



Физикадан II Халықаралық олимпиада

Мұғалімдер лигасы

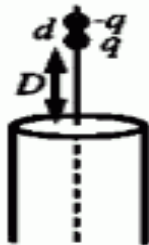
Бірінші блок

№1 Есеп (10 балл)

Горизонтпен β бұрыш жасайтын көлбеу жазықтық бойымен шағын білеуше сырғанай бастайды. Үйкеліс коэффициент $k = bx$, мұндағы b тұрақты шама, заңы бойынша жүрілген жолға тәуелді. Білеушенің тоқтағанша жүріп өткен жолын және осы жолдағы оның максимал жылдамдығын табындар.

№2 Есеп (10 балл)

Радиусы r жартылай шексіз құбырдың беті бірқалыпты зарядталған, зарядтың тығыздығы σ . Құбырдың өсі бойында, құбырдың қиылған жерінен D қашықтықта зарядтарды $+q, -q$ диполь орналасқан, диполь зарядтарының арақашықтықтығы d (сур. қара). Құбыр тарапынан дипольға әсер етуші күштің D қашықтыққа тәуелдігін табындар. $d \ll r, d \ll D$ деп есептеңдер. Егер d шамасы D -мен тең болғандай болса, әрине r радиустен анағұрлым кіші, жауап қандай болар еді?



№3 Есеп (10 балл)

Ауада фокус қашықтығы $F = 30$ см болатын жұқа жазықдөңес линзаның көмегімен суы таза тоғанның түбіндегі нысанаға бақылау жүргізеді. Линза су бетінде орналасқан. Бақыланатын нысана $h = 63$ см тереңдікте линза центрінің дәл астында тұр. Нысана қандай көлденең ұлғаюмен көрінеді? Линза жасалынған шынының сыну көрсеткіші $n_d = 2$, судың сыну көрсеткіші $n \approx \sqrt{2} \approx 1,414$ екені белгілі.

3.1 Линзаның екі беті үшін екі сәуленің жүрісін салындар немесе жұқа қабаттың қосылғанын сипаттаңдар.

3.2 Сәулелердің жүрісімен бірте линзаның жалпы формуласын жазындар немесе дұрыс жауапқа әкелетін «алғашқы қадамды» бастандар.



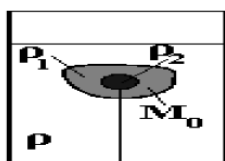
3.3 Ұлғаюды анықтауға мүмкіндік беретін барлық қатынастар жүйесін жазыңдар.

3.4 Ұлғаюдың формуласын қорытып шығарыңдар.

3.5 Сандық мәнді есептеңдер.

Қосымша есеп (7 балл)

Жеңіл жіпке байланған шағын алюминий шарик массасы $M=100$ г мұздыққа қатырылған. Жіптің бос ұшы температурасы $t_0=20^\circ\text{C}$, массасы $m=0,5$ кг су құйылған жылуоқшауланған цилиндр ыдыстың түбіне бекітілген (сур. қара). Мұздың және шариктің температурасы 0°C , жіптің бастапқы керілу күші $T=0,08$ Н. Жіптің керілу күші нольге тең болғанда, осы мезетте судың температурасы қандай болар еді? Судың меншікті жылу сыйымдылығы $c=4200$ Дж/(кг·°C). Судың тығыздығы $\rho=1000$ кг/м³, мұздікі $\rho_1=900$ кг/м³, алюминийдікі $\rho_2=2700$ кг/м³, мұздың меншікті балқу жылуы $\lambda=330$ кДж/кг. Судағы жылулық тепе-теңдік ілезде орнайды деп есептеңдер.



Әдістемелік блок (15 балл)

Есептердің шығарылуындағы қателіктерді табыңдар. Есептердің дұрыс шығарылуын және дұрыс жауабын көрсетіңдер. Бұл блок бір-бірімен байланыспаған үш бөлімнен тұрады.

№1 Есеп-сұрақ (3 балл)

Біратомды идеал газдың бір молі ұлғайғанда оның абсолют температурасының газдың атқарған жұмысына тәуелділігі сызықты болған: $T = T_0 - \frac{bA}{R}$ (мұндағы R – универсал газ тұрақтысы). b -ның қандай мәнінде газдың жылу сыйымдылығы осы процесте теріс болады?

