(2')

1. Дати дефиницију равног штапа.

Раван штап је онај чија оса са једном од главних централних оса инерције попречних пресека лежи у једној равни.

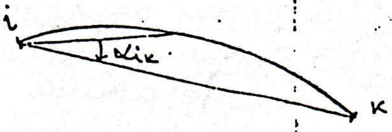
2. Успоставити везу између компонентних померања тачака осе штапа $\underline{u}$ и $\underline{v}$ у правцу оса глобалног координатног координ. система и померања $\bar{u}$ и $\bar{v}$ у правцу оса локалног коорд. система.

$u=\bar{u}\cos\alpha_{ik}-\bar{v}\sin\alpha_{ik}$

$v=\bar{u}\sin\alpha_{ik}+\bar{v}\cos\alpha_{ik}$

$\bar{u}=u\cos\alpha_{ik}+v\sin\alpha_{ik}$

$\bar{v}=-u\sin\alpha_{ik}+v\cos\alpha_{ik}$



3. Основне претпоставке линеарне теорије штапа у равни су (заокружити тачне одговоре):

1) Bernoulli-ева претпоставка
2) Претпоставка о малим деформацијама
3) Услови равнотеже се исписују на деформисаном елементу штапа
4) Претпоставка статичке линеарности проблема
5) Hook-ов закон о линеарном стању напона
6) Хипотеза Журавског

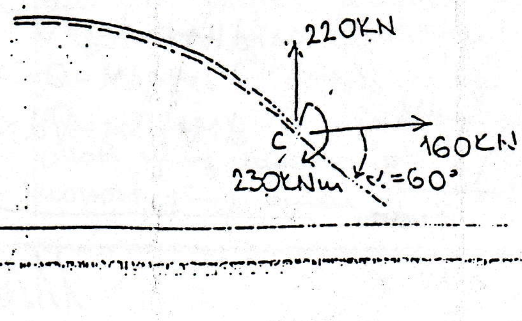
4. Код кривог штапа промена дилатације ε по висини попречног пресека је:

1) линеарна
2) хиперболична
3) параболична

5. Дати дефиницију конзервативних сила.

Конзервативним силама називамо силе чији рад при деформацији не зависи од путање нападних тачака сила већ само од почетног и крајњег положаја тих тачака. Такве су, нпр. оне силе које при деформацији не мењају ни величину ни правац.

6. Срачунати силе N и T у пресеку c под претпоставком статичке линеарности проблема



N=-110,526 KN

T=-248,564 KN

M=-230KNm

7. Изразити у случају равног штапа деформ. велич. $\kappa, \varepsilon, \varphi_T$ преко пресечних сила и температурних пром

$$\varepsilon = \frac{N}{EF} + \alpha_t t^{\circ}$$

$$\kappa = \frac{M}{EI} + \alpha_t \frac{\Delta t}{h}$$

$$\varphi_T = k \frac{T}{GF}$$

8. Проблем прорачуна сила у пресецима штапа је статички одређен када имамо:

1) 3 гранична услова по силама и 3 гранична услова по померањима
2) 6 граничних услова по померањима

9. Код равног штапа код кога се локални и глобални координатни систем поклапају проблема аксијалног напрезања и савијања силама су:

1) спрегнути
2) независни

10. Објаснити појам статички независних величина штапа.

Статички независне величине штапа. X_1, X_2, X_3 су неке од сила у пресеку на неком од крајева штапа или нека линеарна ф-ја тих сила, а потребне су да би се могле одредити силе у било ком пресеку штапа.

$$X_j = X_j(H_{ik}, V_{ik}, M_{ik}, H_{ki}, V_{ki}, M_{ki}) \quad j=1,2,3$$

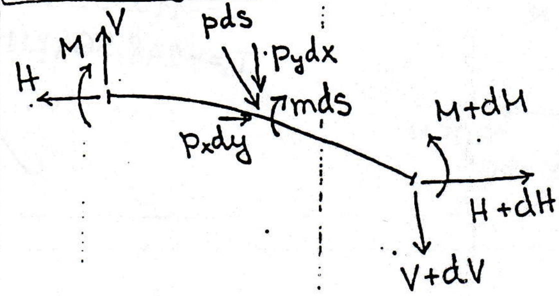
11. На основу принципа суперпозиције написати изразе за силе N, T и M преко статички независних величина X_1, X_2, X_3.

$$N = N_0 + N_1 X_1 + N_2 X_2 + N_3 X_3$$

$$T = T_0 + T_1 X_1 + T_2 X_2 + T_3 X_3$$

$$M = M_0 + M_1 X_1 + M_2 X_2 + M_3 X_3$$

12. Под претпоставком стат. линеарности проблема изве-сти услове равнотеже елемента штапа у сталном коорд. систему xOy.



$$dH + p_x dy = 0$$

$$dV + p_y dx = 0$$

$$dM + H dy - V dx - m ds = 0$$

величина штапа.

