\frac{\pi\sqrt{6}}{8}$

(۳)  $\frac{\pi\sqrt{5}}{4}$

(۴)  $\frac{\pi\sqrt{6}}{4}$

۱۰- حجم قسمتی از کره  $\rho \leq 1$  که توسط مخروط  $\phi = \frac{\pi}{3}$  بریده می‌شود، کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi}{3}$

(۲)  $\frac{\pi}{2}$

(۳)  $\pi$

(۴)  $\frac{3\pi}{2}$

۱۱- مسیرهای قائم دسته منحنی‌هایی که زاویه بین شعاع حامل و خط مماس بر آنها در نقطه  $A(r, \theta)$  در صفحه مختصات قطبی، سه برابر  $\theta$  باشد، کدام است؟

(۱)  $r = C \sin(3\theta)$

(۲)  $r = C \cos(3\theta)$

(۳)  $r^3 = C \sin(3\theta)$

(۴)  $r^3 = C \cos(3\theta)$

۱۲- جواب عمومی معادله دیفرانسیل  $y' = \frac{y}{x^2 y \ln y - x}$  کدام است؟

(۱)  $xy(\frac{1}{2} \ln^2 |y| + c) = 1$

(۲)  $xy(-\frac{1}{2} \ln^2 |y| + c) = 1$

(۳)  $xy(\ln^2 |y| + c) = 1$

(۴)  $xy(-\ln^2 |y| + c) = 1$

۱۳- اگر  $y_1$  و  $y_2$  دو جواب مستقل خطی معادله دیفرانسیل  $ty'' + y' + ty = 0$ ،  $(t > 0)$  باشند، آنگاه  $W(y_1, y_2)(t)$  کدام است؟ (c عدد ثابت و W نمایش رونسکین است.)

(۱)  $ce^t$

(۲)  $ce^{-t}$

(۳)  $ct$

(۴)  $ct^{-1}$

۱۴- مقادیر ویژه مسئله مقدار اولیه زیر کدام است؟

$$\begin{cases} y'' - 4\lambda y' + 4\lambda^2 y = 0; \\ y(0) + y'(0) = 0, y(1) - y'(1) = 0 \end{cases}$$

(۱)  $\pm 1$

(۲)  $\pm \frac{i}{2}$

(۳)  $-1 \pm \frac{i}{2}$

(۴)  $1 \pm \frac{i}{2}$



۱۵- با استفاده از تغییر متغیر  $z = x^2$ ، یک جواب معادله دیفرانسیل  $x^2 y'' + xy' + (4x^4 - 1)y = 0$  کدام است؟ (J نمایش تابع بسل است.)

(۱)  $J_{\frac{1}{2}}(x^2)$

(۲)  $J_{\frac{1}{2}}(x)$

(۳)  $J_{\frac{1}{4}}(x^2)$

(۴)  $J_{\frac{1}{4}}(x)$

مقدمه/ای بر مهندسی زیست پزشکی:

۱۶- چه عاملی می تواند باعث افقی نماندن خط زمینه سیگنال ECG شود؟

(۱) اشباع تقویت کننده

(۲) قطع تقویت کننده

(۳) اعواج فرکانس پایین

(۴) اعواج فرکانس بالا

۱۷- اگر دستگاه ECG، موج R در ۶ ثانیه را نمایش دهد و حجم ضرب ۸۰ میلی لیتر باشد، برون ده قلبی چند لیتر بر دقیقه است؟

(۱) ۸/۴

(۲) ۷/۲

(۳) ۴/۲

(۴) ۳/۶

۱۸- کدام ویژگی برای افزایش دقت در تصویربرداری برای تحلیل حرکات راه رفتن، نقش مهم تری دارد؟

(۱) حذف نویزهای محیط به ویژه نویز برق شهر

(۲) آهسته و پیوسته بودن حرکت آزمودنی

(۳) استفاده از نور طبیعی خورشید در محیط

(۴) فرکانس حدود ۱۰۰ هرتز هم زمان با وضوح بالا

۱۹- اگر ضریب انتشار آزاد اکسیژن در محلول آبی حدود  $2 \times 10^{-5}$  سانتی متر مربع بر ثانیه و فاصله انتشار بین هوا و خون حدود ۰/۴ میکرون باشد، زمان انتشار چند میکروثانیه است؟

(۱) ۴۰

(۲) ۲۰

(۳) ۱۵

(۴) ۱۰

۲۰- کدام دریچه مصنوعی آسیب بیشتری به سلول های خون وارد می کند؟

(۱) هموگرفت

(۲) گوی در قفس

(۳) دریچه های دو لتی

(۴) دریچه های دیسکی کج شونده

۲۱- اگر شریان کاروتید بیماری که ۱۰٪ از خون قلب را منتقل می کند بریده شود، چند دقیقه طول می کشد تا ۲ لیتر خون از دست برود؟ (ضربان قلب بیمار = ۱۰۰ bpm، EDV = ۱۰۰ ml و ESV = ۶۰ ml)

(۱) ۲/۲۵

(۲) ۲/۵

(۳) ۳/۷۵

(۴) ۵

۲۲- در هنگام تحریک اعصاب ساق پا، اگر شدت تحریک کم باشد، کدام پاسخ ثبت می شود؟

(۱) موج H

(۲) موج M

(۳) ابتدا موج H و سپس موج M

(۴) ابتدا موج M و سپس موج H

۲۳- اگر پرتو  $x$  با  $1500$  فوتون از آب با  $1$  سانتی متر ضخامت عبور کند و بعد از عبور،  $1000$  فوتون از آن گسیل شود، در حالتی که ضریب کاهش خطی  $0.4$  باشد، لایه نیم کننده پرتو  $x$  چند سانتی متر است؟

(۱)  $0.86$  (۲)  $1.5$

(۳)  $1.73$  (۴)  $3.46$

۲۴- مدار آشکارسازی قطع الکتروود در دستگاه مانیتورینگ قلبی، از چه فرکانسی استفاده می کند؟

(۱)  $50 \text{ Hz}$  (۲)  $50 \text{ KHz}$

(۳)  $150 \text{ Hz}$  (۴)  $150 \text{ KHz}$

۲۵- برای تفسیر سیگنال الکترومایوگرام، از چه شاخصی می توان استفاده کرد؟

(۱) ماکسیمم دامنه سیگنال (۲) ماکسیمم فرکانس سیگنال

(۳) مشتق شکل موج سیگنال (۴) انتگرال قدرمطلق شکل موج

پردازش سیگنال های پزشکی - کنترل سیستم های عصبی عضلانی:

