

مدت امتحان : ۱۵۰ دقیقه	ساعت شروع : ۸ صبح	رشته : ساختمان	سوالات امتحان نهایی درس : ایستایی ساختمان
تعداد صفحه : ۴	تاریخ امتحان : ۱۳۹۵/۳/۳	سال سوم آموزش متوسطه	نام و نام خانوادگی :
مرکز سنجش آموزش و پرورش <a href="http://aee.medu.ir">http://aee.medu.ir</a>		دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵	

ردیف	سوالات	نمره
------	--------	------

استفاده از ماشین حساب غیر قابل برنامه ریزی مجاز می باشد.

در سوالات ۱ و ۲ گزینه مناسب را انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

۰/۲۵	۱	اگر در یک اتصال برشی، قطر پیچ برابر $d$ و فاصله مرکز تا مرکز سوراخ ها برابر $S$ باشد، کدام رابطه جهت جلوگیری از گسیختگی برشی ورق طبق آیین نامه صحیح است؟ الف) $S \leq 2d$ ب) $S \geq 3d$ ج) $S < d$ د) $S = d$
۰/۲۵	۲	جسمی با سطح مقطع $A$ تحت تأثیر نیروی محوری $P$ قرار دارد. اگر مساحت سطح مقطع جسم دو برابر شود، مقدار تنش محوری به چه نسبتی تغییر می کند؟ الف) ثابت می ماند.      ب) دو برابر می شود.      ج) نصف می شود.      د) چهار برابر می شود.

در سوال ۳ جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید و در پاسخنامه بنویسید (هر مورد ۰/۲۵ نمره).

۰/۵	۳	الف) در تیرهای کنسولی، حداکثر نیروی برشی و لنگر خمشی در ..... به وجود می آید. ب) واحد تنش در سیستم بین المللی (SI)، $N/m^2$ می باشد که ..... نیز نامیده می شود.
-----	---	--

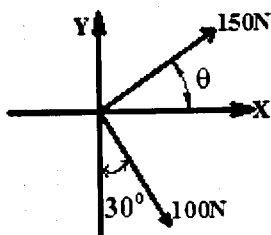
در سوال ۴ صحیح (ص) و یا غلط (غ) بودن هر یک از جملات را مشخص کنید و در پاسخنامه بنویسید (هر مورد ۰/۲۵ نمره).

۰/۵	۴	الف) گشتاور، کمیتی برداری است. ب) شرط لازم و کافی برای تعادل یک جسم این است که $\sum F_x = 0$ و $\sum F_y = 0$ باشد.
-----	---	---

پاسخ سئوالات زیر را در پاسخنامه بنویسید.

۰/۵	۵	به واحد خواسته شده تبدیل کنید. $2 \mu N \cdot Mm = ? N \cdot m$
۰/۵	۶	جسم صلب را تعریف کنید.
۰/۷۵	۷	بردار $\vec{F} = -4\vec{i} + 3\vec{j}$ را در نظر بگیرید. الف) بردار داده شده را در دستگاه مختصات ترسیم کنید. ب) زاویه بردار را نسبت به محور $X$ ها (محور افقی) محاسبه کنید.

سامانه دو نیرویی شکل زیر را در نظر بگیرید. اندازه زاویه  $\theta$  را طوری به دست آورید که برآیند دو نیرو در راستای محور  $X$  ها قرار گیرد.



۱

۸

سؤالات امتحان نهایی درس : ایستایی ساختمان	رشته : ساختمان	ساعت شروع : ۸ صبح	مدت امتحان : ۱۵۰ دقیقه
نام و نام خانوادگی :	سال سوم آموزش متوسطه	تاریخ امتحان: ۱۳۹۵/۳/۳	تعداد صفحه: ۴ صفحه
دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵		مرکز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir	

ردیف	سؤالات	نمره
------	--------	------

مقدار گشتاور نیروهای نشان داده شده در شکل زیر را حول نقطه A به دست آورید.