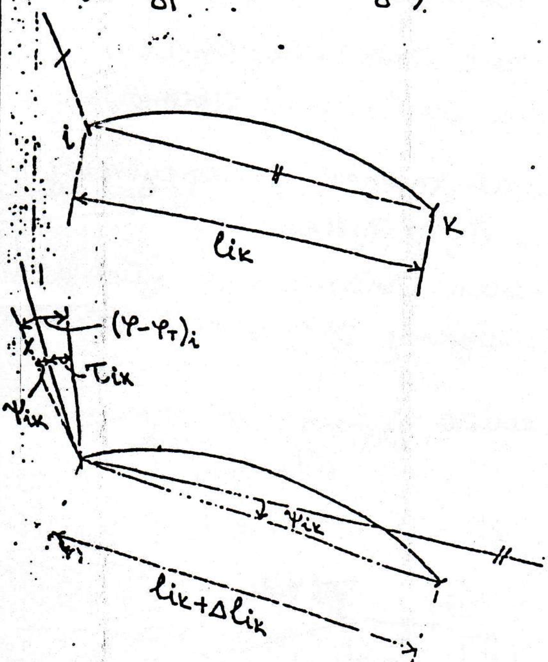
Деформац. независне величине штапа су померања и обртања на неком од крајева штапа или линеарне ф-ја померања и обртања крајева штапа, а потребне су да би се могла одредити померања и обртања у било ком пресеку штапа

14. На основу принципа суперпозиције написати изр за $(\varphi-\varphi_T)_c$, u_c, v_c преко деформ. незав. величина U_1, U_2, U_3 и објаснити њихово физичко значење.

$$(\varphi-\varphi_T)_c=(\varphi-\varphi_T)_0+U_1\cdot\varphi_{c,1}+U_2\cdot\varphi_{c,2}+U_3\cdot\varphi_{c,3}$$
$$u_c=u_{c,0}+U_1\cdot u_{c,1}+U_2\cdot u_{c,2}+U_3\cdot u_{c,3}$$
$$v_c=v_{c,0}+U_1\cdot v_{c,1}+U_2\cdot v_{c,2}+U_3\cdot v_{c,3}$$

Деформацијски незав. величине су величине које одр ују померања и обртања штапа као круте плоче у равни.

15. Објаснити физичко значење величина Δl_{ik}, ψ_{ik} и τ_{ik}. (нацртати скице)



$$\tau_{ik}=(\varphi-\varphi_T)_i-\psi_{ik}$$
$$\Delta l_{ik}=\bar{u}_k-\bar{u}_i$$
$$\tau_{ik}=(\varphi-\varphi_T)_i-\psi_{ik}=(\varphi-\varphi_T)_i-\frac{\bar{v}_k-\bar{v}_i}{l_{ik}}$$

τ_{ik} и Δl_{ik} су чисто деформ ционе величине штапа, тј. величине које су једнаке нули када се штап не деформише

ψ_{ik} (угао обртања штапа) је угао за који се при померању штапа обрне његова тетива.
Разлика угла обртања пресека на крају i, $(\varphi-\varphi_T)_i$, односно на крају k, $(\varphi-\varphi_T)_k$, и угла обртања штапа ψ_{ik} једнака је промени угла између тетиве штапа и пресека i, деформаци оном углу штапа на крају i - τ_{ik}, односно пресека k, деформа ционом углу штапа на крају k - τ_{ki}.

16. Написати једначине на основу којих је изведена Mohr-Maxwell-ова аналогија за штап.

$$\frac{d(\varphi-\varphi_T)}{dx} = -\frac{\kappa}{\cos\alpha} \qquad \frac{dT_f}{dx} = -p^f$$

$$\frac{dv}{dx} = \varepsilon\, tg\alpha + (\varphi-\varphi_T) + \varphi_T \qquad \frac{dM^f}{dx} = T_f + m_f$$

17. Базна матрица флексибилности штапа успоставља везу између деформацијских величина штапа и (Mik, Mki) и δ_{ik}.

