

Демонстрационный вариант комплекта заданий Второго этапа Олимпиады по Профилю «Инженерия и технологии» по треку магистратуры, треку аспирантуры

Демонстрационный вариант комплекта заданий Второго этапа Олимпиады по Профилю по треку магистратуры, треку аспирантуры включает 36 заданий, из них 20 тестовых заданий начального уровня с одним правильным ответом (верно выполненное задание оценивается в 1 балл), 1 тестовых заданий среднего уровня с несколькими правильными (верно выполненное задание оценивается в 3 баллов), 11 заданий среднего уровня с эталонным ответом (верно выполненное задание оценивается в 3- 4 баллов), 4 заданий высокого уровня с развернутым ответом (верно выполненное задание оценивается в 9-11 баллов).

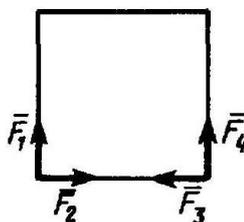
Для заданий с развёрнутым ответом приводятся критерии оценивания и эталонный ответ.

Общее машиностроение

Задание 1

Начальный уровень сложности (1 балл)

К вершинам прямоугольника приложены четыре силы $F_1 = F_4 = 10$ Н, $F_2 = F_3 = 33$ Н. Определить модуль равнодействующей этой системы сил.



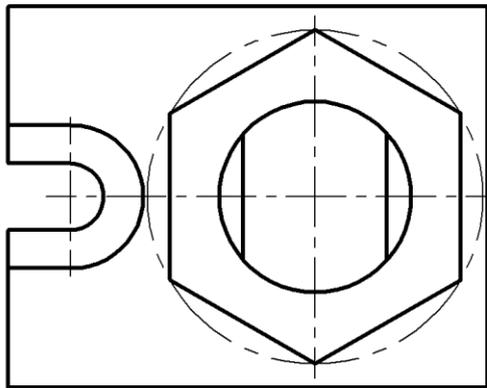
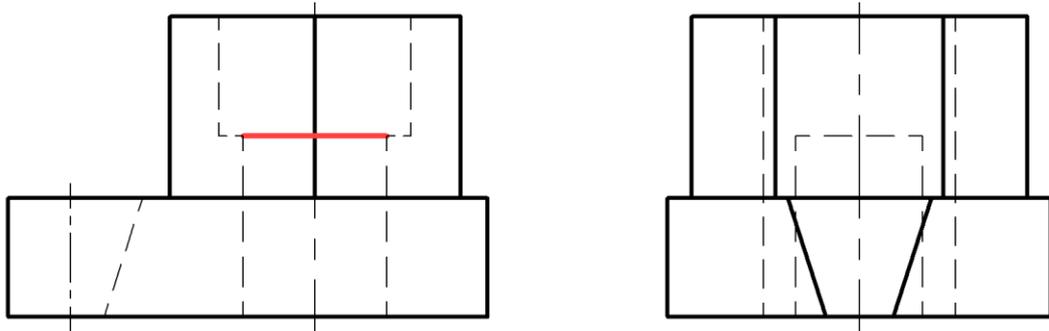
- a) Ответ 10 Н
- b) Ответ 20 Н
- c) Ответ 40 Н
- d) Ответ 0 Н

Ответ: b

Задание 2

Начальный уровень сложности (1 балл)

На чертеже детали представлены 3 вида: вид спереди, вид слева и вид сверху. Укажите, линии какого типа следует использовать на месте красной линии, обозначенной на виде спереди.



a	
b	
c	
d	Линия не нужна

- a) Ответ a
- b) Ответ b
- c) Ответ c
- d) Ответ d

Ответ: d.

Задание 3
Начальный уровень сложности (1 балл)

Укажите, по какому конструкторскому документу будет изготавливаться изделие, представленное на рисунке.

ONE CLICK TO OPEN ALL DOORS



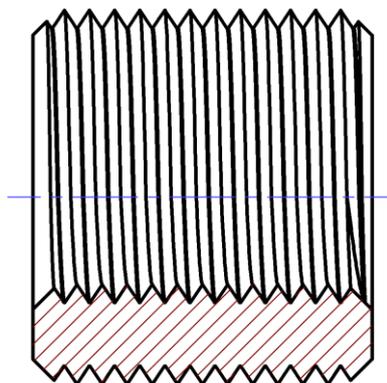
- a) монтажный чертеж;
- b) руководство по эксплуатации (service manual);
- c) рабочий чертеж детали;
- d) сборочный чертеж.

Ответ: c

Задание 4

Начальный уровень сложности (1 балл)

На рисунках представлено изображение резьбовой втулки. Укажите, какие резьбы на ней нарезаны.

