

## J3 Slinky

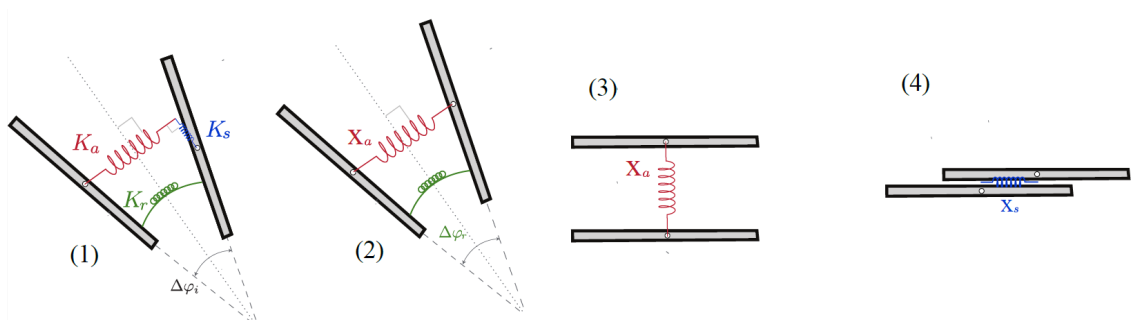
### Abzallar

1. Sekundomer
2. Ýüpler
3. Gaýçy
4. Plastik çyzgýç
5. Ölçeg lentasy
6. Slinky puržinleri (üç sany)
7. Agaç diregleri
8. Agaç basgançaklar (alty sany)
9. Kantseliýar rezinasy (talap edilýän ýagdaýda)



**Nol effektiw uzynlykly pružin (PNU)** – bu, maýyşgaklyk güýjüniň puržiniň uzynlygyna proporsional bolýan puržindir. Ol Guk kanunyna boýun egýär:  $L > L_0$  üçin  $F = \kappa L$ , bu ýerde  $L_0$  – gysylan puržiniň uzynlygy,  $L$  – puržiniň uzalmasy. Size berilen "slinky" oýunjak hem bu kanuna boýun egýär. Onuň aýry-ayry halkasy hem nol effektiw uzynlygy bolan puržin hökmünde hasaplanylýar. Şeýlelikde, doly "slinky" zygider birikdirilen kiçijik puržinjyklardan ybaratdyr. Puržiniň ähli aýratynlyklaryny doly suratda beýan etmek üçin, iki goňşy deformirlenen halkany göz önünde tutup bolýar. Puržin üç sany gatylyk koeffisiýenti bilen häsiýetlendirilýär:  $K_a$  – süýnme üçin  $K_r$  – towlanma üçin  $K_s$  – süýşme üçin Iki goňşy halkanyň deformasiýasynda, olaryň arasynda degişli güýçler emele gelýär:  $F_a = K_a x_a$ ,  $F_s = K_s x_s$  we puržiniň önki ýagdaýyna gaýtaryjy towlaýjy güýjüň momenti

$M_r = K_r \Delta \varphi_r$ . Suratda, goňşy halkalaryň iň ýönekeý deformasiýa ýagdaýlary (2), (3), (4) we erkin saýlanyp alnan deformasiýa ýagdaýy (1) görkezilýär.



(1) erkin deformasiýa ýagdaýy. (2) Simmetrik towlanma deformasiýasy, puržiniň uzalmagyna hem eltýär. (3) Adaty süýnme. (4) Süýnme we towlanma bolmazdan, süýşme deformasiýasy.