۰/۷۵

۹

در خرابای نشان داده شده در شکل زیر، نیروهای داخلی در اعضای AB و AC را محاسبه کنید. (واکنش های تکیه گاهی داده شده است.)

۱/۲۵

۱۰

تیر شکل زیر را در نظر بگیرید.  
الف) پیکر آزاد جسم (دیگرام آزاد جسم) را ترسیم کنید.  
ب) واکنش قائم در تکیه گاه A را محاسبه کنید.

۱

۱۱

تیر نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید.  
الف) معادله لنگر خمشی در ناحیه BC را بنویسید.  
ب) نمودار نیروی برشی در تمام طول تیر را ترسیم کنید. (واکنش های تکیه گاهی تیر داده شده است.)

۲/۵

۱۲

سؤالات امتحان نهایی درس : ایستایی ساختمان	رشته : ساختمان	ساعت شروع : ۸ صبح	مدت امتحان : ۱۵۰ دقیقه
نام و نام خانوادگی :	سال سوم آموزش متوسطه	تاریخ امتحان: ۱۳۹۵/۳/۳	تعداد صفحه: ۴ صفحه
دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵		مرکز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir	

ردیف	سؤالات	نمره
------	--------	------

شکل زیر را در نظر بگیرید.  
گشتاور اول سطح (ممان استاتیک) نسبت به محور Y نشان داده شده ( $Q_Y$ ) را محاسبه کنید.

۲

۱۳

در شکل زیر، دو تیر آهن IPE160 به صورت به هم چسبیده به عنوان یک مقطع مرکب عمل می کنند.  
الف) ممان اینرسی مقطع مرکب حول محورهای X و Y ( $I_X$  و  $I_Y$ ) را محاسبه کنید.  
ب) مدول مقطع نسبت به محور X ( $S_X$ ) را محاسبه کنید.  
(مشخصات پروفیل IPE160 را از جدول داده شده در صفحه ۴ استخراج نمایید.)

۲

۱۴

جسمی مطابق شکل زیر تحت اثر سه نیروی محوری قرار دارد.  
الف) تنش محوری ( $\sigma$ ) در قطعه A را برحسب  $N/mm^2$  محاسبه نمایید.  
ب) تغییر طول قطعه B را برحسب mm به دست آورید.  
(جنس هر دو قطعه از فولاد است، از وزن قطعات نیز صرف نظر می شود و  $E_{\text{فولاد}} = 2 \times 10^5 N/mm^2$ )

۲

۱۵

مدت امتحان : ۱۵۰ دقیقه	ساعت شروع : ۸ صبح	رشته : ساختمان	سوالات امتحان نهایی درس : ایستایی ساختمان
تعداد صفحه : ۴ صفحه	تاریخ امتحان : ۱۳۹۵/۳/۳	سال سوم آموزش متوسطه	نام و نام خانوادگی :
مرکز سنجش آموزش و پرورش <a href="http://aee.medu.ir">http://aee.medu.ir</a>		دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵	

ردیف	سوالات	نمره
------	--------	------

دو تسمه توسط پنج پیچ هر یک به قطر 20 mm مطابق شکل به هم متصل شده اند.  
الف) تنش برشی پیچ ها ( $\tau$ ) را برحسب  $N/mm^2$  محاسبه نمایید.  
ب) تنش لهدگی ماکزیمم ( $\sigma_{bmax}$ ) چند  $N/mm^2$  بوده و در کدام تسمه به وجود می آید.

۱۶

۲/۲۵

اگر حداکثر لنگر خمشی ایجاد شده حول محور X در یک تیر با مقطع IPE200 برابر 1940 N.cm باشد، حداکثر تنش ناشی از خمش در این تیر چند  $N/cm^2$  است؟  
(مشخصات پروفیل IPE200 را از جدول صفحه ۴ استخراج نمایید.)

۱۷

۰/۵

در شکل زیر، تیر AB و نمودار لنگر خمشی آن داده شده است.  
با توجه به نمودار لنگر خمشی، مقطع تیر را از دوپل (جفت) پروفیل IPE محاسبه کرده و از جدول زیر استخراج کنید.  
(تنش مجاز خمشی فولاد برابر  $144 N/mm^2$  می باشد.)