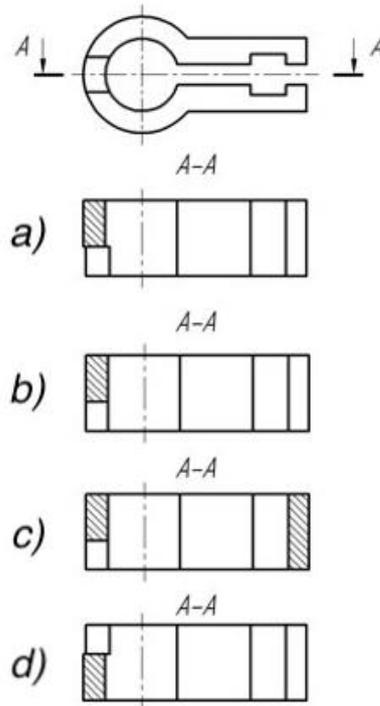


- a) снаружи резьба правая, внутри – левая
- b) снаружи и внутри резьбы правые
- c) снаружи резьба левая, внутри – правая
- d) снаружи и внутри резьбы левые

Ответ: а

Задание 5
Начальный уровень сложности (1 балл)

На чертеже представлен вид спереди детали и 4 варианта горизонтального разреза А-А. Определите какой из них правильный.



Ответ: а

Задание 6
Начальный уровень сложности (1 балл)

Чему равно верхнее отклонение: $50_{-0,39}$?

- a) 50
- b) +0,39
- c) 0
- d) -0,39

Ответ: с

Задание 7

Начальный уровень сложности (1 балл)

Из какого материала изготавливают стержни для литейных форм?

- a) Песчано-глинистая смесь
- b) Дерево
- c) Пенопласт
- d) Чугун
- e) Сталь

Ответ: а

Задание 8

Средний уровень сложности (3 балла)

По заданным уравнениям движения точки М:

$$x(t) = 5t^2 + 5t/3 - 3, \quad y(t) = 3t^2 + t + 3 \quad (\text{см})$$

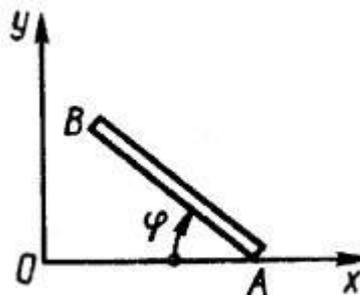
установить для момента времени $t = 2,0$ (с) ее ускорение. Ответ запишите в $\text{см}/\text{с}^2$ с точностью до десятых.

Ответ: 11,7

Задание 9

Средний уровень сложности (3 балла)

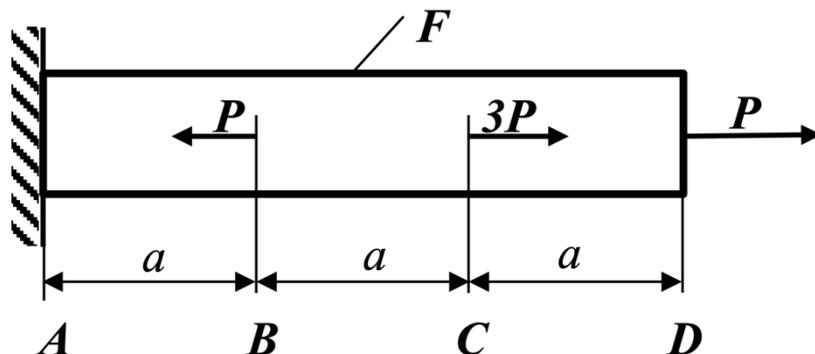
Точка В стержня АВ длиной 2 м движется согласно уравнениям $x_B = 4 \cdot \cos\left(\frac{1}{2}\pi t\right)$ (см), $y_B = 0$, а сам стержень поворачивается в плоскости Оху по закону $\varphi = 0,5\pi t$. Определить в момент времени $t_1 = 0,5$ с проекцию вектора скорости точки А на ось Ох. Ответ запишите в $\text{см}/\text{с}$ с точностью до трех значащих цифр.



Ответ: -2,22

Задание 10
Средний уровень сложности (3 балла)

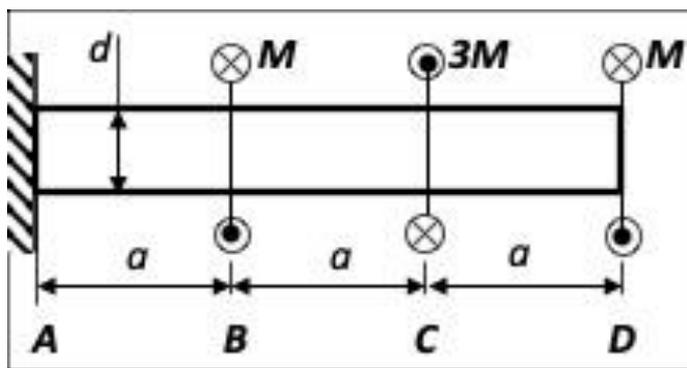
Брус постоянного сечения F , левый край которого жестко закреплен в сечении A , нагружен сосредоточенными силами P , $3P$ и P в сечениях B , C и D , соответственно ($P = 5$ кН). Необходимо определить максимальное значение (по модулю) продольной силы N_x .