۲۶- یک سیگنال EEG و یک سیگنال ECG را به طور هم زمان ثبت می کنیم. سیگنال EEG را با فرکانس  $200 \text{ Hz}$  نمونه برداری کرده و  $x[n]$  می نامیم، سیگنال ECG را نیز با فرکانس  $500 \text{ Hz}$  نمونه برداری و  $y[n]$  می نامیم. از سیگنال  $x[n]$  یک قطعه  $1000$  نقطه ای را در نظر گرفته و  $1000 \text{ DFT}$  نقطه ای آن را  $X[k]$  می نامیم. از یک سیگنال  $y[n]$  نیز یک قطعه  $2000$  نقطه ای را در نظر گرفته و  $2000 \text{ DFT}$  نقطه ای آن را  $Y[k]$  می نامیم. اگر بخواهیم تخمینی از نسبت طیف سیگنال EEG به طیف سیگنال ECG در فرکانس  $10 \text{ Hz}$  را به دست آوریم، کدام مورد تخمین مناسبی از این نسبت خواهد بود؟

(۱)  $\frac{X[50]}{Y[40]}$  (۲)  $\frac{X[50]}{Y[50]}$

(۳)  $\frac{5 X[50]}{2 Y[40]}$  (۴)  $\frac{2 X[50]}{5 Y[50]}$

۲۷- بردار تصادفی  $X$  را در نظر بگیرید که از سه متغیر تصادفی گوسی مستقل از هم تشکیل شده است ( $X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$ ). اگر

ماتریس های همبستگی ( $R_X$ ) و کواریانس ( $C_X$ ) بردار تصادفی  $X$  به صورت زیر باشند، در مورد متغیر تصادفی  $X_2$  چه می توان گفت؟

$$C_X = \begin{bmatrix} 16 & 0 & 0 \\ 0 & 9 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}, R_X = \begin{bmatrix} 17 & 4 & 3 \\ 4 & 25 & 12 \\ 3 & 12 & 13 \end{bmatrix}$$

(۱)  $X_2$  توزیع گوسی با میانگین ۳ و انحراف معیار ۴ دارد.

(۲)  $X_2$  توزیع گوسی با میانگین ۴ و انحراف معیار ۳ دارد.

(۳)  $X_2$  توزیع گوسی با میانگین ۴ و انحراف معیار ۵ دارد.

(۴)  $X_2$  توزیع گوسی با میانگین ۵ و انحراف معیار ۳ دارد.

۲۸- یک سیگنال EEG و یک سیگنال ECG را به طور همزمان و با فرکانس نمونه برداری  $500\text{Hz}$  ثبت کرده ایم و سیگنال مغزی حاوی نویز ناشی از سیگنال قلبی است. از روی سیگنال قلبی سری R-R را استخراج می کنیم. فاصله متوسط دو پیک R در سیگنال ثبت شده  $0.8$  ثانیه است. طیف سیگنال مغزی را تخمین زده و در آن یک پیک ناشی از ضربان قلب ملاحظه می شود. اگر باندهای فرکانس سیگنال مغزی را به صورت زیر نام گذاری کنیم، پیک ناشی از ضربان قلب در کدام باند قابل مشاهده است؟

$$\delta_1 = [0 - 1]\text{Hz}, \delta_2 = [1 - 3]\text{Hz}, \delta_3 = [3 - 4]\text{Hz}$$

$$\theta_1 = [4 - 5]\text{Hz}, \theta_2 = [5 - 7]\text{Hz}, \theta_3 = [7 - 8]\text{Hz}$$

$$\alpha_1 = [8 - 9]\text{Hz}, \alpha_2 = [9 - 11]\text{Hz}, \alpha_3 = [11 - 13]\text{Hz}$$

$$\beta_1 = [13 - 17]\text{Hz}, \beta_2 = [17 - 25]\text{Hz}, \beta_3 = [25 - 30]\text{Hz}$$

$$\theta_1 \quad (1)$$

$$\theta_2 \quad (2)$$

$$\delta_1 \quad (3)$$

$$\delta_2 \quad (4)$$

۲۹- از یک سیگنال EEG تک کاناله، نمونه برداری کرده و قطعه  $1024$  نمونه ای از سیگنال را انتخاب کرده و  $1024\text{DFT}$  نقطه ای گرفته ایم. اگر رزولوشن فرکانسی در طیف توان تخمین زده شده با استفاده از DFT،  $0.25$  هرتز باشد، فرکانس نمونه برداری (بر حسب هرتز) و طول قطعه سیگنال (بر حسب ثانیه) به ترتیب، از راست به چپ چقدر هستند؟

$$4 - 256 \quad (1)$$

$$4 - 512 \quad (2)$$

$$2 - 256 \quad (3)$$

$$2 - 512 \quad (4)$$

۳۰- اگر  $x[n]$  و  $y[n]$  دو قطعه  $N$  نقطه ای سیگنال EEG ثبت شده روی دو کانال روی سطح سر باشند و بخواهیم تخمینی از تابع همبستگی متقابل این دو سیگنال را تخمین بزنیم، کدام تخمین برای هیچ مقداری از  $m$  بایاس ندارد؟

$$x[n], y[n], 0 \leq n \leq N-1$$

$$R_{xy}[m] = \frac{1}{N} \sum_{n=m}^{N-1} x[n] y[n-m] \quad (1)$$

$$R_{xy}[m] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-m-1} x[n] y[n+m] \quad (2)$$

$$R_{xy}[m] = \frac{1}{N-m} \sum_{n=m}^{N-m-1} x[n] y[n+m] \quad (3)$$

$$R_{xy}[m] = \frac{1}{N-m} \sum_{n=0}^{N-m-1} x[n] y[n+m] \quad (4)$$

۳۱- از یک قطعه  $1000$  نقطه ای سیگنال EEG، مقادیر تابع همبستگی آن در  $3$  مقدار زیر تخمین زده شده است. با استفاده از این  $3$  مقدار تابع همبستگی، پارامترهای کدام یک از مدل های زیر را برای این سیگنال می توان به دست آورد؟

$$R_x[1], R_x[2], R_x[3]$$

$$AR(2, 1), AR(3) \quad (2)$$

$$ARMA(1, 1), MA(2) \quad (4)$$

$$MA(2), AR(2) \quad (1)$$

$$ARMA(1, 1), AR(2) \quad (3)$$

۳۲- در یک سیگنال EMG چهار کاناله، نسبت سیگنال به نویز (SNR) چهار کانال به صورت زیر است. اگر توان نویز در چهار کانال یکسان باشد، نسبت سیگنال به نویز کل (توان کل سیگنال به توان کل نویز) چقدر است؟  
 $SNR_1 = 10 \text{ dB}, SNR_2 = 0 \text{ dB}, SNR_3 = 20 \text{ dB}, SNR_4 = 0 \text{ dB}$

$$SNR_{\text{all}} = 10 \log_{10}(32) = 15.05 \text{ dB} \quad (1)$$

$$SNR_{\text{all}} = 10 \log_{10}(28) = 14.47 \text{ dB} \quad (2)$$

$$SNR_{\text{all}} = 10 \log_{10}(16) = 12.04 \text{ dB} \quad (3)$$

$$SNR_{\text{all}} = 10 \log_{10}(10) = 10 \text{ dB} \quad (4)$$

۳۳- یک فرایند AR(1) به صورت خروجی یک سیستم LTI با پاسخ ضربه  $h[n] = (-\frac{1}{4})^n u[n]$  با ورودی نویز سفید و با واریانس واحد مدل می‌شود. چگالی طیف توان این فرایند کدام است؟

