



نام :

نام خانوادگی :

محل امضاء :

صبح جمعه

۹۲/۱۲/۱۶

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
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
سال ۱۳۹۳

مهندسی پزشکی (۲)
بیومکانیک (کد ۲۳۴۸)

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 و معادلات دیفرانسیل - مبنای بیومکانیک ۱ و ۲)	۴۵	۱	۴۵

اسفندماه سال ۱۳۹۲

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

۱- فرض کنید $Z = 2e^{i\frac{\pi}{6}}$. مساحت مستطیل محصور بین نقاط $Z, \bar{Z}, -Z, -\bar{Z}$ کدام است؟

- (۱) $\sqrt{3}$ (۲) ۲
(۳) ۴ (۴) $4\sqrt{3}$

۲- سریهای $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{n!}$ ، $\sum_{n=1}^{\infty} (\sqrt[n]{n}-1)^n$ به ترتیب و می باشند.

- (۱) همگرا- همگرا (۲) همگرا- واگرا
(۳) واگرا- همگرا (۴) واگرا- واگرا

۳- مقدار $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\int_x^{x+\Delta x} (1+\frac{1}{t})^t dt}{x}$ برابر است با:

- (۱) ۰ (۲) e
(۳) ۴e (۴) ۵e

۴- مقدار انتگرال $\int_1^e (\ln x)^3 dx$ کدام است؟

- (۱) $3-2e$ (۲) $3-e$
(۳) $6-2e$ (۴) $6-e$

۵- مقدار $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{\sum_{k=1}^n \sqrt{(n+k)(n+k+1)}}{n^2}$ کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۱
(۳) $\frac{3}{2}$ (۴) ۲

۶- کدام گزینه در مورد $\lim_{(x,y) \rightarrow (0,0)} \frac{\sin(x^2+y^2)}{x^2+y^2}$ صحیح است؟

- (۱) وجود ندارد (۲) ۰
(۳) $\frac{1}{2}$ (۴) ۱

۷- فرض کنید $r(t) = \left((1+t^2)^t, \cosh(1-t) \right)$ که در آن $t > 0$. انحناء این منحنی در $t=1$ برابر است با:

$$(1) \frac{1}{\lambda(1+\ln 2)^2} \quad (2) \frac{1}{4(1+\ln 2)^2}$$

$$(3) \frac{1}{\lambda(1+\ln 2)^3} \quad (4) \frac{1}{4(1+\ln 2)^3}$$

۸- معادله صفحه مماس بر رویه $\sin(xyz) - \sin(x+y+z) = 1$ ، در نقطه

$(0, -\frac{\pi}{2}, 2\pi)$ کدام است؟

$$(1) x = 0 \quad (2) y = 0$$

$$(3) x = \frac{2}{\pi} \quad (4) x+y+z = -\frac{2\pi}{2}$$

۹- کدام گزینه در مورد انتگرال دو گانه

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx dy}{\sqrt{(1+x^2+y^2)^3}}$$

صحیح است؟

(۱) واگرا به $+\infty$ است. (۲) همگرا به $\frac{\pi}{2}$ است.

(۳) همگرا به π است. (۴) همگرا به 2π است.

۱۰- فرض کنید C منحنی $x^2 + y^2 = 1$ و $y \geq 0$ باشد که در جهت مثلثاتی در نظر

گرفته شده است. مقدار $\int_C (e^x \cos y) dx - (e^x \sin y) dy$ کدام است؟

$$(1) 0 \quad (2) \frac{1}{e} - e$$

$$(3) 2\pi \quad (4) e + \frac{1}{e}$$

۱۱- مقدار حد زیر کدام است؟

$$\lim_{x \rightarrow e} (\ln x)^{\frac{1}{1-\ln x}}$$

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

$$(3) 1 \quad (4) e$$

- ۱۲- کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست می‌باشد؟
- (۱) اگر $(a_n)_{n=1}^{\infty}, (b_n)_{n=1}^{\infty}$ دو دنباله باشند که به ازای هر n داریم $a_n < b_n$ و $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ همگرا باشد آنگاه $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ نیز همگرا است.
- (۲) اگر $(a_n)_{n=1}^{\infty}$ دنباله‌ای باشد و $\sum_{n=1}^{\infty} |a_n|$ همگرا باشد آنگاه $\sum_{n=1}^{\infty} a_n^2$ نیز همگرا است.
- (۳) اگر $k > 0$ و $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_n}{b_n} \right| = k$ ، چنانچه $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ همگرایی مطلق باشد آنگاه $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ نیز همگرا است.
- (۴) اگر $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ همگرا و $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ واگرا باشد آنگاه $\sum_{n=1}^{\infty} (a_n + b_n)$ واگرا است.

