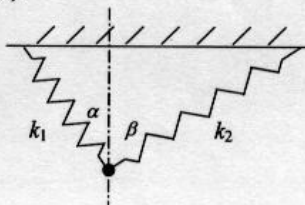


Županijsko natjecanje iz fizike "02 – 3. grupa

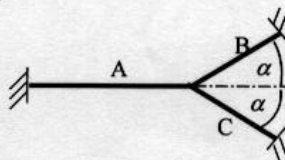
Zadatak 1 (10 bodova)

Dvije opruge, konstanti elastičnosti k_1 i k_2 , zanemarivih duljina u nenapregnutom stanju, jednim krajem su učvršćene za nepomične nosače, a međusobno spojene tako da im osi zatvaraju kutove α i β s okomicom. Nakon što se na spojnicu opruga ovjesi teret male mase, spojnica se pomakne po okomici. Koja relacija povezuje k_1 , k_2 , α i β ? Zanemarite promjene kutova α i β zbog pomaka spojnice.



Zadatak 2 (10 bodova)

Od istog materijala, s istim poprečnim presjekom izradene su žice A, B i C i spojene kao na slici. Svi krajevi žica su u istoj ravnini. Duljina žice A je l_A , a žica B i C je l . Ako spojnica žica titra najvećim pomakom, a žice titraju transverzalno bez čvorova, kako ovisi α o l/l_A ?

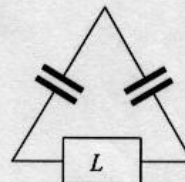


Zadatak 3 (10 bodova)

Tanki štap duljine l i mase m treba postaviti horizontalno na stol tako da mu je na stolu dio duljine x , $x < l/2$. Dio štapa na stolu je zaljepljen za stol. Ljepilo veže štap i stol dok sila razdvajanja ne premaši iznos f po jedinici duljine štapa, bilo na kojem dijelu spoja. Ako na kraju štapa izvan stola treba visiti teret mase m odredite x . Uz koji uvjet na f postoji traženo rješenje?

Zadatak 4 (10 bodova)

Strujni krug se sastoji od dva kondenzatora kapaciteta C i idealne zavojnice induktiviteta L . Na svaki od elemenata priključi se idealni voltmetar. Strujni krug titra u rezonanciji. Kolika je frekvencija struje u strujnom krugu? Ako voltmetar priključen na zavojnicu pokazuje napon v_L , kolike napone pokazuju druga dva voltmetra?



Zadatak 5 (10 bodova)

Tijelo mase m povezano je za pregradu pomoću opruge, konstante elastičnosti k i zanemarive duljine u neopterećenom stanju. Pregrada se ne miče zbog gibanja tijela. Po horizontalnoj podlozi, tijelo titra s amplitudom a , bez trenja. U trenutku kad je tijelo imalo elongaciju e , pregradu se gotovo trenutno premjesti na položaj udaljen za d od početnog. Tijelo ne udara u pregradu ni prije niti poslije pomaka. Os opruge je cijelo vrijeme vodoravna. Odredite amplitudu titranja nakon pomaka pregrade.

Županijsko natjecanje iz fizike 2002. – 3. grupa
Rješenja zadataka

1. zadatak (10 bodova)

Kako bi pomak bio okomit, vodoravne projekcije elastičnih sila opruga moraju biti uravnotežene, $F_1 \sin \alpha = F_2 \sin \beta$. (1) [2]

Ako je y pomak spojnice, onda su produljenja opruga $y_1 = y \cos \alpha$, $y_2 = y \cos \beta$. [2]

Ujedno je $y_1 = F_1 / k_1$, i $y_2 = F_2 / k_2$. [2]