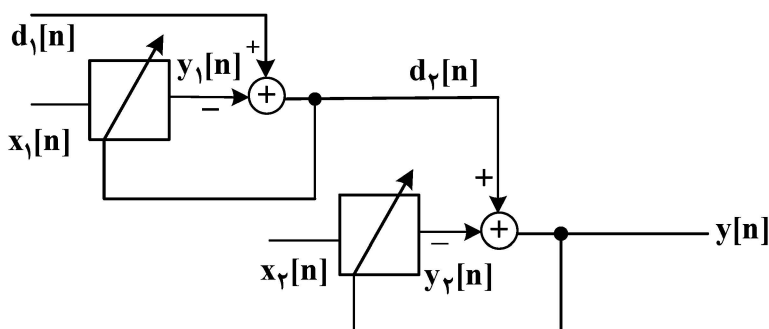
$$S_x(\omega) = \frac{4}{5 + 4 \cos \omega} \quad (1)$$

$$S_x(\omega) = \frac{4}{5 - 4 \cos \omega} \quad (2)$$

$$S_x(\omega) = \frac{5 + 4 \cos \omega}{4} \quad (3)$$

$$S_x(\omega) = \frac{5 - 4 \cos \omega}{4} \quad (4)$$

۳۴- سه سیگنال EEG، ECG و EOG را به طور همزمان و با فرکانس نمونه برداری یکسان، ثبت می‌کنیم. سیگنال EEG را از روی سطح سر و نزدیک به یک رگ ثبت کرده و آن را  $e[n]$  می‌نامیم. سیگنال ECG را از روی قفسه سینه ثبت کرده و آن را  $c[n]$  می‌نامیم و سیگنال EOG را از روی پلک ثبت کرده و آن را  $o[n]$  می‌نامیم. سیگنال  $e[n]$  آغشته به نویز ناشی از فعالیت قلب و فعالیت چشم است. می‌خواهیم با استفاده از ساختار فیلتر فوقی زیر، این دو نویز را حذف کنیم. کدام گزینه ساختار مناسبی برای حذف این دو نویز از  $e[n]$  را ارائه می‌کند به طوری که خروجی نهایی  $y[n]$  تخمینی از سیگنال مغزی حذف نویز شده باشد؟



$$d_1[n] = e[n], x_1[n] = c[n], x_2[n] = o[n] \quad (1)$$

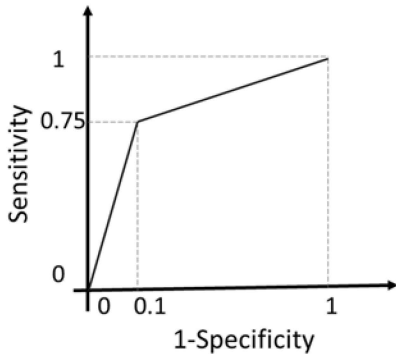
$$d_1[n] = c[n], x_1[n] = o[n], x_2[n] = e[n] \quad (2)$$

$$d_1[n] = o[n], x_1[n] = e[n], x_2[n] = c[n] \quad (3)$$

$$d_1[n] = o[n] + c[n], x_1[n] = x_2[n] = e[n] \quad (4)$$

۳۵- در یک مسئله طبقه‌بندی دو کلاس سیگنال‌های مغزی به دو کلاس بیمار (Positive) و سالم (Negative)، تقریبی از منحنی مشخصه عملکرد سیستم (منحنی ROC) به صورت زیر به دست آمده است. تعداد افراد در دو کلاس بیمار و سالم به ترتیب، ۱۲۰ و ۲۰۰ نفر هستند. اگر به تعداد افراد در کلاس بیمار، ۸۰ نفر اضافه شود، مقدار مینیمم و ماکزیمم صحت طبقه‌بندی (Accuracy) به ترتیب چقدر خواهد بود؟

راهنمایی: منحنی ROC، تغییرات نرخ مثبت درست (Sensitivity یا True Positive Rate) را بر حسب نرخ منفی کاذب (1-Specificity یا False Positive Rate) نشان می‌دهد.



- ۱) ۰/۶۷۵ و ۰/۸۲۵
- ۲) ۰/۶۲۵ و ۰/۸۲۵
- ۳) ۰/۶۷۵ و ۰/۸۷۵
- ۴) ۰/۶۲۵ و ۰/۸۷۵

۳۶- ویژگی قابل توجه در الکترومایوگرام در اثر خستگی، کدام است؟

- ۱) ثابت ماندن تعداد واحدهای حرکتی
- ۲) عدم تمایل واحدهای حرکتی به آتش هم‌زمان
- ۳) افزایش سرعت هدایت پتانسیل عمل در فیبرهای ماهیچه
- ۴) افزایش مؤلفه‌های سیگنال عصب عضله دارای فرکانس بالاتر

۳۷- در بلوک دیاگرام ساده برای کنترل حرکت، کدام عامل جزو ورودی‌های بلوک ایجاد دستور حرکتی نیست؟

- ۱) MUSCLE SPINDLE
- ۲) DYNAMIC CONTROL RATIO
- ۳) ALPHA MOTOR NEURON
- ۴) BIAS AND SENSITIVITY CONTROL

۳۸- در سیستم کنترل عصبی عضلانی انسان، تارهای گاما بر روی کدام مورد تأثیر و عصب‌دهی مستقیم دارند؟

- ۱) گیرنده‌های دوکی
- ۲) اعضای تاندونی گلژی
- ۳) عضله عامل حرکت (آگونیست)
- ۴) عضله مخالف حرکت (آنتاگونیست)

۳۹- کدام مورد در هنگام مشخص کردن تقویت‌کننده الکترومایوگرافی، اهمیت بیشتری دارد؟

- ۱) پاسخ فرکانسی
- ۲) امپدانس ورودی
- ۳) حذف حالت مشترک
- ۴) گین و محدوده دینامیک

۴۰- در حرکت تعقیب کنایی آزمایش استارک، کدام عامل بیشترین خطای استفاده از کنترل بینایی را ایجاد می‌کند؟

- ۱) تأخیر فاز برابر با تأخیر عصبی عضلانی حرکت ارادی باشد.
- ۲) تأخیر فاز کمتر از تأخیر عصبی عضلانی حرکت ارادی باشد.
- ۳) سرعت حرکت عقربه کمتر از سرعت حرکت ارادی انسان باشد.
- ۴) سرعت حرکت عقربه بیشتر از سرعت حرکت ارادی انسان باشد.