۱۳- حاصل انتگرال $\int_{-2}^{2e-3} \ln(x+3) dx$ کدام است؟

- (۱) $2e \ln 2 + 2$ (۱)
 (۲) $e(2 + \ln 2) + 1$ (۲)
 (۳) $(-1 + \ln 2)e + 2$ (۳)
 (۴) $2e \ln 2 + 1$ (۴)

۱۴- مقدار سری $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(n+3)}{2^n}$ چقدر است؟

- (۱) ۶ (۱)
 (۲) ۷ (۲)
 (۳) ۸ (۳)
 (۴) ۹ (۴)

۱۵- فرض کنید $f(x) = \int_0^x e^{-tx} dt$. در این صورت شیب خط مماس بر منحنی

$y = f(x)$ در $x = 1$ کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{e} - 1$ (۱)
 (۲) $\frac{1}{e}$ (۲)
 (۳) $\frac{2}{e}$ (۳)
 (۴) $\frac{3}{e} - 1$ (۴)

۱۶- مقدار انتگرال $I = \int_0^1 \int_x^1 e^{-y^2} dy dx$ کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{e}$ (۱)
 (۲) $\frac{1}{2e}$ (۲)
 (۳) $\frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{e}\right)$ (۳)
 (۴) $\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{e}\right)$ (۴)

۱۷- کدام یک از گزینه‌های زیر معادله صفحه مماسی بر رویه $z = xy$ است که بر خط

$$\frac{x+2}{2} = \frac{y+2}{2} = \frac{z-1}{-1}$$

عمود می‌باشد؟

(۱) $-2x - 2y - z = 4$

(۲) $-2x + 2y + z = 4$

(۳) $2x - 2y + z = 4$

(۴) $2x + 2y - z = 4$

۱۸- فرض کنید $z = y\varphi(x^2 - y^2)$. در این صورت مقدار $\frac{1}{x} \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{1}{y} \frac{\partial z}{\partial y}$ کدام

است؟

(۱) $\frac{z}{y^2}$

(۲) $\frac{z}{y}$

(۳) $\frac{xz}{y}$

(۴) $\frac{-yz}{x}$

۱۹- حجم ناحیه محصور به منحنی $z = 2 - x^2 - y^2$ ، $x = y^2$ ، $y = x^2$ و $z = 0$ برابر است با:

(۱) $\frac{49}{105}$

(۲) $\frac{51}{105}$

(۳) $\frac{52}{105}$

(۴) $\frac{53}{105}$

۲۰- اگر $f(x, y, z) = x^2 + 2x(y+z)$ ماکزیمم تابع بر روی فصل مشترک دو رویه

$$x^2 + 2y^2 - z^2 = 4 \text{ و } x + 2y + 2z = 1$$

برابر است با:

(۱) $-1 - \sqrt{10}$

(۲) $-1 + \sqrt{10}$

(۳) $1 - \sqrt{10}$

(۴) $1 + \sqrt{10}$

۲۱- جواب عمومی معادله دیفرانسیل $(xy^3 - y^3 - x^2 e^x)dx + 3y^2 x dy = 0$

کدام است؟

(۱) $xy^3 = \frac{1}{2}e^x + ce^{-x}$

(۲) $y^3 = \frac{x}{2}e^x + ce^{-x}$

(۳) $y^3 = xe^x + ce^{-x}$

(۴) $y^3 = \frac{1}{2}e^x + ce^{-x}$

۲۲- جواب عمومی معادله دیفرانسیل $(x+2)^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - (x+2) \frac{dy}{dx} + y = 4$ کدام