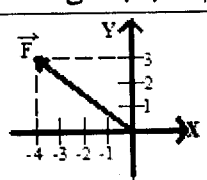
۱۸

۱/۵

IPE	h (mm)	b (mm)	A (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	S <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	S <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )
160	160	82	20.1	869	109	68.3	16.7
200	200	100	28.5	1940	194	142	28.5
220	220	110	33.4	2770	252	205	37.3
240	240	120	39.1	3890	324	284	47.3
270	270	135	45.9	5790	429	420	62.2
300	300	150	53.8	8360	557	604	80.5

۲۰	صفحه ۴ از ۴ جمع نمرات:
««« پیروز و سربلند باشید »»»	

ساعت شروع: ۸ صبح	رشته: ساختمان	راهنمای تصحیح سؤالات امتحان نهایی درس: ایستایی ساختمان
تعداد صفحه: ۵ صفحه	تاریخ امتحان: ۱۳۹۵ / ۳ / ۳	سال سوم آموزش متوسطه
مرکز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir		دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵

نمره	راهنمای تصحیح	ردیف
۰/۲۵		۱ گزینه ب: $S \geq 3d$
۰/۲۵		۲ گزینه ج: نصف می شود.
۰/۵		۳ الف: تکیه گاه (۰/۲۵) ب: پاسکال (۰/۲۵)
۰/۵		۴ الف) ص (صحیح) ۰/۲۵ ب) غ (غلط) ۰/۲۵
۰/۵	$2\mu N.Mm = 2 \times 10^{-6} \times 10^6 = 2 N.m$ (۰/۲۵) (۰/۲۵)	۵
۰/۵		۶ جسم صلب جسمی است که در اثر اعمال نیرو (۰/۲۵) تغییر شکل ندهد (۰/۲۵).
۰/۷۵	 <p>(الف)</p> <p>(۰/۲۵)</p> <p>(ب) <math>\alpha = \tan^{-1} \frac{F_y}{F_x} = \tan^{-1} \left  \frac{3}{-4} \right  = 36.86^\circ</math></p> <p>(۰/۲۵) (۰/۲۵)</p>	۷
۱	<p>برای اینکه برآیند نیروها در راستای محور X ها قرار گیرد، باید: <math>\sum F_y = 0</math>. در نتیجه:</p> <p><math>\sum F_y = 0</math> (۰/۲۵)</p> <p><math>\Rightarrow 150 \sin \theta - 100 \sin 60 = 0 \Rightarrow \sin \theta = \frac{100 \sin 60}{150} = 0.58</math> (۰/۲۵)</p> <p>(۰/۲۵)</p> <p><math>\Rightarrow \theta = \sin^{-1} 0.58 = 35.45^\circ</math> (۰/۲۵)</p>	۸
۰/۷۵	<p>بدلیل اینکه دو نیروی داده شده، با هم موازی، مساوی و مختلف الجهت هستند، تشکیل زوج نیرو می دهند.</p> <p><math>d = 2 \times \sin 45 = 1.41m</math> (۰/۲۵)</p> <p><math>\Rightarrow M_A = F \times d = 100 \times 1.41 = 141 N.m</math> (۰/۲۵)</p> <p>(۰/۲۵)</p>	۹

ساعت شروع: ۸ صبح	رشته: ساختمان	راهنمای تصحیح سوالات امتحان نهایی درس: ایستایی ساختمان
تعداد صفحه: ۵ صفحه	تاریخ امتحان: ۱۳۹۵ / ۳ / ۳	سال سوم آموزش متوسطه
مرکز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir		دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
------	---------------	------

۱۰

۱/۲۵

معادلات تعادل گره A

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \Rightarrow F_{AB} \cos 63 + F_{AC} - 100 = 0 & (*) \quad (0/25) \\ \sum F_y = 0 \Rightarrow F_{AB} \sin 63 - 100 = 0 \Rightarrow F_{AB} = 100 / \sin 63 = 112.23 \text{ N} & (0/25) \end{cases}$$