۴۱- ماهیت اساسی خشکی حرکتی در سندروم پارکینسون چیست؟

- ۱) عدم توانایی در بستن حلقه سیستم دوک عضلانی
- ۲) عدم توانایی در باز کردن حلقه سیستم دوک عضلانی
- ۳) عدم توانایی در بستن حلقه سیستم دستگاه تاندونی گلژی
- ۴) عدم توانایی در باز کردن حلقه سیستم دستگاه تاندونی گلژی

۴۲- در جلوگیری از تضعیف سیگنال الکتریکی عضله (EMG) که بر ترمینال ورودی تقویت کننده زیستی متصل است، کدام عامل تأثیر بیشتری دارد؟

- (۱) افزایش امپدانس خروجی تقویت کننده  
 (۲) کاهش امپدانس خروجی تقویت کننده  
 (۳) افزایش امپدانس ورودی تقویت کننده  
 (۴) کاهش امپدانس ورودی تقویت کننده

۴۳- دامنه EMG مرتبط با کار منفی در مقایسه با همان مقدار در کار مثبت، چه تفاوتی دارد؟

- (۱) کمتر است.  
 (۲) بیشتر است.  
 (۳) ثابت است.  
 (۴) به نرخ تحریک بستگی دارد.

۴۴- کدام بخش، از اجزاء اصلی تشکیل دهنده واحد حرکتی نیست؟

- (۱) عصب حرکتی  
 (۲) سیناپس حرکتی  
 (۳) فیبرهای عضلانی  
 (۴) حس‌گرهای مفصلی

۴۵- عامل اصلی ایجاد پرش‌های خط پایه کم فرکانس در ثبت و مطالعه EMG، کدام است؟

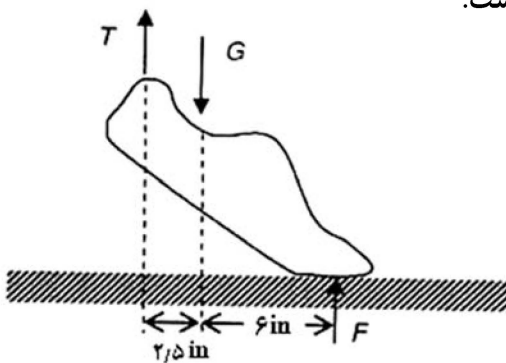
- (۱) نویزهای دستی  
 (۲) آرتیفکت‌های حرکتی  
 (۳) سیگنال‌های پرمده  
 (۴) سیگنال‌های کم دامنه

مبانی بیومکانیک - مکانیک محیط پیوسته:

۴۶- آسیب کشش ماهیچه‌ای (muscle Strain) چگونه اتفاق می‌افتد؟

- (۱) وقتی ماهیچه در حالت انقباض است، اما طول آن برحسب نیروی خارجی افزایش می‌یابد.  
 (۲) وقتی ماهیچه در حالت انبساط است، اما طول آن برحسب نیروی خارجی افزایش می‌یابد.  
 (۳) وقتی ماهیچه در حالت انقباض است، اما طول آن برحسب نیروی داخلی افزایش می‌یابد.  
 (۴) وقتی ماهیچه در حالت انبساط است، اما طول آن برحسب نیروی داخلی افزایش می‌یابد.

۴۷- یک فرد با جرم  $150 \text{ lbf}$  می‌تواند  $22$  اینچ (ارتفاع از مرکز ثقل) ببرد. اگر ابتدا خم شود تا مرکز ثقل خود را  $15$  اینچ پایین بیاورد، میانگین نیروی کششی  $T$  در تاندون آشیل وی در مرحله پرش (Push-off) چقدر است؟  $G$  نیرویی است که توسط ساق پا به پا وارد می‌شود و شامل وزن  $W$  است.

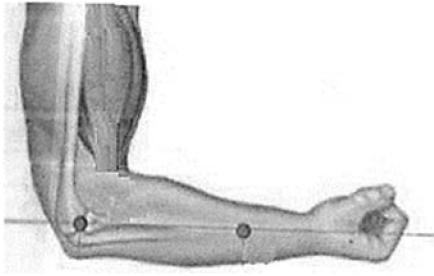


- (۱)  $1111 \text{ lbf}$   
 (۲)  $1050 \text{ lbf}$   
 (۳)  $888 \text{ lbf}$   
 (۴)  $666 \text{ lbf}$

۴۸- هنگام دویدن، تغییر مصرف انرژی چگونه است؟

- (۱) بدون تغییر  
 (۲) متغیر  
 (۳) افزایشی  
 (۴) کاهش‌ی

۴۹- هنگامی که فلکسورهای ساعد در فاصله ۵ سانتی‌متر از مرکز چرخش آرنج، نیروی ۱۵ نیوتنی تولید کنند، شتاب زاویه‌ای ساعد و دست چقدر است؟ ( $M_{\text{Forearm and hand}} = 5\text{kg}$  ،  $r_{G/\text{Elbow}} = 15\text{cm}$ )

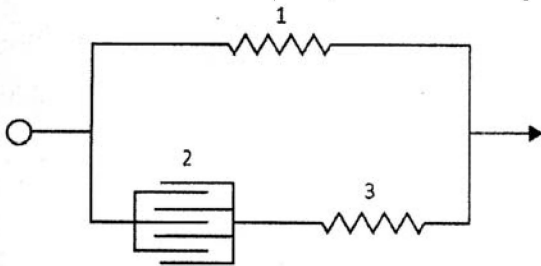


- (۱) ۰٫۰۵
- (۲) ۰٫۱۵
- (۳) ۶٫۶
- (۴) ۳۱٫۵

۵۰- کدام گیرنده جزو سنسورهای حس عمقی نیست؟

- (۱) دوک عضلانی
- (۲) گیرنده‌های مفصلی
- (۳) دستگاه تاندونی گلژی
- (۴) حس سطحی پیکری

۵۱- اگر عضله را با سیستم فنر و میراگر مدل کرده باشیم، میراگر (بخش ۲ در شکل) بیانگر کدام قسمت از عضله است؟