است؟

(۱) $y = c_1(x+2) + c_2(x+2)^2 + 4$

(۲) $y = c_1(x+2) + c_2(x+2) \ln(x+2) + 4$

(۳) $y = c_1(x+2)^2 + c_2(x+2)^2 \ln(x+2) + 4$

(۴) $y = c_1(x+2) + c_2(x+2) \ln(x+2) + 4$

-۲۳

جواب عمومی معادله دیفرانسیل

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

کدام است؟

(۱) $y = c_1 x e^{2x} + c_2 e^{2x} + x e^{2x}$ (۲) $y = c_1 x e^{2x} + c_2 e^{2x} + x^2 e^{2x}$

(۳) $y = c_1 x^2 e^{2x} + c_2 e^{2x} + x e^{2x}$ (۴) $y = c_1 x^2 e^{2x} + c_2 e^{2x} + x^2 e^{2x}$

-۲۴

جواب معادله انتگرالی $y(t) + 2y'(t) + \int_0^t y(x) dx = 0$, $y(0) = 1$

کدام است؟

(۲) $e^{-t}(2+t)$

(۱) $e^{-t}(1-t)$

(۴) $e^t(2+t)$

(۳) $e^t(1-t)$

-۲۵

در مسئله مقدار اولیه $\begin{cases} y_1'' = 16y_2, y_2'' = 16y_1 \\ y_1(0) = 2, y_1'(0) = 12, y_2(0) = 6, y_2'(0) = 4 \end{cases}$

مقدار $y_1(t)$ کدا است؟

(۱) $\frac{3}{2} \cosh(4t) + 2 \sinh(4t) + \frac{1}{2} \cos(4t) + \sin(4t)$

(۲) $\frac{5}{2} \cosh(4t) + 2 \sinh(4t) - \frac{1}{2} \cos(4t) + \sin(4t)$

(۳) $4 \cosh(4t) + 2 \sinh(4t) - 2 \cos(4t) + \sin(4t)$

(۴) $6 \cosh(4t) + 2 \sinh(4t) - 4 \cos(4t) + \sin(4t)$

-۲۶

حل عمومی معادله $\frac{dy}{dx} = \frac{x+3y-1}{2y-3x+4}$ کدام است؟

(۱) $\frac{1}{2}y^2 - 2x^2y + y - x^2 + 4y = c$

(۲) $\frac{1}{2}x^2 + 2xy - x - y^2 - 4y = c$

(۳) $\frac{1}{2}x^2 - 2xy + x - y^2 - 4y = c$

(۴) $\frac{1}{2}y^2 + 2xy - y - x^2 - 4x = c$

-۲۷

جواب عمومی معادله دیفرانسیل $y^2 dx - (x^2 - xy) dy = 0$ کدام است؟

(۲) $x(\frac{2}{3}y^{-3} + c) = 1$

(۱) $xy(\frac{2}{3}y^{-3} + c) = 1$

(۴) $x^2 y^2 (\frac{2}{3}y^{-3} + c) = 1$

(۳) $y(\frac{2}{3}y^{-3} + c) = 1$

۲۸- جواب عمومی معادله دیفرانسیل $y'' - y' - 2y = \cosh 2t$ کدام است؟

$$y(t) = c_1 e^{-t} + c_2 e^{2t} + \frac{1}{6} t e^{2t} + \frac{1}{8} e^{-2t} \quad (1)$$

$$y(t) = c_1 e^{-t} + c_2 e^{2t} + \frac{1}{3} t e^{2t} + \frac{1}{4} e^{-2t} \quad (2)$$

$$y(t) = c_1 e^{-t} + c_2 e^{2t} + \frac{1}{8} \cosh 2t + \frac{1}{8} \sinh 2t \quad (3)$$

$$y(t) = c_1 e^{-t} + c_2 e^{2t} + \frac{1}{4} \cosh 2t + \frac{1}{4} \sinh 2t \quad (4)$$

۲۹- جواب کلی $y(x)$ معادله $y'' - 3y' + 2y = \delta e^x$ کدام گزینه است؟

$$c_1 e^{2x} + c_2 e^x - \delta x^2 e^x \quad (2) \quad c_1 e^{2x} + c_2 e^x - x e^x \quad (1)$$

