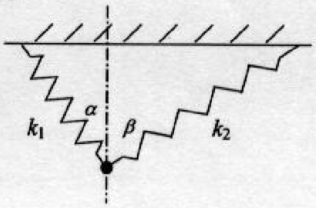
Županijsko natjecanje iz fizike "02 – 3. grupa

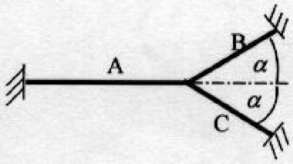
Zadatak 1 (10 bodova)

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 izrađene 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?

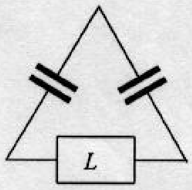


Zadatak 3 (10 bodova)

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?



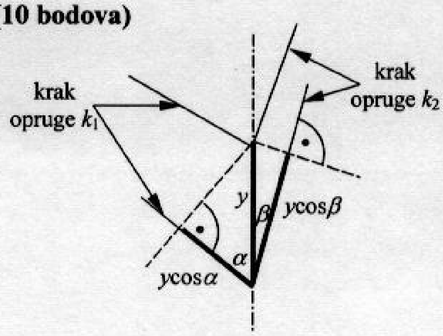
Zadatak 5 (10 bodova)

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 $y_1 = F_2/k_2$. **[2]**
Isključivanjem y_1 i y_2 slijedi
$y = F_1/(k_1\cos\alpha) = F_2/(k_2\cos\beta)$. (2) **[2]**
Iz (1) i (2) je
$F_1/F_2 = \sin\beta/\sin\alpha = (k_1\cos\alpha)/(k_2\cos\beta)$, tj.
$\underline{k_1\sin 2\alpha = k_2\sin 2\beta}$. **[2]**



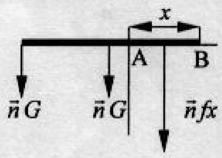
2. zadatak (10 bodova)

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 $\underline{\alpha = \arccos[(l/l_A)^{-2}/2]}$. **[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 jednažbe je $\underline{x/l = (4y^2+3y)^{1/2} - 2y}$, **[2]**
pri čemu je uvedena bezdimenzionalna pokrata $y = G/(fl)$.
Rješenje postoji za $x/l < 1/2$, ili $y < 1/4$, tj. $\underline{f > 4G/l}$. **[3]**



4. zadatak (10 bodova)

Svojstvena frekvencija titrajnog kruga je $\underline{f = 1/(\pi\sqrt{2LC})}$. **[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 $\underline{v_C = I/(i\omega C) = -v_L/2}$. **[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

$x = a\sin\omega t_1$, (1) **[1]**
$v = a\omega\cos\omega t_1$. (2) **[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

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

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

čime se dolazi do

$$a\sin\omega t_1 - d = a'\sin(\omega t_2 + \varphi), \qquad (5)$$

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

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 $\underline{a' = (a^2 - 2de + d^2)^{1/2}}$. **[1]**

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