Ответ: 20 кН

Задание 11
Средний уровень сложности (3 балла)

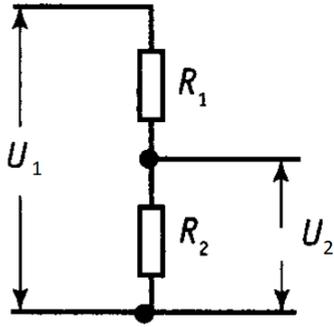
Вал постоянной жесткости, круглого сечения диаметром d , левый край которого жестко закреплен в сечении A , нагружен сосредоточенными моментами M , $3M$ и M в сечениях B , C и D соответственно ($M = 20$ кН·м). Необходимо определить значение максимального крутящего момента M_x (по модулю).



Ответ: 40 кН·м

Задание 12
Средний уровень сложности (3 балла)

$R_1=10 \Omega$, $R_2=15 \Omega$, $U_1=30 \text{ В}$. Чему равно U_2 ? Ответ укажите в В, округлив до целого значения.



Ответ: 18

Робототехника

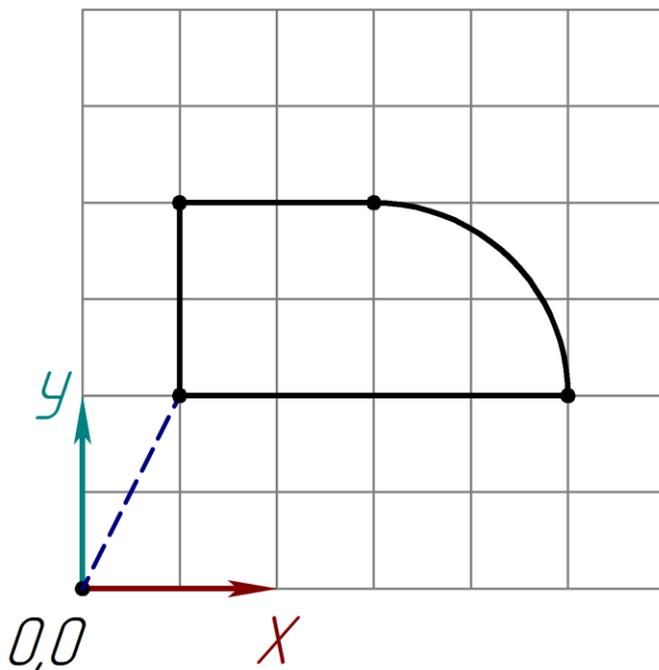
Задание 13

Средний уровень сложности (4 балла)

На рисунке представлена траектория движения инструмента при фрезерной обработке с ЧПУ.

Укажите какая из программ на языке G-CODE ему соответствует. Считать, что изначально инструмент находится в точке (0,0).

60,60



a)

G91

G00 X10 Y20

G01 X0 Y20 F200

G01 X20 Y0

G02 Y-20 I0 J-20

G01 X-40

b)

G90

G00 X10 Y20

G01 X0 Y20 F200

G01 X20

G02 X20 Y-20 R20

G01 X-40

c)

G91

G00 X10 Y20

G01 X0 Y20 F200

G01 X20 Y0

G02 X-20 Y-20 R20

G01 X-40

d)

G90

G00 X10 Y20

G01 X10 Y40 F200

G01 X30 Y40

G02 X50 Y20 R20

G01 X10

a) a

b) b

c) c

d) d

Ответ: a, d

Задание 14

Начальный уровень сложности (1 балл)

ONE CLICK TO OPEN ALL DOORS

Какое расстояние пройдет материальная точка массой m по оси Ox за время $t = 1$ с, если она движется под действием силы $F_x = 12mt^2$ (Н). В момент времени $t_0 = 0$ координата $x_0 = 3$ м, скорость $v_{x0} = 6$ м/с.

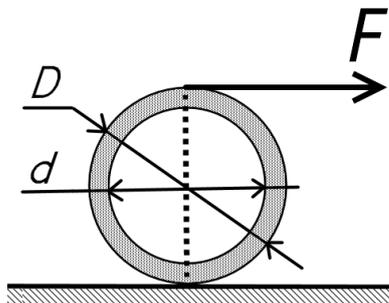
- a) 3 м
- b) 6 м
- c) 10 м
- d) 25 м

Ответ: c

Задание 15

Средний уровень сложности (3 балла)

К верхней части трубы, расположенной на горизонтальной плоскости, приложили силу $F = 100$ Н. Труба имеет внутренний диаметр $d = 0,15$ м, внешний $D = 0,25$ м и массу $m = 40$ кг. Определить угловое ускорение трубы. Проскальзывание между трубой и поверхностью отсутствует. Ответ в ($\text{рад}/\text{с}^2$) введите в поле ответа, округлив до целого значения.