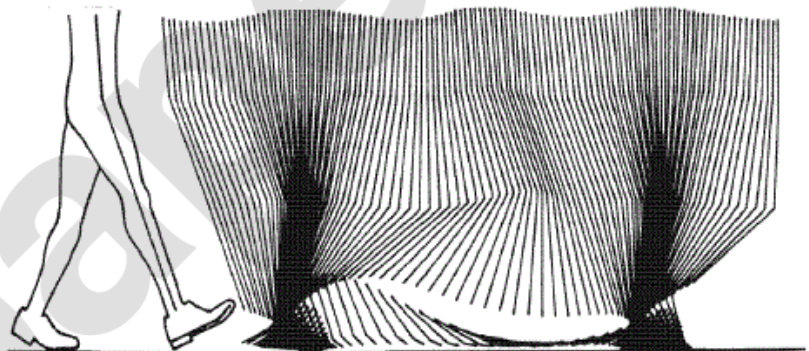
$$c_1 e^{2x} + c_2 e^x - e^x \quad (4) \quad c_1 e^{2x} + c_2 e^x - \delta x e^x \quad (3)$$

۳۰- تبدیل لاپلاس معکوس $\ln\left(1 + \frac{\omega^2}{s^2}\right)$ برابر است با:

$$\frac{2}{t}(1 - \sin \omega t) \quad (2) \quad \frac{2}{t}(1 - \cos \omega t) \quad (1)$$

$$2t(1 - \sin \omega t) \quad (4) \quad 2t(1 - \cos \omega t) \quad (3)$$

۳۱- با توجه به نمودار داده شده سرعت در کدام حالت بیش تر است؟



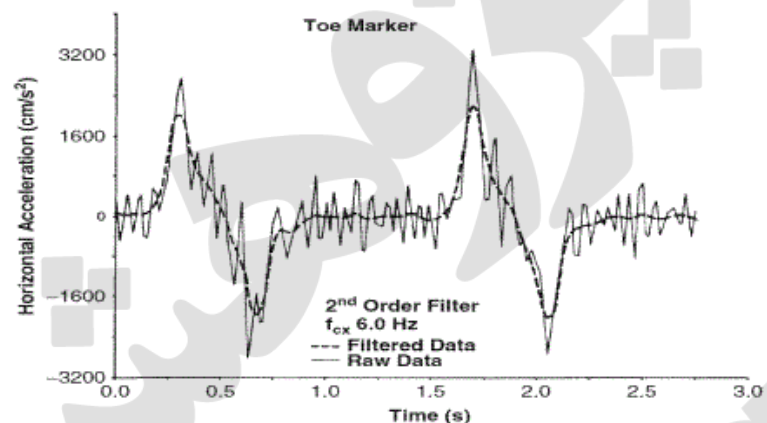
(۱) مفصل زانو در لحظه Toe Off

(۲) مفصل مچ پا در لحظه Toe Off

(۳) مفصل زانو در لحظه Mid Swing

(۴) مفصل مچ پا در لحظه Mid Swing

۳۲- در شکل زیر فیلتر به طور عمده اثر کدام عامل را خنثی می‌کند؟



- (۱) مشتق‌گیری از تابع گسسته
(۲) لرزش‌های غیرارادی مفاصل
(۳) کم بودن فرکانس نمونه‌گیری
(۴) زیاد بودن فرکانس نمونه‌گیری

۳۳- موقعیت قدامی - خلفی مفصل زانو در سه فریم متوالی ۱۲۵، ۱۳۰ و ۱۳۱ میلی‌متر است. اگر فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۰ هرتز باشد، سرعت مفصل با استفاده از رابطه مشتق‌گیری مرکزی چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۰/۱
(۲) ۰/۶
(۳) ۱
(۴) ۱/۲

۳۴- در یک آزمایش EMG با فرکانس ۲۰۰۰ هرتز نمونه‌برداری و با فرکانس قطع (Cutoff) ۴۰۰ هرتز تحلیل شده است. اگر فاکتور تصحیح (Correction factor for number of passes required) یک فرض شود، ضریب فیلتر ω_c (Coefficients for a Butterworth or a critically damped filter) چه مقدار است؟