**1-3 bölümlerde** 1-nji puržini ulanyň **Tutuş işiň dowamynda**  $X_s = 0$  diýip hasap ediň. **Bu işde ýalňyşlyklary bahalandyrylmak talap edilmeýär!**

### A Bölüm. Tanyşlyk

Puržiniň materialynyň dykzlygy  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$

Puržiniň ýasalan metal lentasynyň gönüburçlyk görnüşli kesiginiň ini  $b = 1,75 \text{ мм}$

**A1** Metall lentanyň gönüburçluk görnüşli kesiginiň galyňlygyny  $h$  kesgitläň. Jogabyňyzy  $h$  millimetrde ýazyň.

**0.5**



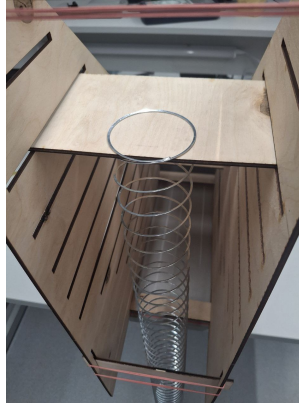
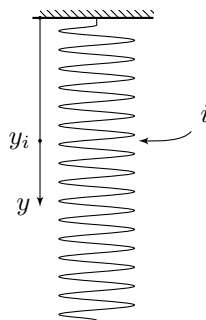
**A2** Puržiniň kese-kesiginiň daşky diametrini  $D$  ölçäň. Jogabyňyzy  $D$  millimetrde ýazyň.

0.5

**A3** Puržiniň  $M_0$  massasyny hasaplaň. Jogabyňyzy  $M_0$  gramda ýazyň

1.0

## B Bölüm. Asylan ýagdaý



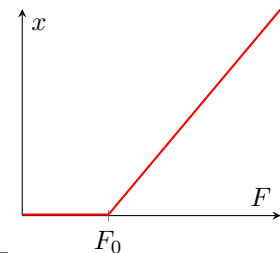
Puržini suratda görkezilişi ýaly edip ýokarky ujundan asyň.  $i$ -nji halkanyň koordinatasyny  $y_i$  bilen, onuň maýyşgaklyk güýjüni bolsa  $T_i$  bilen belgiläň.  $y$  oky aşaklygyna tarap ugrukdyryň, şonda berkidilen halka 0-njy halka bolar we  $y_0 = 0$ .

**B1** Bu puržiniň her halkasynyň  $y_i$  koordinatasyny ölçäň. Halkanyň nomeri  $n$  bilen  $y_i$  baglylygyny grafigini guraň. «B1.xlsx» tablisasyny dolduryň we jogap hökmünde ony tabşyryň.  $y_i$  bilen  $n$  arasyndaky baglylygyny grafigini gurmagy ýatdan çykarmaň. **1.0**

Her bir halka özgerdilen (modifisirlenen) Gukuň kanunyna boýun egýär:

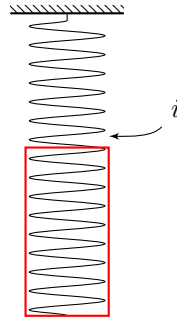
$$x = \begin{cases} 0, & F < F_0 \\ (F - F_0)/K_a, & F > F_0 \end{cases}$$

bu ýerde  $K_a$  - puržiniň boýuna (uzynlygyna) gatylygy,  $F_0$  - öňünden gysylma. Öňünden gysylma – bu deformasiýanyň başlamagy üçin zerur bolan iň kiçi  $F_0$  güýç.



**B2**  $F_0$ -yň bahasyny hasaplaň. Eger  $F_0$ -y kesgitlemek üçin käbir ölçemeler geçiren bolsaňyz, diňe surat bilen düşündiriň we göni ölçemeleriň netijelerini görkeziň. Jogaby B2 jogap sahypasynda ýazyň. Jogap hökmünde moodle ulgamyna «rdu» ýazyň. Öňünden gysylma diňe bu bölümde teoriýa formulalaryny getirip çykarýan wagtyňyz hasaba alynmaly.

0.2

**B3****0.3**

$i$ -nji halkanyň aşagyndaky puržiniň bölegi üçin Nyutonyň 2-nji kanunyny ýazyň. Jogap üçin  $T_i$ ,  $M_0$ ,  $g$ ,  $N$ ,  $i$  ulanyň. Bu ýerde  $N$  - puržiniň jemi halkalarynyň sany.