Ответ: 59

Задание 16

Высокий уровень сложности (11 баллов)

На 3D-принтере требуется напечатать втулки из пластика PETG по приведенному чертежу с указанными в таблице параметрами печати.

- 1) Рассчитайте, сколько катушек пластика массой 1 кг понадобится на печать 1000 деталей.
- 2) Учтите вероятность брака при печати 3% (при печати трех деталей из ста происходит отрыв от подложки или возникает пробка в сопле).

Ширина линии: 0.4 мм;

Толщина слоя: 0.2 мм;

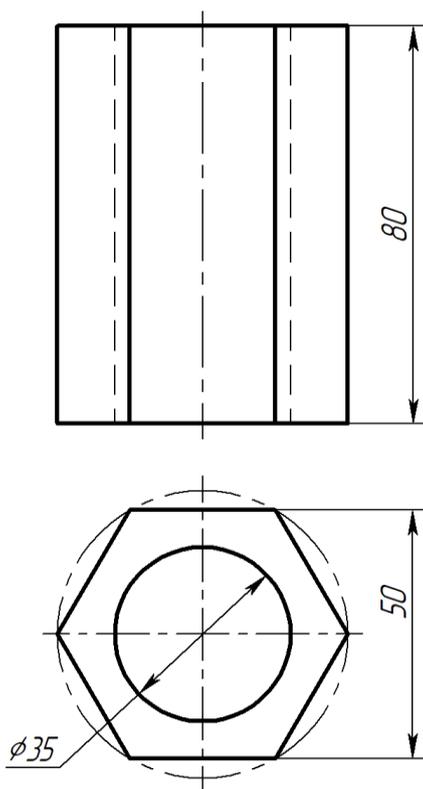
Количество слоев дна/крыши: 10;

ONE CLICK TO OPEN ALL DOORS

od.globaluni.ru

Количество периметров: 5;

Заполнение: 20%.



Ответ выразить в граммах, округлить до целого в большую сторону.

При расчётах принять $\pi=3.14$. Плотность материала PETG принять 1.27 г/см^3 . Размеры на чертеже приведены в миллиметрах.

Будьте внимательны: при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

Решение:

Объем шестигранной призмы с цилиндрическим отверстием вычисляем по формуле:

$V = \frac{\sqrt{3}}{2} S^2 h - \frac{1}{4} \pi D^2 h$, где S – расстояние между противоположными гранями шестигранной призмы (размер «под ключ»), D – диаметр цилиндрического отверстия, h – высота детали.

Для расчета нам потребуется вычислить объем детали, распечатанный с заполнением 100% (стенки, дно, крышка) – 3 балла

и внутренний объем детали, распечатанный с заполнением 20%. – 3 балла.

Толщина боковых стенок будет составлять

$L = s \cdot n_{st} = 0,4 \cdot 5 = 2 \text{ мм}$, где s – ширина линии, n_{st} – количество линий стенки (периметров).

Толщину дна и крышки можно рассчитать по формуле

$H = h_l \cdot n_l = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ мм}$, где h_l – высота слоя, n_l – количество слоев дна и крышки.

Объем детали составит:

$$V = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 50^2 \cdot 80 - \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot 35^2 \cdot 80 = 96275 \text{ мм}^3.$$

Внутренний объем, печатаемый заполнением получим за счет вычитания толщины стенок, дна и крышки:

$$V_{int} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (50 - 2 \cdot 2)^2 \cdot (80 - 2 \cdot 2) - \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot (35 + 2 \cdot 2)^2 \cdot (80 - 2 \cdot 2) = 48528 \text{ мм}^3.$$

Внешний объем, занимаемый стенками, дном и крышей будет составлять:

$$V_{ext} = V - V_{int} = 47747 \text{ мм}^3.$$

Таким образом, массу втулки можем вычислить как:

$$m = \rho V_{ext} + 0.2 \rho V_{int} = 73 \text{ г}.$$

На 1000 деталей нам понадобится 73 катушки пластика, но с учетом того, что 3% деталей может напечататься с браком, потребуется напечатать не менее 1031 детали, для чего потребуется уже 76 катушек.

Ответ: 76.

Критерии оценивания:

Дан ответ: объем детали, распечатанный с заполнением 100% (стенки, дно, крышка) – 3 балла

Дан верный ответ внутренний объем детали, распечатанный с заполнением 20%. – 3 балла.

Дан ответ без учета брака с погрешностью в ± 1 катушку: 73 ± 1 – 3 балла;

Дан верный ответ с учетом компенсации бракованных деталей: 76 – 11 баллов.