جاگذاری در فرمول:  $F_{AC} = 100 - (112.23 \times \cos 63) = 49.05 \text{ N}$  (0/25)

الف: ۱۱

تبدیل بار گسترده به منفرد (0/۲۵)  
ترسیم نمودار جسم آزاد و قرار دادن واکنش های تکیه گاهی (0/۲۵)

۱

ب:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow A_y - 100 \times 4 - 200 = 0 \Rightarrow A_y = 600 \text{ N} \uparrow \quad (0/25)$$

الف) تیر را در ناحیه BC برش می زنیم و قسمت سمت چپ مقطع را در نظر می گیریم. ۱۲

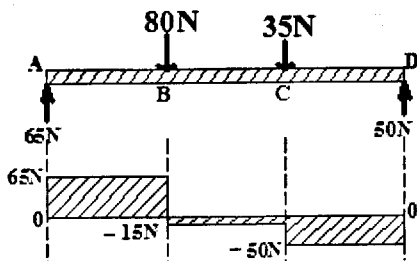
۲/۵

$$\sum M_a = 0 \Rightarrow -65 \times (X) + 80 \times (X-2) + M = 0 \Rightarrow M = 160 - 15X \quad (0/25)$$

ساعت شروع: ۸ صبح	رشته: ساختمان	راهنمای تصحیح سوالات امتحان نهایی درس: ایستایی ساختمان
تعداد صفحه: ۵ صفحه	تاریخ امتحان: ۱۳۹۵ / ۳ / ۳	سال سوم آموزش متوسطه
مرکز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir		دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
------	---------------	------

ب) رسم شماتیک نمودار نیروی برشی ۰/۵ نمره و نوشتن صحیح هر کدام از اعداد روی نمودار (65N, 15N- و 50N-) ۰/۲۵ نمره. (جمعاً: ۱/۲۵ نمره)



مصحح گرامی: چنانچه هنرجو با استفاده از روش مقطع زدن، فقط معادلات برش در هر مقطع را به دست آورده و نمودار برش را ترسیم نکرده باشد، نمره متناسب اختصاص داده شود (حداکثر ۰/۷۵ نمره برای سه معادله برش صحیح).

ادامه راهنمای تصحیح سوال ۱۳

۱۳	شکل به دو قسمت تقسیم می شود: مستطیل و مثلث.	۲
----	---	---

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{X}_{\text{مستطیل}} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm} \quad (0/25) \\ A_{\text{مستطیل}} = 6 \times 4 = 24 \text{ cm}^2 \quad (0/25) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{X}_{\text{مثلث}} = \frac{1}{3} \times 6 = 2 \text{ cm} \quad (0/25) \\ A_{\text{مثلث}} = \frac{6 \times 6}{2} = 18 \text{ cm}^2 \quad (0/25) \end{array} \right.$$

$$Q_y = A_{\text{مستطیل}} \times \bar{X}_{\text{مستطیل}} + A_{\text{مثلث}} \times \bar{X}_{\text{مثلث}} = 24 \times 6 + 18 \times 2 = 180 \text{ cm}^3$$

(0/5)                      (0/25)                      (0/25)

۱۴		۲
----	--	---

الف:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{X_C} = 2 \times (I_{X_{C1}}) = 2 \times (869) = 1738 \text{ cm}^4 \\ I_{Y_C} = 2 \times (I_{Y_{C1}} + Ad^2) = 2 \times (68.3 + 20.1 \times 4.1^2) = 812.36 \text{ cm}^4 \end{array} \right.$$

(0/25)                      (0/25)                      (0/25)

ب:  $S_x = I_x / C_1 = 1738 / 8 = 217.25 \text{ cm}^3$

(0/25)                      (0/25)