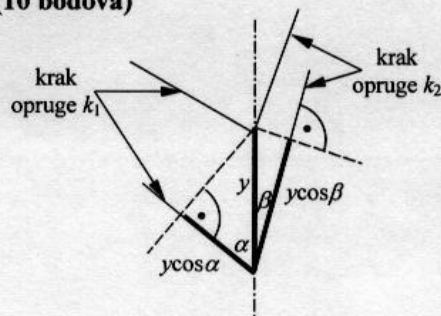
Isključivanjem y_1 i y_2 slijedi

$$y = F_1 / (k_1 \cos \alpha) = F_2 / (k_2 \cos \beta). \quad (2) \quad [2]$$

Iz (1) i (2) je

$$F_1 / F_2 = \sin \beta / \sin \alpha = (k_1 \cos \alpha) / (k_2 \cos \beta), \text{ tj.}$$

$$k_1 \sin 2\alpha = k_2 \sin 2\beta. \quad [2]$$



2. zadatak (10 bodova)

Žice titraju jednakom frekvencijom f . [2]

Ako je N napetost žice duljine d , onda je za sve tri žice jednak omjer \sqrt{N} / d . [4]

Neka je napetost žice A jednaka F . Napetosti žica B i C su međusobno jednake, i zadovoljavaju $N = N / (2 \cos \alpha)$. [2]

Iz navedenih relacija slijedi $\alpha = \arccos[(l/l_A)^2 / 2]$. [2]

Napomena: Priznaje se i rješenje $\cos \alpha = (l/l_A)^2 / 2$.

3. zadatak (10 bodova)

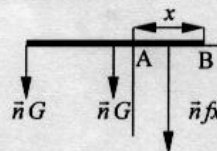
Dio x je najkraći kad je na kraju štapa B sila vezanja po jedinici duljine jednaka f . [2]

Ako je $G = mg$ težina štapa i tereta, uravnoteženost momenata sila oko ruba stola A daje $G(l-x) + G(l/2-x) = fx(x/2)$. [3]

Rješenje kvadratne jednačbe je $x/l = (4y^2 + 3y)^{1/2} - 2y$, [2]

pri čemu je uvedena bezdimenzionalna pokrata $y = G/(fl)$.

Rješenje postoji za $x/l < 1/2$, ili $y < 1/4$, tj. $f > 4G/l$. [3]



4. zadatak (10 bodova)

Svojstvena frekvencija titrajnog kruga je $f = 1/(\pi \sqrt{2LC})$. [4]

Ako je I u strujnom krugu, onda je pad napona na zavojnici jednak $v_L = i\omega LI$. [3]

Padovi napona na kondenzatorima su jednakog iznosa $v_C = I/(i\omega C) = -v_L/2$. [3]

5. zadatak (10 bodova)

Ishodište koordinatnog sustava je početni ravnotežni položaj. Pomak tijela x u odnosu na ravnotežni položaj, i brzinu v tijela u trenutku t_1 prije pomaka pregrade, zapisujemo kao

$$x = a \sin \omega t_1, \quad (1) \quad [1]$$

$$v = a \omega \cos \omega t_1. \quad (2) \quad [1]$$

Ravnotežni položaj tijela nakon pomaka pregrade je na koordinati d . U trenutku t_2 , a nakon pomaka pregrade, izrazi za pomak i brzinu tijela su

$$x = d + a' \sin(\omega t_2 + \varphi), \quad (3) \quad [2]$$

$$v = a' \omega \cos(\omega t_2 + \varphi), \quad (4) \quad [1]$$

gdje je a' nova, tražena amplituda titranja, a φ faza. Ako stavimo da je $t_1 = t_2$, što vrijedi za trenutak pomicanja pregrade, izrazi (1) i (3) daju jednaki x , a (2) i (4) jednaki v , [2]

$$\text{čime se dolazi do } a \sin \omega t_1 - d = a' \sin(\omega t_2 + \varphi), \quad (5)$$

$$a \cos \omega t_1 = a' \cos(\omega t_2 + \varphi). \quad (6)$$

Zbrajanjem kvadriranih (5) i (6), dolazi se do $a^2 - 2da \sin \omega t_1 + d^2 = a'^2$. [2]

Budući je pomak tijela u trenutku pomicanja pregrade jednak e , slijedi $a' = (a^2 - 2de + d^2)^{1/2}$.

[1]
Napomena: Nije preciziran predznak pomaka, pa je ispravno i rješenje $a' = (a^2 + 2de + d^2)^{1/2}$ ako je u (3) i (5) suprotni predznak od d .