Телекоммуникации

Задание 17

Начальный уровень сложности (1 балл)

Чему равно сопротивление на клеммах датчика 10N, если измеряемая температура этим датчиком равна 0 градусов по Цельсию?

- a) 0 Ом
- b) 10 Ом
- c) 50 Ом
- d) 100 Ом

Ответ: b

Задание 18**Начальный уровень сложности (1 балл)**

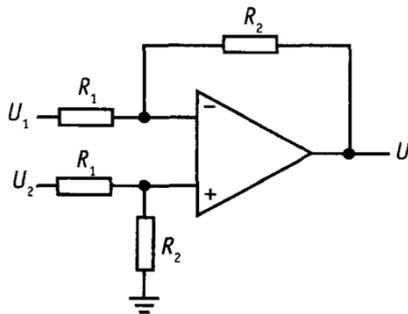
Какое количество семисегментных цифровых индикаторов потребуется для индикации целочисленного диапазона значений от -10 до 10?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

Ответ: c

Задание 19**Средний уровень сложности (3 балла)**

Чему равен коэффициент усиления дифференциального усилителя K , если $R_1=10\Omega$, $R_2=20\Omega$, $U_1=5\text{В}$, $U_2=-5\text{В}$? Ответ округлите до целого значения.



Ответ: 2

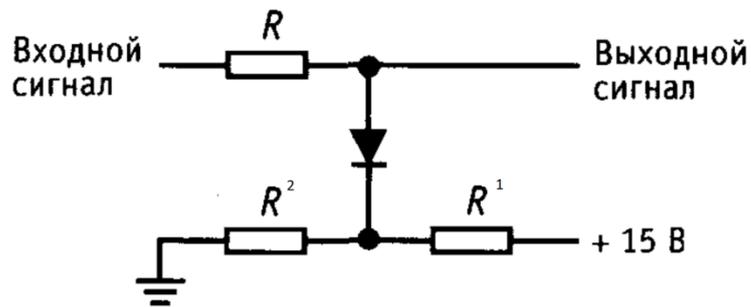
Задание 20**Высокий уровень сложности (9 баллов)**

В Вашем распоряжении имеется выпрямительный диод, напряжением открытия которого можно пренебречь, и набор резисторов $R=1\text{k}\Omega$, $R_1=1\text{k}\Omega$, $R_2=1,5\text{k}\Omega$, $R_3=2\text{k}\Omega$, $R_4=10\text{k}\Omega$, $R_5=20\text{k}\Omega$. Используя опорный источник напряжения $U=15\text{В}$, резистор открывающий выпрямительный диод R и предложенные номиналы резисторов R_1 до R_5 , постройте схему диодного ограничителя, не превышающего напряжения на выходе $14,3\text{В}$. В ответе приведите схему диодного ограничителя и укажите номиналы выбранных резисторов.

Будьте внимательны: при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

Решение:

Спроектированная схема диодного ограничителя имеет вид: за правильно составленную схему 4 балла.



Выбор резисторов для делителя опорного напряжения для расчета номинала напряжения ограничителя выполняется по формуле:

$$U = \frac{UR^2}{R^1 + R^2} = \frac{15 * 20000}{1000 + 20000} = 14,3В$$

Для достижения требуемого номинала напряжения необходимо выбрать номиналы резисторов $R^1=1k\Omega$, $R^2=20k\Omega$, 5 баллов.

Ответ: $R^1=1k\Omega$, $R^2=20k\Omega$

Критерии оценивания:

Спроектированная схема диодного ограничителя имеет вид: за правильно составленную схему – 4 балла.

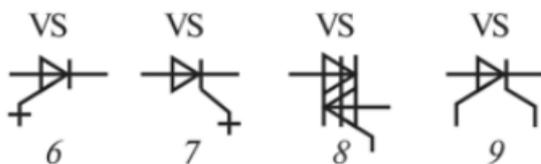
Выбор резисторов для делителя опорного напряжения для расчета номинала напряжения ограничителя – 5 баллов.

Электротехника и электроника

Задание 21

Начальный уровень сложности (1 балл)

На каком рисунке изображен тетродный, запираемый в обратном направлении тиристор?



- a) 6
- b) 7
- c) 8
- d) 9

Ответ: d

Задание 22
Начальный уровень сложности (1 балл)

Найдите показание прибора A_1 , если $A_2=3A$, $A_3=6A$, $A_4=2A$.

- a) 5A
- b) 11A
- c) 1A
- d) 7A

Ответ: a

Задание 23
Средний уровень сложности (3 балла)

В трехфазную сеть напряжением 380В, частотой $f=50$ Гц включен трехфазный асинхронный двигатель по схеме «треугольник». Потребляемая активная мощность $P = 2,5$ кВт, коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,9$. Определить полную потребляемую мощность электродвигателя. Результат в ВА введите в поле ответа, округлив до целого значения.