**B4**  $i$ -nji halka üçin öňünden gysylmany hasaba alnan özgerdilen Guk kanunyny  $y_i$ ,  $y_{i+1}$ ,  $F_0$ ,  $K_a$  и  $T_i$  bilen ýazyň. Jogaby **B4** jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna «rdy» ýazyň. **0.5**

**B5**  $i$ -nji halkanyň  $y_i$  koordinatasynyň aňlatmasyny tapyň. Onuň üçin ilki bilen başdaky (ilkinji) birnäçe halkalar üçin aňlatmany ýazyň we kanunalaýyklygy tapyň. **0.5**

$$S_n = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \dots + n$$

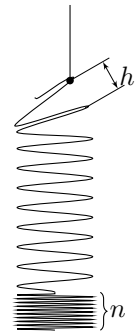
görnüşindäki  $S_n$  jemi tapmak üçin, goşulyjylary jübütlere bölüp bilersiňiz. Jogaby B5 jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna "rdy" ýazyň.

**B6**  $y_i$ -niň  $i$ -e baglylyk grafiginden peýdalanyň bir halkanyň  $K_a$  boýuna gatylyk koeffisiýentini kesgitläň.  $K_a$  -nyň HU (halkara ulgamdaky) bahasyny moodle sistemasynda ýazyň. **1.0**

### C Bölüm. Towlanma deformasiýasy.

Puržiniň ilkinji 2-3 halkasyny ýüp bilen baglaň we basgançaga berkidiň, şeýlelikde puržiniň basgançaga degmezligine göz ýetiriň.

Bu eksperimentde boýuna (uzynlygyna) maýyşgaklyk güýji  $F_a = K_a x_a$  we towlanma maýyşgaklyk güýjüniň momenti  $M_r = K_r \Delta\varphi$  esasy rol oýnaýar.  $\Delta\varphi$  burçy kiçi diýip hasap edip bolar.

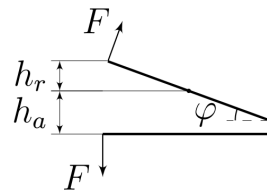


**C1** Prýužiniň ýokarky ujundaky ýerleşişini sazlaň, "slinki"puržininiň ýokarky berkidilen halkasynyň we onuň yzyndaky berkidilmedik halkasynyň arasyndaky  $h$  uzaklygyň  $n$  sany gysylmadyk halkalaryň sanyna baglylygyny ýazyň (azyndan 15 nokat). «C1.xlsx» tablisasyny dolduryň we jogap hökmünde tablisany tabşyryň.  $h(n)$  baglylygyň grafigini gurmagy ýatdan çykarmaň. **1.0**

**C2**

$h$  süýnmäniň iki komponenti bardyr diýip hasaplap:  $h_a$ —uzynlygyna (boýuna) süýnme,  $h_r$  —towlanma deformasiýasy; şeýle ulgam üçin ekwiwalent gatylygyň aňlatmasyny ýazyň.

Ony  $K_a, K_r$  we silinkiniň ölçegleri bilen aňladyň. Jogaby C2 jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna «rdy» ýazyň.

**0.5****C3**

C1 bölümdäki baglylygy beýan edýän formulany getirip çykaryň.

Jogaby C3 jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna «rdy» ýazyň.

**0.5****C4**

$K_r$  bahasyny kesgitläň.

$K_r$  HU-daky bahasyny moodle ulgamda ýazyň.

**1.0**

### D Bölüm. Silinki puržininiň egilmesi.

3-nji "slinki"puržininiň iki ujuny suratda görkezilişi ýaly berkidiň. Puržiniň ýere degmezligini gazanyň.