- (۱) فیبر
- (۲) غشا
- (۳) تاندون
- (۴) واحد حرکتی

۵۲- قانون لاپلاس در دیواره شریان، برای تخمین توسعه کدام بیماری استفاده می‌شود؟

- (۱) ترومبوز
- (۲) آنوریزم
- (۳) سکتة قلبی
- (۴) آترواسکلروسیس

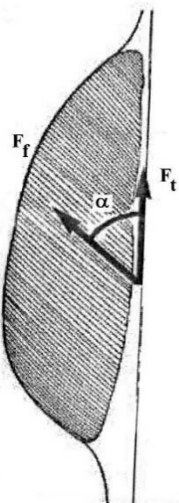
۵۳- کدام مورد از ویژگی‌های رفتاری بافت ماهیچه‌ای نیست؟

- (۱) تحمل تنش وارده
- (۲) خاصیت ارتجاعی بافت
- (۳) الاستیسیته دو سر ماهیچه
- (۴) بازگشت سریع به حالت اولیه

۵۴- در فیبرهای عضلانی یک عضله مورب با زاویه ۱۵ درجه نسبت به تاندون مرکزی، چند نیوتن نیرو باید تولید شود تا عضله بتواند نیروی کششی ۲۰۰ نیوتن را از طریق تاندون مرکزی به استخوان وارد کند؟

( $\sin 75 = 0.96$  ,  $\cos 75 = 0.25$ )

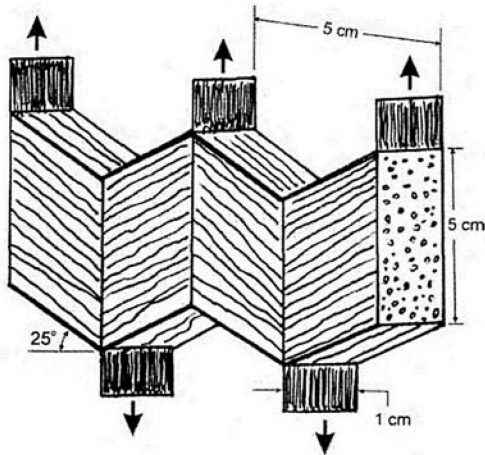
- (۱) ۵۰
- (۲) ۱۹۲
- (۳) ۲۰۸
- (۴) ۸۰۰



۵۵- در کدام موقعیت انقباض عضله دو سر بازویی، کار انجام شده مثبت است؟

- (۱) انقباض کانسنتریک (Concentric)      (۲) انقباض ایزومتریک (Isometric)  
 (۳) انقباض اکسنتریک (Eccentric)      (۴) انقباض ایزوتونیک (Isotonic)

۵۶- چه مقدار نیروی محوری کل می تواند توسط یک عضله پینی (Pinnate Muscle) با شکل و ابعاد نشان داده شده در شکل، ایجاد شود؟ (نیروی f ایجاد شده توسط عضله در واحد سطح مقطع، ۲۰ نیوتن بر سانتی متر مربع در نظر گرفته شود.)



گرفته شود.)

- (۱) ۳۰۶۴  
 (۲) ۱۵۳۲  
 (۳) ۷۶۶  
 (۴) ۳۸۳

۵۷- کدام قسمت از ستون فقرات، بیشترین انعطاف پذیری را دارد؟

- (۱) توراسیک      (۲) لومبار  
 (۳) سرویکال      (۴) ساکروم

۵۸- پیش آمادگی (Preconditioning) در بافت نرم، تابع کدام یک از عوامل زیر است؟

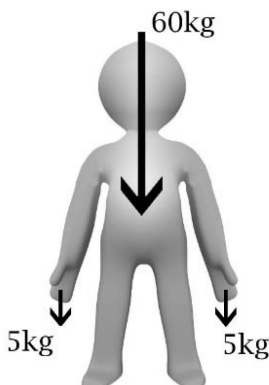
- (۱) هایپرالاستیسیته - نرخ کرنش      (۲) نرم شوندگی - ویسکوالاستیسیته  
 (۳) هیستریزیس - سفت شوندگی کرنشی      (۴) سفت شوندگی کرنشی - ویسکوالاستیسیته

۵۹- وظیفه کشکک زانو از نظر بیومکانیکی، کدام است؟

- (۱) ازدیاد نیرویی که ماهیچه همسترینگ ایجاد می کند.  
 (۲) ازدیاد نیرویی که ماهیچه چهار سر ران ایجاد می کند.  
 (۳) ازدیاد گشتاور نیرویی که ماهیچه چهار سر ران ایجاد می کند.  
 (۴) ازدیاد بازوی گشتاور نیرویی که ماهیچه چهار سر ران ایجاد می کند.

۶۰- مقدار تنش فشاری وارد بر دیسک بین مهره‌های L۲-L۳ در شخصی به جرم ۶۰ کیلوگرم، با فرض تحمل ۵۰ درصد وزن بدن توسط دیسک بین مهره‌های L۲-L۳، هنگامی که باری ۵ کیلوگرمی در هر یک از دو دست نگه داشته است، چند

مگاپاسکال است؟ (شتاب گرانش  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  و سطح دیسک بین مهره‌های را موازی با افق و برابر با  $20 \text{ cm}^2$  فرض نمایید.)



- (۱) ۲۰  
 (۲) ۱۷/۵  
 (۳) ۰/۳۵  
 (۴) ۰/۲



۶۱- تانسور تنش کشی در یک نقطه از جسم بر حسب واحد مناسب به صورت زیر است.

$$\sigma = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

مؤلفه نرمال بردار تنش بر صفحه اکتاهدرال (Octahedral) گذرنده از این نقطه کدام است؟

- (۱) ۳  
(۲) ۲  
(۳) ۱  
(۴) صفر

۶۲- برای میدان سرعت یکنواخت داده شده، نرخ کشیدگی  $\left(\frac{\dot{\Lambda}}{\Lambda}\right)$  در نقطه‌ای به مختصات  $(2, 0, 1)$  در جهت بردار یکه

$$\frac{1}{5}(4\vec{e}_1 - 3\vec{e}_2)$$

کدام است؟

$$V_1 = x_1^2 x_2 \quad V_2 = 2x_2^2 x_3 \quad V_3 = 3x_1 x_2 x_3 \quad \frac{\dot{\Lambda}}{\Lambda} = D_{ij} n_i n_j$$

- (۱)  $+\frac{24}{5}$   
(۲)  $-\frac{24}{5}$   
(۳)  $+\frac{48}{25}$   
(۴)  $-\frac{48}{25}$

۶۳- اگر دترمینان ژاکوبین تبدیل مختصات از  $(x_1, x_2, x_3)$  به  $(\theta_1, \theta_2, \theta_3)$  برابر ۴ باشد، دترمینان

$$\text{تانسور متریک اقلیدسی} \frac{\partial x_m}{\partial \theta_n} \cdot \frac{\partial x_m}{\partial \theta_p}$$