Ответ: 2782

Задание 24
Высокий уровень сложности (11 баллов)

Линейная электрическая цепь описывается передаточной функцией вида: $W(s) = \frac{100}{10s+10}$. Найдите время переходного процесса для этой цепи, при условии подачи на её вход единичного ступенчатого воздействия. Введите в цепь безынерционное звено коррекции, таким образом, чтобы время переходного процесса уменьшилось в 2 раза. Чему равен коэффициент коррекции?

Будьте внимательны: при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

Решение:

Приведем исходную ПФ $W(s) = \frac{100}{10s+10}$ к каноническому виду: $W(s) = \frac{K}{Ts+1}$
 $W(s) = \frac{10}{s+1}$, р

разделив числитель и знаменатель ПФ на 10, из полученной ПФ в канонической форме видно, что постоянная времени цепи равна $T=1$, соответственно время переходного процесса $t=3T = 3*1=3$ с. (3 балла)

Для нахождения коэффициента коррекции для уменьшения времени переходного процесса воспользуемся введением в исходную линейную электрическую цепь

ONE CLICK TO OPEN ALL DOORS

od.globaluni.ru

отрицательной обратной связи. Для удобства, перейдем от исходного ДУ к передаточной функции цепи: $W(s) = \frac{10}{s+1}$. Воспользовавшись формулой для выражения замкнутой ПФ через разомкнутую ПФ получим: $W(s)_з = \frac{W(s)_з}{1+K_{oc}W(s)}$. Для исходной ПФ получаем:

$$W(s)_з = \frac{\frac{10}{1s+1}}{1+K_{oc}\frac{10}{1s+1}} = \frac{10}{1*s+1+10*K_{oc}} = \frac{\frac{10}{1+10*K_{oc}}}{\frac{1}{1+10*K_{oc}}*s+1},$$

По замкнутой ПФ найдем коэффициент коррекции: $\frac{1}{1+10*K_{oc}} = \frac{1}{2} \Rightarrow 1 + 10 * K_{oc} = 2,$

$K_{oc}=0,1.$

Ответ: $K_{oc}=0,1$

Критерии оценивания:

Определено время переходного процесса – 4 балла.

Получение выражения замкнутой ПФ – 4 балла.

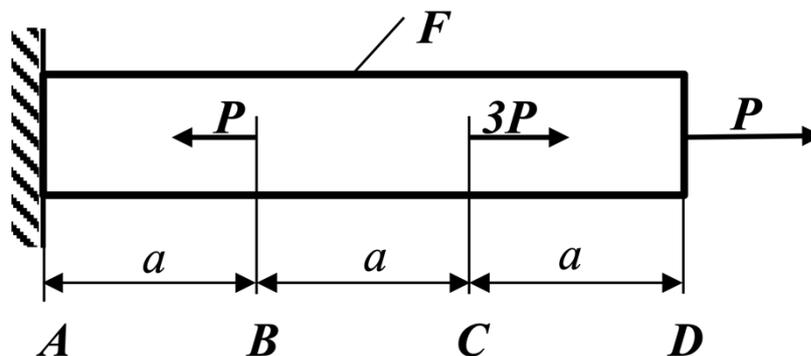
Определение коэффициента коррекции – 3 балла.

Материаловедение – оценка и испытания

Задание 25

Начальный уровень сложности (1 балл)

Брус постоянного сечения **F**, левый край которого жестко закреплен в сечении **A**, нагружен сосредоточенными силами **P**, **3P** и **P** в сечениях **B**, **C** и **D** соответственно ($P = 20$ кН). Допускаемое напряжение для материала бруса $[\sigma] = 200$ Мпа. Определить из условия прочности минимальное значение площади поперечного сечения бруса **F**.



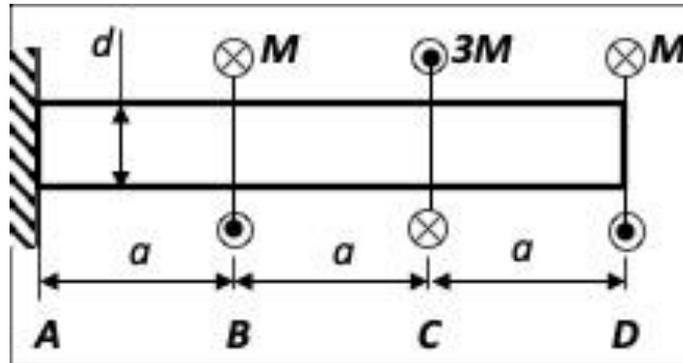
- a) 1 см^2
- b) 2 см^2
- c) 3 см^2
- d) 4 см^2

Ответ: d

Задание 26

Начальный уровень сложности (3 балла)

Вал постоянной жесткости, круглого сечения диаметром d , левый край которого жестко закреплен в сечении A , нагружен сосредоточенными моментами M , $3M$ и M в сечениях B , C и D соответственно ($M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$). Допускаемое напряжение для материала вала $[\tau] = 100 \text{ МПа}$. Полярный момент сопротивления сечения $W_p = \pi d^3/16$. Определить минимальное значение диаметра вала d из условия прочности. Запишите ответ в см с точностью до десятых.