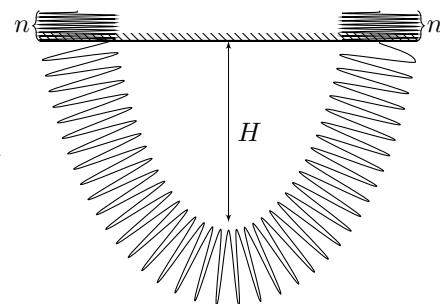
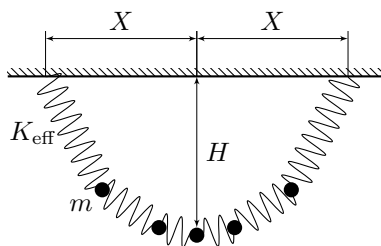


Her iki diregde deň mukdarda halkalar bolmaly.

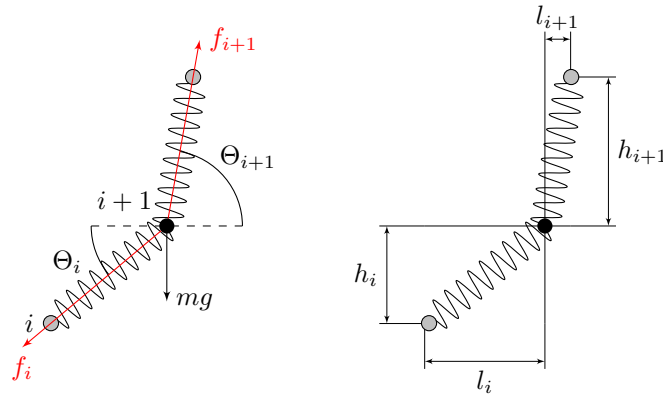
**D1**

Her bir diregde  $n$  sany halka goýup (HER IKI DIREGDE DEŇ MUKDARDA), iň aşaky halkanyň ýokarky üsti bilen halkanyň (ýaşyl reňkde görkezilen) diregleriň derejesiniň arasyndaky  $H$  uzaklygyň bir diregde ýerleşýän halkalaryň  $n$  sany bilen baglylygyny ölçäň (azyndan 15 nokat).

«D1.xlsx» tablisasyny dolduryň we jogap hökmünde tablisany tabşyryň.  $H(n)$  grafigi gurun.

**1.0**

Bu konfigurasiýada puržini nol başlangyç uzynlygy bolan  $K_{eff}$  gatylykly puržinjyklar bilen birikdirilen  $m$  nokatlanç massalaryň toplumu hökmünde seredip bolýar. Öňünden gysylma ýok diýip hasaplaň.



**D2**  $i+1$ -nji halka üçin Nyutonyň ikinji kanunyny ýazyň. Jogabyňyzy  $f_i, f_{i+1}, m, g, \Theta_i, \Theta_{i+1}$  üsti bilen aňladyň. **0.3**  
Halkalaryň nomerlemesi iň aşaky halkadan başlaýar. Onuň nomeri 0. Jogaby D2 jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna «rdy» ýazyň.

**D3**  $f_i$  we  $f_{i+1}$  üçin Gukuň kanunyny ýazyň. Jogaby **D3** jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna «rdy» ýazyň. **0.2**

**D4**  $h_i$  we  $l_i$  üçin aňlatmalary ýazyň. Jogabyňyzy  $m, N, K_{\text{eff}}, X$ , üsti bilen aňladyň  $N$  –prýužiniň asylan halkalaryň **0.5**  
sany. Jogaby **D4** jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna «rdy» ýazyň.

**D5** Iň aşaky nokatlanç massanyň koordinatyny  $(0, 0)$  diýip hasaplap,  $i$ -nji massa üçin  $(x_i, y_i)$  koordinatany tapmagyň **0.5**  
aňlatmasyny ýazyň Jogaby **D5** jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna «rdy» ýazyň.

**D6**  $H$  üçin aňlatmany alyň. Jogaby  $m_0, g, K_{\text{eff}}, N$  üsti bilen aňladyň. Jogaby **D6** jogap sahypasynda ýazyň. Moodle **0.2**  
ulgamyna «rdy» ýazyň.