برابر با کدام است؟

- (۱)  $\frac{1}{2}$   
(۲) ۲  
(۳)  $\frac{1}{16}$   
(۴) ۱۶

۶۴- رابطه  $\Phi = x^2 - 3xy^2$  داده شده است. اگر صفحه  $y = 0$  یک صفحه جامد باشد، مؤلفه مماسی سرعت روی این صفحه کدام است؟

- (۱)  $v_1 = 6x$   
(۲)  $v_1 = -3x^2$   
(۳)  $v_1 = 6xy$   
(۴)  $v_1 = 0$

۶۵- جرمی به چگالی  $\rho$  تحت بار جاذبه  $-ge_3$  و توزیع تنش کشی  $\begin{bmatrix} x_1 + x_2 & x_2 x_1 & 0 \\ x_1 x_2 & x_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & x_3 \end{bmatrix}$  قرار دارد. شتاب جسم

کدام است؟

- (۱)  $\frac{1}{\rho} \begin{Bmatrix} x_1 + 1 \\ 3x_2 \\ 1 - g \end{Bmatrix}$   
(۲)  $\frac{1}{\rho} \begin{Bmatrix} x_1 + x_2 \\ x_1 x_2 \\ x_3 - g \end{Bmatrix}$   
(۳)  $\frac{1}{\rho} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 - g \end{Bmatrix}$   
(۴)  $\frac{1}{\rho} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 - g \end{Bmatrix}$

۶۶- اگر تانسور تغییر شکل گرین  $C = F^T F$  (F تانسور گرادیان تغییر شکل) دارای یک مقدار منفی روی قطر باشد، آنگاه .....

(۱) تغییر شکل با کاهش حجم همراه است.

(۲) تغییر شکل از نظر فیزیکی ناممکن است.

(۳) برخی پاره‌خط‌های هادی پس از تغییر شکل کوتاه می‌شوند.

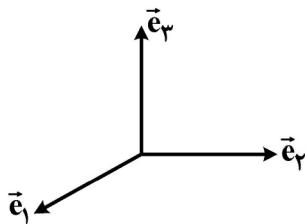
(۴) مساحت برخی از سطوح هادی پس از تغییر شکل کم می‌شود.

۶۷- معادله سینماتیک خطی در حالت کلی به صورت  $\gamma_{ij} = \frac{1}{r} (u_i l_j + u_j l_i)$  داده شده است. رابطه کرنش نرمال  $\gamma_{\theta\theta}$  نسبت به محورهای استوانه‌ای کدام است؟

$$\gamma_{\theta\theta} = \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + r u_r \quad (۱) \quad \gamma_{\theta\theta} = \frac{\partial u_r}{\partial \theta} + r u_\theta$$

$$\gamma_{\theta\theta} = \frac{1}{r} \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + \frac{u_r}{r} \quad (۲) \quad \gamma_{\theta\theta} = \frac{1}{r} \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + \frac{u_r}{r} \quad (۳)$$

۶۸- یک جسم صلب در خلاف جهت عقربه‌های ساعت حول محور  $\vec{e}_3$  به اندازه  $90^\circ$  از بردارهای یک پایه راستگرد می‌چرخد. سپس جسم فوق حول محور  $\vec{e}_1$  مطابق با قاعده پیچ راستگرد می‌چرخد. ماتریسی که نتیجه این دو چرخش باشد، کدام است؟



$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (۴)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (۳)$$

۶۹- توصیف لاگرانژی حرکت به صورت زیر معلوم است. توصیف اولری این حرکت کدام است؟

$$x = X e^{-t} + Z(e^{-t} - 1)$$

$$y = Y + Z(e^{-t} - e^t)$$

$$z = Z$$

$$X = x(e^{-t} - 1) + z e^t, \quad Y = y + z(e^{-t} - e^t), \quad Z = z \quad (۱)$$

$$X = x(e^{-t} - e^t) + z e^t, \quad Y = y + z(1 - e^t), \quad Z = z \quad (۲)$$

$$X = x e^t + z(e^t - 1), \quad Y = y + z(e^t - e^{-t}), \quad Z = z \quad (۳)$$

$$X = x e^t + z(e^{-t} - e^t), \quad Y = y + z(1 - e^t), \quad Z = z \quad (۴)$$

۷۰- برای یک ماده هوکی همسانگرد، رابطه بین جهات اصلی تنش و کرنش به چه صورت می‌تواند باشد؟

(۱) برهم عمودند.

(۲) برهم منطبق‌اند.

(۳) دارای زاویه  $18^\circ$  هستند.

(۴) برحسب شرایط می‌تواند دارای  $90^\circ$  یا  $18^\circ$  باشند.

۷۱- ماتریس تانسور تغییر شکل کشی - گرین راست به شکل زیر است.

$$[C] = \begin{bmatrix} 1 & k & 0 \\ k & 1+k^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

المانی که ابتدا در راستای  $\vec{e}_3$  قرار داشته و دارای طول  $ds$  بوده، پس از تغییر شکل، طول آن چقدر خواهد شد؟

$$ds = ds \quad (1)$$

$$ds = ds(1+k^2) \quad (2)$$

$$ds = ds(\sqrt{1+k^2}) \quad (3)$$

$$ds = ds\sqrt{1+k^2} \quad (4)$$

۷۲- عضله‌ای در راستای فیبرهای خود که با بردار یکه  $\underline{n} = n_i \underline{e}_i$  نشان داده می‌شوند، تنش برابر  $\sigma_m^s$  (اسکالر) اعمال می‌کند. تانسور تنش کشی متناظر این تنش چگونه بیان می‌شود؟ (I تانسور یکه مرتبه ۲ است.)

$$\sigma_m^s (\underline{n} \otimes \underline{n}) \quad (1)$$

$$\sigma_m^s (\underline{e}_i \otimes \underline{e}_j) \quad (2)$$

$$\sigma_m^s (n_i \underline{e}_i \otimes \underline{e}_j) \quad (3)$$

$$\sigma_m^s (I - \underline{n} \otimes \underline{n}) \quad (4)$$

۷۳- مؤلفه‌های تنش انحراف در نقطه‌ای، برحسب مگاپاسکال، به صورت زیر داده شده‌اند. تنش برشی هشت وجهی در این نقطه چند مگاپاسکال است؟

$$\sigma_{xx} = 10, \quad \sigma_{xy} = \sigma_{yx} = -1, \quad \sigma_{yy} = -6, \quad \sigma_{yz} = \sigma_{zy} = 5,$$