18. Објаснити разлику између теорије другог реда и линеарне теорије конструкција

Теорија II реда поставља услове на деформисаној конфигурацији док линеарна теорија поставља услове на недеформисаној конфигурацији занемарујући деформације

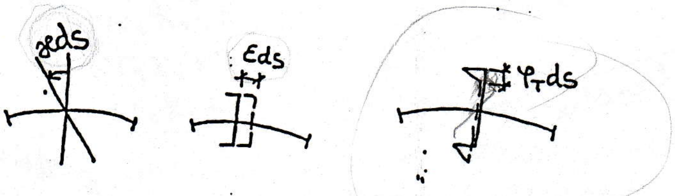
19. У линеарној теорији конструкција се узима:

1) Стварно витоперење попречних пресека уз параболичну расподелу τ напона по висини попречног пресека

2) Задржава се раван пресек уз осредњену расподелу τ напона по висини попр. пресека

3) Задржава се раван попр. пресек управан на деформисану осу штапа уз расподелу τ напона по хипотези Журавског

20. На елементу штапа дужине ds показати физичко значење величина κ, ε, φ_T



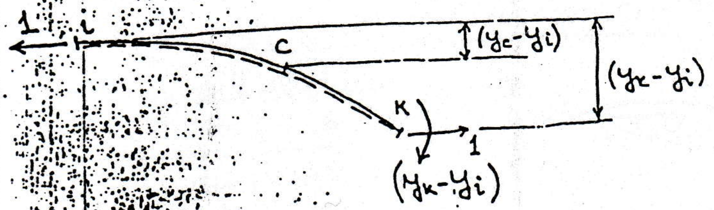
21. Објаснити шта је температурна разлика Δt а шта температурна промена t°

t° - температура у тежишту попр. пресека

Δt - разлика температуре на горњем и доњем делу попр. пресека

22. За изабране статички независне величине штапа $X_1=H_{ik}$, $X_2=V_{ik}$, $X_3=M_{ik}$ извести изразе за силе у пресецима штапа.

Стање $X_1=1$.

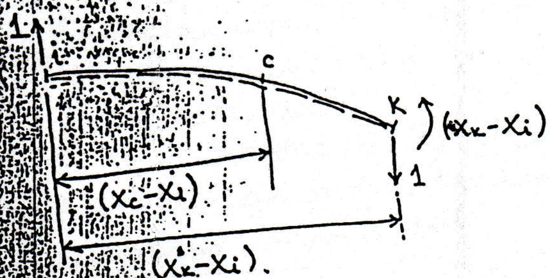


$H_1=1$

$V_1=0$

$M_1=-(y_c-y_i)$

Стање $X_2=1$

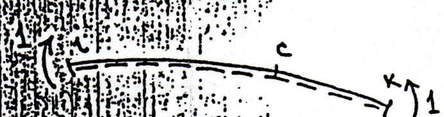


$H_2=0$

$V_2=1$

$M_2=(x_c-x_i)$.

Стање $X_3=1$

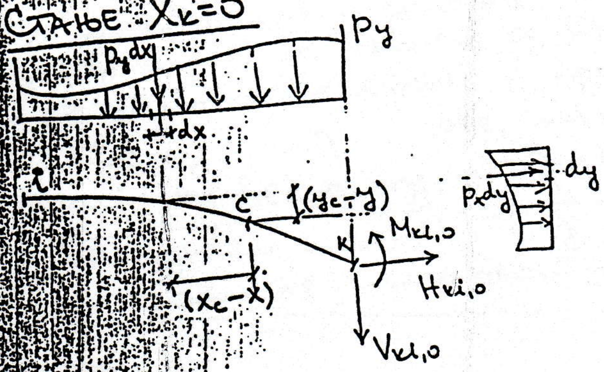


$H_3=0$

$V_3=0$

$M_3=1$

Стање $X_k=0$



$$H_0=-\int_i^c p_x\,dy$$

$$V_0=-\int_i^c p_y\,dx$$

$$M_0=\int_i^c p_x(y_c-y)\,dy-\int_i^c p_y(x_c-x)\,dx$$

$$H=H_{ik}-\int_i^c p_x\,dy$$

$$V=V_{ik}-\int_i^c p_y\,dx$$

$$M=H_{ik}(y_c-y_i)+V_{ik}(x_c-x_i)+M_{ik}+\int_i^c p_x(y_c-y)\,dy-\int_i^c p_y(x_c-x)\,dx$$