ساعت شروع: ۸ صبح	رشته: ساختمان	راهنمای تصحیح سوالات امتحان نهایی درس: ایستایی ساختمان
تعداد صفحه: ۵ صفحه	تاریخ امتحان: ۱۳۹۵ / ۳ / ۳	سال سوم آموزش متوسطه
مرکز سنجش آموزش و پرورش http://aee.medu.ir		دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
------	---------------	------

۱۵	<p>الف: <math>P=95000-5000-5000=85000 \text{ N}</math> (۰/۲۵)</p> <p><math>A=40 \times 40=1600 \text{ mm}^2</math> (۰/۲۵)</p> <p><math>\sigma = \frac{P}{A} = \frac{85000}{1600} = 53.12 \text{ N/mm}^2</math></p> <p>(۰/۲۵) (۰/۲۵)</p> <p>ب: <math>P=95000 \text{ N}</math> (۰/۲۵)</p> <p><math>A=3.14 \times 10^2=314 \text{ mm}^2</math> (۰/۲۵)</p> <p><math>\Delta L = \frac{P \cdot L}{A \cdot E} = \frac{95000 \times 800}{3.14 \times 10^2 \times 2 \times 10^5} = 1.21 \text{ mm}</math></p> <p>(۰/۲۵) (۰/۲۵)</p> <p>مصحح گرامی: چنانچه هنرجو فقط نیروی داخلی در هر مقطع را به دست آورد، برای هر نیروی داخلی صحیح، ۰/۲۵ نمره در نظر گرفته شود.</p>	۲
----	--	---

۱۶	<p>الف:</p> <p><math>A=3.14 \times 10^2=314 \text{ mm}^2</math> (۰/۲۵)</p> <p><math>P=200 \times 1000=200000 \text{ N}</math> (۰/۲۵)</p> <p><math>\tau = \frac{P}{NA} = \frac{200000}{5 \times 314} = 318.47 \text{ N/mm}^2</math></p> <p>(۰/۲۵) (۰/۲۵)</p> <p>ب: تنش لهیدگی ماکزیمم در تسمه B به وجود می آید. چون ضخامت آن کمتر است (۰/۵).</p> <p><math>\sigma_{bmax} = \frac{P}{Ndt_{min}} = \frac{200 \times 1000}{5 \times 20 \times 10} = 40 \text{ N/mm}^2</math></p> <p>(۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵)</p>	۲/۲۵
----	---	------



ساعت شروع : ۸ صبح	رشته : ساختمان	راهنمای تصحیح سؤالات امتحان نهایی درس : ایستایی ساختمان
تعداد صفحه : ۵ صفحه	تاریخ امتحان : ۱۳۹۵ / ۳ / ۳	سال سوم آموزش متوسطه
مرکز سنجش آموزش و پرورش <a href="http://aee.medu.ir">http://aee.medu.ir</a>		دانش آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۵
ردیف	راهنمای تصحیح	
نمره		
۰/۵	$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \times C}{I_x} = \frac{1940 \times 10}{1940} = 10 \text{ N/cm}^2$ <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(۰/۲۵)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(۰/۲۵)</div> </div>	۱۷
۱/۵	$M_{MAX} = 90 \times 10^6 \text{ N.mm}^2 \quad (۰/۲۵)$ $S_x \geq \frac{M_{max}}{144} = \frac{90 \times 10^6}{144} = 625000 \text{ mm}^3$ <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(۰/۲۵)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(۰/۲۵)</div> </div> $S_x = 625000 / 10^3 = 625 \text{ cm}^3 \quad (۰/۲۵)$ $S_{xmin} = \frac{625}{2} = 312.5 \text{ cm}^3$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(۰/۲۵)</div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <math>S_x = 324 \text{ cm}^3</math> با IPE240 از جدول انتخاب می شود.         </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(۰/۲۵)</div> </div>	۱۸
۲۰	جمع نمرات :	
صفحه ۵ از ۵		

«همکاران ارجمند، با سلام و خسته نباشید؛ لطفاً برای پاسخ های صحیح دیگر نیز بارم مناسب منظور فرمایید.»