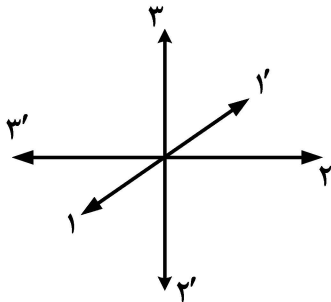
$$\sigma_{zz} = -4, \quad \sigma_{zx} = \sigma_{xz} = 0$$

$$\sqrt{6} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{68}{3}} \quad (3)$$

$$\sqrt{68} \quad (4)$$

۷۴- تانسور مرتبه چهارم با مؤلفه تنش  $T_{ijkl}$  در دستگاه مختصات  $O_{123}$  را در نظر بگیرید. محورهای مختصات مطابق شکل زیر حول مبدأ چرخیده تا دستگاه  $O_{1'2'3'}$  ایجاد شود. مؤلفه  $T_{1'2'3'3'}$  در دستگاه مختصات برحسب مؤلفه‌های تانسور در دستگاه قدیم کدام است؟



$$T_{1233} \quad (1)$$

$$-T_{1233} \quad (2)$$

$$T_{1322} \quad (3)$$

$$-T_{1322} \quad (4)$$

۷۵- مؤلفه‌های یک کمیت در مختصات  $A$  با  $(x_1, x_2, x_3)$  و در مختصات  $B$  با  $(\theta_1, \theta_2, \theta_3)$  نشان داده شده‌اند. کدام رابطه، تبدیل مؤلفه‌های یک کمیت برداری را شبیه تبدیل مؤلفه‌های بردار گرادیان میدان اسکالر نشان می‌دهد؟

$$A_m^n(x_1, x_2, x_3) = \frac{\partial x_n}{\partial \theta_r} \cdot \frac{\partial \theta_s}{\partial x_m} \cdot B_s^r(\theta_1, \theta_2, \theta_3) \quad (1)$$

$$A_n(x_1, x_2, x_3) = \frac{\partial \theta_m}{\partial x_n} B_m(\theta_1, \theta_2, \theta_3) \quad (2)$$

$$A^n(x_1, x_2, x_3) = \frac{\partial x_n}{\partial \theta_m} B^m(\theta_1, \theta_2, \theta_3) \quad (3)$$

$$A(x_1, x_2, x_3) = B_m(\theta_1, \theta_2, \theta_3) \quad (4)$$

زیست‌سازگاری - سرامیک‌ها و فلزات و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی - پلیمرها و کامپوزیت‌ها و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی:

- ۷۶- زیست‌سازگاری را با کدام یک از فرایندهای زیر در درازمدت می‌توان بهتر ارزیابی نمود؟  
 (۱) ترمیم (۲) التهاب (۳) انعقاد (۴) ایمنی
- ۷۷- خصوصیات مکانیکی نزدیک به استخوان را توسط کدام یک می‌توان تأمین کرد؟  
 (۱) فلز (۲) پلیمر (۳) سرامیک (۴) کامپوزیت
- ۷۸- کدام یک از رفتارهای سلولی زیر، تحت عنوان زیست‌سازگاری سیستماتیک بررسی می‌شود؟  
 (۱) تکثیر سلولی (۲) سمیت سلولی  
 (۳) چسبندگی سلولی (۴) پهن‌شوندگی سلولی
- ۷۹- کدام گزینه در خصوص آزمون‌های سمیت سلولی بیومتریال‌ها، درست است؟  
 (۱) برای نمونه‌هایی با سطوح زبر، آزمون نفوذ آگار مناسب‌تر است.  
 (۲) زیست‌سازگاری را می‌توان با آزمون‌های سمیت سلولی تعیین نمود.  
 (۳) تعداد سلول‌های بسیار کم بر روی نمونه مورد آزمایش، نشان‌دهنده سمیت سلولی است.  
 (۴) در آزمون سمیت سلولی به روش MTT، واکنش احیا و تغییر رنگ نمک در سیتوپلاسم سلول انجام می‌شود.
- ۸۰- در محیط کشت، افزایش دی‌اکسید کربن باعث چه تغییری در pH می‌شود و لازم است برای کنترل اسیدیته در محیط کشت، از چه چیزی استفاده کرد؟  
 (۱) کاهش - بی‌کربنات پتاسیم (۲) افزایش - بی‌کربنات پتاسیم  
 (۳) کاهش - بی‌کربنات سدیم (۴) افزایش - بی‌کربنات سدیم
- ۸۱- کدام روش ساخت داربست عملاً تقلید زیستی بهتری دارد؟  
 (۱) الکتروریسی (۲) کف کردن گاز  
 (۳) خشک کردن انجمادی (۴) ریخته‌گری حلال و شست‌وشوی ذرات
- ۸۲- ویژگی‌های مکانیکی یک بافت بیشتر وابسته به کدام سلول است؟  
 (۱) نورون (۲) پارانشیم (۳) آندوتلیال (۴) فیبروبلاست
- ۸۳- با کدام یک از روش‌های استریلیزاسیون، اکسید فلز آسید کمتری می‌بیند؟  
 (۱) گرمای خشک (۲) اتیلن اکساید (۳) گرمای بخار (۴) پلاسما
- ۸۴- عملیات فیزیکی برای افزایش زیست‌سازگاری در کدام نوع سرامیک معمول تر است؟  
 (۱) شیشه (۲) آلومینا  
 (۳) کلسیم فسفات (۴) هیدروکسی آپاتیت
- ۸۵- کدام روش خون‌سازگاری به‌طور تئوریک ارجح‌تر است؟  
 (۱) پولیش کردن (۲) تثبیت مواد ضدانعقاد  
 (۳) اندوتلیالیزاسیون (۴) ابر آب‌گریز و ابر آب‌دوست کردن
- ۸۶- کدام مورد سبب افزایش انحلال‌پذیری می‌شود؟  
 (۱) جانشینی  $Mg^{2+}$  در ساختار  $\beta$ -TCP  
 (۲) جانشینی فلوراید در ساختار هیدروکسی آپاتیت  
 (۳) جانشینی کربنات‌ها در ساختار هیدروکسی آپاتیت  
 (۴) کاهش نسبت  $\frac{\beta-TCP}{HA}$  در ساختار کلسیم فسفات دوفازی (BCP)