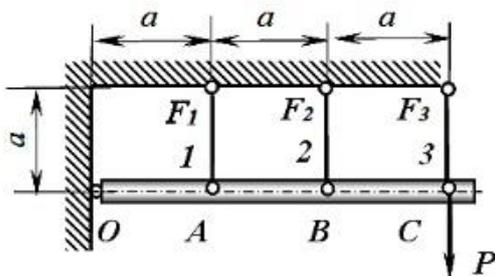
Ответ: 12,7 см

Задание 27

Средний уровень сложности (11 баллов)

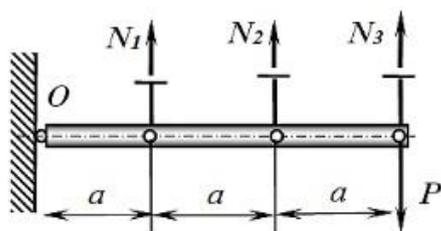
Балка OC подвешена на стержнях $1, 2, 3$, изготовленных из материала с модулем Юнга E , имеющих площади поперечных сечений F_1, F_2, F_3 соответственно и длину a . Расстояние от шарнира и между стержнями равно a . Балку OC считаем абсолютно твердым телом по сравнению со стержнями. Балка левым концом в точке O прикреплена шарнирно-неподвижной опорой к жесткой стенке, а в точке C загружена силой P . Весом балки по сравнению с силой P пренебрегаем. $P = 28 \text{ кН}$, $F_1 = F_2 = F_3 = F$.

Необходимо определить величину продольной силы N_1 в стержне 1 .



Решение:

Учитывая, что балка под действием нагрузок находится в равновесии, вырезаем ее по стержням вблизи балки и записываем уравнение равновесия, принимая, что все стержни испытывают растяжение.



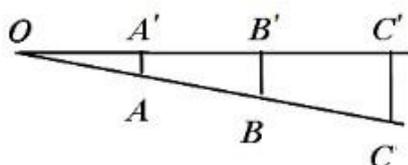
$$\Sigma M_o = 0 \Rightarrow N_1 \cdot a +$$

$$N_2 \cdot 2a + N_3 \cdot 3a = P \cdot 3a \quad (1)$$

Рисунок с силами – 2 балла.

Записано условие равновесия (1) – 3 балла.

Построим деформированную систему. Под действием силы P балка OC повернется вокруг шарнира O . Величина поворота балки определяется деформациями стержней $1, 2$ и 3 . Ввиду малости деформаций можно считать, что любая точка балки перемещается по вертикали вниз.



Положение балки без нагрузки изображено на рисунке OC' , а под нагрузкой P – OC . Соответственно AA' будет удлинение стержня 1 , BB' будет удлинение 2 стержня и CC' удлинение стержня 3 . Можно записать геометрическое подобие удлинений стержней.

$$\Delta l_2 = 2\Delta l_1 \quad \text{и} \quad \Delta l_3 = 3\Delta l_1 \quad (2)$$

Построена деформированная система и записано условие (2) – 3 балла.

Выразим удлинения стержней через усилия, длины, жесткости и получим

$$\begin{aligned} \Delta l_1 &= N_1 \cdot a / EF \\ \Delta l_2 &= N_2 \cdot a / EF \\ \Delta l_3 &= N_3 \cdot a / EF \end{aligned} \quad (3)$$

Подставив выражения для удлинений (3) в (2) получим

$$N_2 = 2N_1 \quad \text{и} \quad N_3 = 3N_1 \quad (4)$$

Далее выражения (4) подставим в (1) и получим

$$N_1 = \frac{3}{14} \cdot P \quad N_2 = \frac{6}{14} \cdot P \quad N_3 = \frac{9}{14} \cdot P \quad (5)$$

Подставив величину нагрузки $P = 28$ кН, получим величину усилия в стержне 1 – $N_1 = 6$ кН.

Решена система (3), (4) и получен правильный ответ – 3 балла.

Ответ: 6 кН.

Критерии оценивания:

Рисунок с силами – 2 балла.

Записано условие равновесия (1) – 3 балла.

Построена деформированная система и записано условие (2) – 3 балла.

Решена система (3), (4) и получен правильный ответ – 3 балла.

Задание 28

Начальный уровень сложности (1 балл)

Что называется пределом прочности?