- (۱) $\frac{1}{5}$
(۲) $\frac{\pi}{6}$
(۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
(۴) $\frac{\sqrt{5}}{2}$

۳۵- کدام عامل تاثیر بیش‌تری در افزایش نیروی وارد بر مفصل زانو در حین راه رفتن طبیعی دارد؟

- (۱) قرارگرفتن مفصل در حداکثر زاویه فلکشن
(۲) قرارگرفتن مفصل در حداکثر زاویه اکستنشن
(۳) هم انقباضی عضلات باز و بسته کننده زانو
(۴) افزایش سرعت مرکز ثقل در راستای وزن بدن

۳۶- در میانه فاز ایستایش (Stance)، نیروی عکس‌العمل زمین کم‌تر از وزن بدن است. کدام عامل در این کاهش نقش بیش‌تری دارد؟

- ۱) اجتناب از پایبندی در راستای وزن
- ۲) تغییر اینرسی خطی در راستای وزن
- ۳) جلوگیری از ضربه قائم وارد بر بدن
- ۴) ایجاد توازن بین نیروی عکس‌العمل زمین و وزن

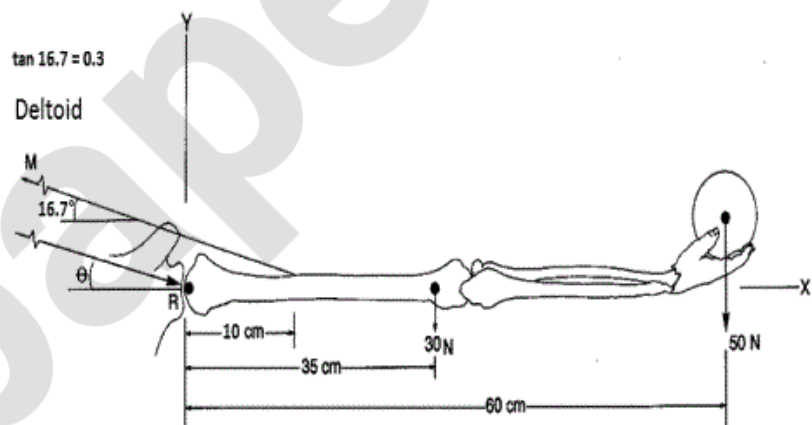
۳۷- کدام روش برآورد دقیق‌تری از تبادلات انرژی مکانیکی در سیستم اسکلتی عضلانی مفصل زانو در هنگام راه رفتن است؟

- ۱) روش تحلیل مفصلی $(\int M_j \omega_j dt)$
- ۲) روش تحلیل عضلانی $(\int F_m V_m dt)$
- ۳) روش تحلیل تبادل انرژی جنبشی و پتانسیل $(\Delta PE, \Delta KE)$
- ۴) روش تحلیل مجموع انرژی اعضاء $(\sum \text{Segment energies})$

۳۸- گشتاور مفصلی در هنگام راه رفتن در کدام حالت دارای مقدار حداکثر بزرگ‌تری است؟

- ۱) گشتاور چرخشی مفصل ران در صفحه ترانسورس
- ۲) گشتاور چرخشی مفصل زانو در صفحه ترانسورس
- ۳) گشتاور اکستنسوری مفصل ران در صفحه ساجیتال
- ۴) گشتاور اکستنسوری مفصل زانو در صفحه ساجیتال