- ۸۷- در رابطه با سیمان‌های استخوانی بروشیتی، کدام جمله درست است؟  
 (۱) در اثر واکنش اسید - باز بین TTCP و بروشیت (DCPD) ایجاد می‌شود.  
 (۲) در اثر واکنش اسید - باز بین  $\beta$ -TCP و MCPM ایجاد می‌شود.  
 (۳) در اثر هیدرولیز  $\alpha$ -TCP حاصل می‌شود.  
 (۴) در اثر هیدرولیز  $\beta$ -TCP حاصل می‌شود.
- ۸۸- در کدام یک از روش‌های شکل‌دهی سرامیک‌ها، از بایندر استفاده نمی‌شود؟  
 (۱) Ink Jet Printing  
 (۲) Injection molding  
 (۳) Isostatic Pressing  
 (۴) Selective Laser Sintering (SLS)
- ۸۹- در رابطه با زیرکونیا ( $ZrO_2$ )، کدام مورد درست است؟  
 (۱) فرایند استریل کردن با اتوکلاو سبب کاهش استحکام ایمپلنت‌های زیرکونیایی می‌شود.  
 (۲) زیرکونیا در دمای اتاق به صورت تتراگونال و در دمای بالا به صورت منوکلینیک است.  
 (۳) استحکام فشاری و مدول یانگ سرامیک‌های زیرکونیایی از آلومینایی بیشتر است.  
 (۴) زیرکونیا دارای ساختار چهاروجهی به هم فشرده مانند  $SiO_2$  است.
- ۹۰- در خصوص ساختار بلندروی (ZnS) مکعبی، کدام مورد درست است؟  
 (۱)  $\beta$ -SiC، CdS و AIP دارای این ساختار هستند. (۲)  $MgP$ ،  $MnS$  و LiF دارای این ساختار هستند.  
 (۳) عدد هماهنگی کاتیون و آنیون، هر دو شش است. (۴) در دمای بالا پایدار است.
- ۹۱- اثر اضافه کردن مس و روی به آلیاژ طلا برای کاربردهای دندان‌ی به ترتیب کدام است؟  
 (۱) بالا بردن نقطه ذوب - بهبود استحکام  
 (۲) بهبود استحکام - بالا بردن نقطه ذوب  
 (۳) بهبود استحکام - پایین آوردن نقطه ذوب  
 (۴) پایین آوردن نقطه ذوب - بهبود استحکام
- ۹۲- ساختار کلسیم فسفاتی whitlockite ( $\beta$ - $CaO.P_2O_5$ )، در چه شرایطی ایجاد می‌شود؟  
 (۱) اتمسفر مرطوب - دمای بالا  
 (۲) اتمسفر خشک - دمای بالا  
 (۳) اتمسفر مرطوب - دمای پایین  
 (۴) اتمسفر خشک - دمای پایین
- ۹۳- در آلیاژهای کبالت - کروم، کدام گزینه به ترتیب باعث افزایش استحکام و افزایش مقاومت نسبت به خوردگی می‌شود؟  
 (۱) کروم - نیکل  
 (۲) کبالت - کروم  
 (۳) مولیبدن - کبالت  
 (۴) مولیبدن - نیکل
- ۹۴- کدام یک از موارد زیر در خصوص تیتانیوم و آلیاژهای پایه تیتانیوم درست نیست؟  
 (۱) در دمای اتاق، تیتانیوم به صورت ساختار HCP است.  
 (۲) افزودن وانادیم سبب پایداری ساختار HCP در تیتانیوم می‌شود.  
 (۳) در دماهای بالاتر از  $1000^\circ C$ ، تیتانیوم به صورت ساختار BCC است.  
 (۴) افزودن آلومینیوم، سبب افزایش دمای تبدیل ساختارهای HCP به BCC در تیتانیوم می‌شود.
- ۹۵- کدام یک از آلیاژهای زیر را می‌توان برای درمان سرطان به روش hyperthermia، به کار برد؟  
 (۱) NiCu  
 (۲) NiTi  
 (۳) AuCu  
 (۴) Ti-۶Al-۴V
- ۹۶- نقش هیدروکینون (Hydroquinone) در سیمان‌های استخوانی اکریلاتی چیست؟  
 (۱) افزایش سرعت پلیمریزاسیون  
 (۲) افزایش استحکام سیمان استخوانی  
 (۳) جلوگیری از پلیمریزاسیون زودهنگام  
 (۴) عملکرد به عنوان آغازگر پلیمریزاسیون

- ۹۷- کدام یک از روش‌های چاپ سه بعدی زیر برای ساخت داربست‌های بر پایه هیدروژل‌ها، کمتر قابل استفاده است؟  
 (۱) 3D-bioprinting (۲) streoligraphy  
 (۳) Digital light processing (۴) Fused deposition modeling
- ۹۸- در کامپوزیت‌های دندانی، افزودن فاز معدنی عموماً چه تغییری در میزان سفتی و ویسکوزیته کامپوزیت قبل از پخت ایجاد می‌کند؟  
 (۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش  
 (۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - کاهش
- ۹۹- کدام یک از پلیمرهای زیر را می‌توان به روش اتوکلاو، استریل کرد؟  
 (۱) نایلون (۲) پکتین (۳) پلی‌ونیل کلراید (۴) فیبروین ابریشم
- ۱۰۰- کدام یک از تکنیک‌های شناسایی زیر، برای مشاهده توزیع نانوذرات شیشه زیستی (bioglass) در بستر یک کامپوزیت پایه پلیمری، قابل استفاده است؟  
 (۱) XRD (۲) EDAX (۳) SAXS (۴) FTIR
- ۱۰۱- در صورتی که رفتار یک کامپوزیت دو جزئی از مدل Voigt پیروی کند، مدول الاستیک ماتریس با درصد حجمی ۷۰٪ برابر با ۱۰ MPa و مدول الاستیک فاز گسسته ۲۰ MPa باشد، مدول الاستیک کامپوزیت چند مگاپاسکال است؟  
 (۱) ۱۳ (۲) ۱۵ (۳) ۱۷ (۴) ۲۰
- ۱۰۲- پلیمرهای با قابلیت تخریب سطحی، برای کدام کاربرد مناسب‌تر است؟  
 (۱) نخ‌های بخیه (۲) داربست‌های مهندسی بافت  
 (۳) رهایش کنترل شده دارو (۴) صفحات تثبیت‌کننده شکستگی استخوان
- ۱۰۳- در فرایند الکتروریستی با ..... ثابت دی‌الکتریک محلول، قطر الیاف الکتروریسی شده ..... می‌یابد.  
 (۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش (۳) کاهش - کاهش (۴) کاهش - افزایش
- ۱۰۴- کدام روش برای اتصال عرضی فیزیکی هیدروژل‌ها استفاده نمی‌شود؟  
 (۱) اتصال عرضی نوری (۲) برهم‌کنش‌های آب‌گریز  
 (۳) برهم‌کنش‌های الکترواستاتیک (۴) درهم‌تنیدگی زنجیره‌های مولکولی
- ۱۰۵- افزودن آلفا تری کلسیم فسفات و تتراکلسیم فسفات، به ترتیب باعث چه تغییری در تخریب اتوکاتالیستی PLA می‌شوند؟  
 (۱) کاهش - کاهش (۲) کاهش - افزایش  
 (۳) افزایش - کاهش (۴) افزایش - افزایش