- a) Максимальный размер тела, при котором происходит его разрушение
- b) Минимальное напряжение, возникающее в теле до его разрушения
- c) Физическая величина, показывающая, при какой внешней силе, действующей на вещество, происходит разрушение тела
- d) Максимальное напряжение, возникающее в теле до его разрушения

Ответ: d

Ядерная физика и технологии

Задание 29

Начальный уровень сложности (1 балл)

Электрон e^- имеет импульс p . Дебройлевская длина волны этого электрона определяется по формуле:

- a) p/h
- b) h/p
- c) $\frac{h}{pc}$
- d) $\frac{h}{ep}$

Ответ: b

Задание 30

Начальный уровень сложности (1 балл)

Чему равна длина волны линии характеристического излучения K_α для алюминия (${}_{13}^{27}Al$):

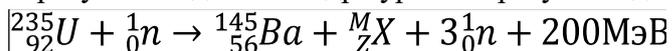
- a) 844 пм
- b) 100 пм
- c) 11,0 пм
- d) 0,88 пм

Ответ: b

Задание 31

Начальный уровень сложности (1 балл)

В результате деления ядра урана образуются два осколка и свободные нейтроны



Определите второй осколок.

- a) ${}_{55}^{137}\text{Cs}$
- b) ${}_{54}^{140}\text{Xe}$
- c) ${}_{36}^{88}\text{Kr}$
- d) ${}_{44}^{108}\text{Ru}$

Ответ: с

Задание 32**Средний уровень сложности (4 балла)**

В результате радиоактивного альфа-распада радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ образуется гелий. Какое количество гелия образовалось за 40 лет из 1,0 грамма радия, если период полураспада ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ 1600 лет? Ответ указать в мкг с точностью до сотых.

Ответ: 0,44

Автоматизированные системы управления**Задание 33****Начальный уровень сложности (1 балл)**

Какое дифференциальное уравнение даёт математическое описание апериодического звена?

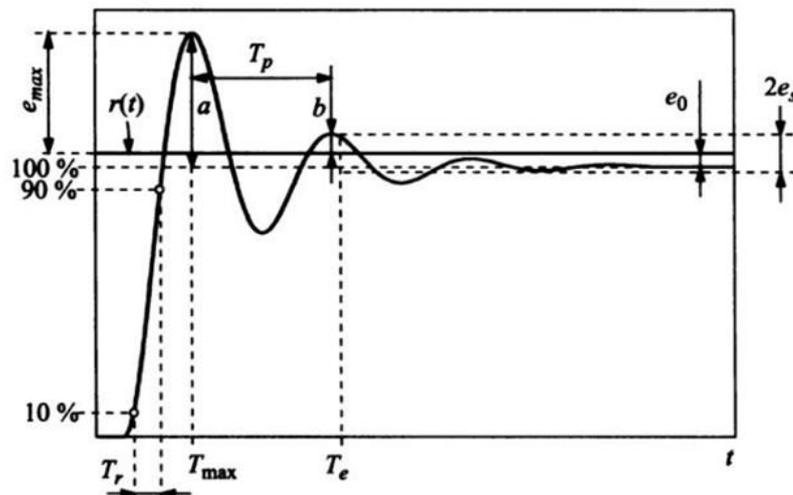
1	$T\dot{y}(t) + y(t) = kx(t)$
2	$T_2^2\ddot{y}(t) + T_1\dot{y}(t) + y(t) = kx(t), T_1 \geq 2T_2$
3	$T^2\ddot{y}(t) + 2\xi T\dot{y}(t) + y(t) = kx(t), 0 < \xi < 1$
4	$y(t) = k[T\dot{x}(t) + x(t)]$
5	$y(t) = k[T^2\ddot{x}(t) + 2\xi T\dot{x}(t) + x(t)]$
6	$y(t) = kx(t)$

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5
- f) 6

Ответ: а

Задание 34
Начальный уровень сложности (1 балл)

По графику переходного процесса оцените его степень затухания ψ , если $a=4, b=3$.



- a) 1
- b) 1/3
- c) 1/4
- d) 12

Ответ: с

Задание 35
Начальный уровень сложности (1 балл)

Безинерционное звено с $K=10$ охватили жесткой отрицательной обратной связью с коэффициентом 0,25. Чему равен коэффициент усиления системы полученной системы?

- a) 0,476
- b) 0,909
- c) 1
- d) 1,476
- e) 2,857
- f) 11,110

Ответ: e

Задание 36
Средний уровень сложности (4 балла)

Для модели динамической системы, представленной в форме переменных состояния, найдите все собственные значения матрицы A

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= 4x_1 + 4x_2 + u \\ \frac{dx_2}{dt} &= 3x_1\end{aligned}$$

- a) -2
- b) 0
- c) 2
- d) 4
- e) 6
- f) 8

Ответ: a, e