۳۹- در شکل زیر نیروی عضله دلتوئید چند نیوتن است؟



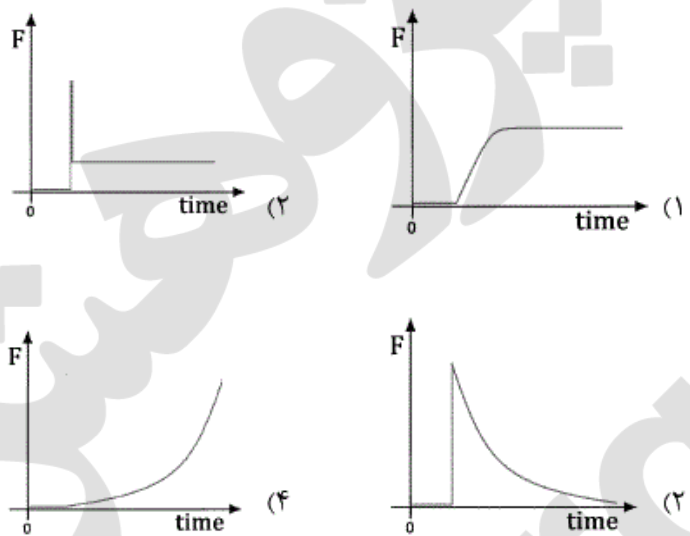
۳۳۳ (۱)

۱۰۰۰ (۲)

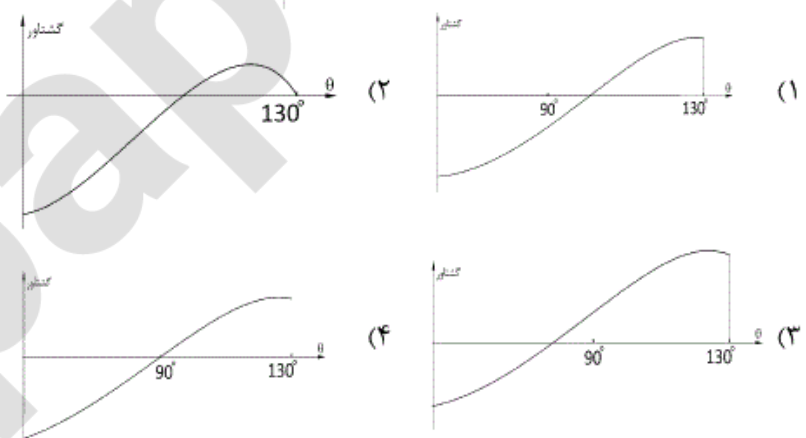
۱۳۵۰ (۳)

۱۴۰۰ (۴)

۴۰- اگر ورودی مدل یافت، جابجایی پله‌ای باشد، خروجی نیرو برای مدل ماکسول کدام است؟



۴۱- از مفصل آرنج تست CPM یا (Continuous Passive Motion) در سرعت ۴۵ درجه بر ثانیه گرفتیم، حرکت از ۰ تا ۱۳۰ درجه در صفحه Saggital انجام شد. منحنی گشتاور بدست آمده به کدام گزینه شبیه می‌باشد؟



۴۲- در یک عضله‌ی پر شکل، زاویه پرها با راستای طولی دو انتهای تاندونی ۳۶/۸۷ درجه، جرم فیبرهای عضلانی ۱۰۰ گرم و طول فیبرهای عضلانی ۵ سانتیمتر می‌باشد. سطح مقطع فیزیولوژیک یک عضله چند سانتی‌متر مربع است؟ (دانشیته عضله یک گرم بر سانتی‌متر مکعب فرض شود).

- (۱) ۸
- (۲) ۸/۶۶
- (۳) ۱۶
- (۴) ۱۷/۳۲

۴۳- برای ثبت واضح‌ترین سیگنال EMG مکان الکتروود گذاری بر روی کدام نقاط عضله است؟

- (۱) بالک عضله و انتهای دیستال (۲) دو سوی بالک عضله
(۳) بالک عضله و انتهای پروکسیمال (۴) انتهای دیستال و پروکسیمال عضله

۴۴- شخصی به قد 180 سانتی‌متر بر روی سطح افقی کاملاً صاف ایستاده است. در لحظه‌ای که در راستای قدامی - خلفی مرکز فشار 2 سانتی‌متر جلوتر از مرکز ثقل قرار گرفته است، مولفه قدامی - خلفی شتاب مرکز ثقل چند متر بر مجذور ثانیه است؟ شعاع چرخش بدن حول کف پا یک متر فرض شود. مرکز ثقل بدن در وسط قد فرض شود.

- (۱) $9/81$ (۲) 2
(۳) $0/18$ (۴) $0/018$

۴۵- نمودار نیرو - سرعت عضله اسکلتی کدام است؟