**D7** **D1** we **D6** punktlaryň esasynda  $K_{\text{eff}}$  kesgitläň.  $K_{\text{eff}}$  ululygyny HU-da moodle ulgamyna ýazyň **0.8**

## E bölüm. Diýseňem finala ýakyn

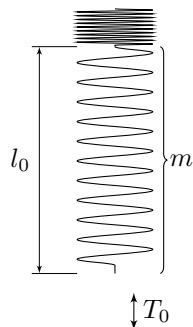
**E1** Puržini giň agaç basgançagyň üstünde onuň bir bölegi basgançagyň üstünde durar ýaly, beýleki bölegi bolsa erkin asylyp durar ýaly goýuň. Asylan bölegiň  $l_0$  uzynlygyň onuň massasy  $m$  bilen baglylygyny ölçäň (azyndan 15 nokat). «E1.xlsx» tablisasyny dolduryň we jogap hökmünde tablisany tabşyryň.  $l_0$  bilen  $m$  arasyndaky baglylygyň grafigini gurmagy ýatdan çykarmaň.

**1.0**

**E2**  $l_0$  we  $m$  arasyndaky baglylygyň grafigini gurup, eksperimental baglylygy beýan edýän formulany teklipe diň. **1.0**  
Jogaby E2 jogap sahypasynda ýazyň. Moodle ulgamyna «rdy» ýazyň.

### F. Takmynan final...

Puržini E bölümdäki ýaly basgançağyň üstünde goyuň. Puržiniň asylan bölegi erkin yrgyldap bilmeli



**F1** Deňagramlylyk ýagdaýynyň töweregindäki wertikal kiçi yrgyldylarynyň  $T_0$  periodynyň deňagramlylyk **2.0**  
ýagdaýynda onuň dartylan böleginiň  $L_0$  uzynlygyna baglylygyny alyň (azyndan 15 nokat). «F1.xlsx» tablisany  
dolduryň we ony jogap hökmünde tabşyryň.  $T_0$ -yň  $L_0$ -a baglylygynyň grafigini gurun.

**F2** Данная зависимость описывается формулой  $T_0^{N_1} = C_1 \cdot L_0$ , где  $N_1$  — целое число. Определите значения  $N_1$  **1.0**  
и  $C_1$ . Запишите величины  $N_1$  и  $C_1$  в СИ в системе moodle.

### G Bölüm. Hereket edýäriň, basgançaklardan geçýäriň ...

Agaç basgançaklary gurluşyň ýaryklaryna ýerleşdirin

**G1** Basgançaklaryň beýiklikleriniň dürli bahalary üçin  $H_i = (5, 10, 15, 20)$  cm 1-nji “silinkiniň” her bir beýiklik üçin **0.5**  
bir basgançakdan geçýän ortaça wagty  $t_i$  kesgitläň. «G1.xlsx» tablisany dolduryň we ony jogap hökmünde  
tabşyryň.  $t_i$ -yň  $H_i$ -a baglylygynyň grafigini gurun.

**G2** №2 we №3 puržinler üçin hem gaýtalaň. «G2.xlsx» tablisany dolduryň we ony jogap hökmünde tabşyryň.  $t_i$  -iň **1.0**  
 $H_i$ -a baglylyk grafigini gurun.

**G3** Basgançağyň berlen beýikligi üçin, puržiniň geçýän wagtynyň massasyna  $t(m)$  baglylygy  $t = C_2 \cdot m$  formulasy **0.5**  
bilen düşündirilýär. Öňki bölegiň netijelerini ulanyp, grafik gurun we  $C_2$  koeffisientini kesgitläň.  $C_2$  ululygyny HU  
ulgamda moodle ulgamyna ýazyň.

**G4** Alnan eksperimental baglylyklardan puržiniň bir basgançağy geçmeginiň wagty  $t$  we kesgitli uzynlykdaky puržiniň **1.0**  
yrgyldy periody  $T_0$  gatnaşygyny  $\kappa$  hasaplaň

$$\kappa = \frac{T_0}{t}$$

$\kappa$  bahasyny moodle ulgamynda ýazyň.