Шешуі: Термодинамиканың бастамасы бойынша, газдың ішіне энергиясының өзгерісі жылу мөлшері мен газбен жасаланған жұмыс есебінен болады. Есептің шарты бойынша

$$\Delta U = Q + A = \frac{5}{2} R \Delta T, \quad (1)$$

мұндағы $A = \frac{R}{b} (T - T_0) = \frac{R}{b} \Delta T$.



Олай болса $Q = \left\{ \frac{5}{2} + \frac{1}{b} \right\} R\Delta T$.

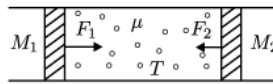
Осы қатынастардан жылусыйымдылықты табамыз.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{b} \right) R. \quad (2)$$

Ендеше C теріс болады, егер $b < \frac{2}{3}$ (3)

№2 Есеп (5 балл)

Көлденең қимасы S ұзын горизонталь түшіктің ішінде үйкеліссіз қозғала алатын массалары M_1 және M_2 поршендер бар (сур. қара). Поршендердің арасында идеал газдың бір молі бар және оның массасы $m \ll M_1, M_2$. Егер поршенге түтіктің өсі бойымен бір-біріне қарама-қарсы бағытталған F_1 және F_2 күштермен әрекет етсек, поршендердің тұрақтанған арақашықтығы қандай болар еді? Газ температурасы тұрақты және T -ға тең, түтік вакуумда орналасқан.



Шешуі: Тұрақтанған режимде жүйе оңға қарай

$$(M_1 + M_2 + \mu)a = F_1 + F_2. \quad (1)$$

(1) теңдеу бойынша анықталатын үдеумен қозғалады. $m \ll M_1, M_2$ екені белгілі, олай болса

$$a = \frac{F_1 + F_2}{M_1 + M_2} \quad (2)$$

Ал газдың қысымы p тұрақты және мына шарттан анықталады

$$M_1 a = p S F_1 \quad (3)$$

Осыдан $p = \frac{M_2 F_1 - M_1 F_2}{(M_1 + M_2) S}$, газдың көлемі мынаған тең

$$V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{RTS(M_1 - M_2)}{M_2 F_1 + M_1 F_2} \quad (4)$$

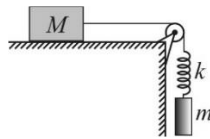
мұндағы $\nu = 1$ моль, поршендердің тұрақтанған арақашықтығы мынаған тең:

$$x = \frac{V}{S} = \frac{RTS(M_1 - M_2)}{M_2 F_1 + M_1 F_2} \quad (5)$$

№3 Есеп (7 балл)

Жылжымайтын салмақсыз блоктан асыра тасталған жеңіл әрі созылмайтын жіпке, кедір-бұдар горизонталь үстелдің үстінде массасы $M = 500$ г білеуше бекітілген, және де жіптің білеушеден блокқа дейінгі бөлігі горизонталь.

Жіптің екінші ұшына қатандығы $k = 10 \frac{\text{H}}{\text{м}}$ жеңіл серіппе бекітіліп оған массасы $m = 100$ г жүк ілінген. Бастапқы мезетте, жіп аздап керілген, ал серіппе деформацияланбаған күйде болатындай жүкті ұстап тұрады, және де жіптің оң жақ бөлігі және серіппе вертикаль жағдайда болады. Бір уақытта жүкті тыныштық қалпынан босатады. $\tau = \frac{\pi}{30}$ с $\approx 0,105$ с уақыттан соң білеуше орнынан қозғала бастайды. Білеуше мен үстелдің арасындағы μ үйкеліс коэффициентін табыңдар.



Шешуі: Егер

$$T = \mu Mg \quad (1)$$

болса, онда білеуше орнынан қозғала бастайды, мұндағы g – еркін түсу удеуі. Гук заңы бойынша $F_c = k\Delta x$, мұндағы Δx – серіппенің ұзаруы.

Сонаң басын деформацияланбаған серіппенің төменгі ұшымен байланыстырып, O_y координат өсін вертикаль жоғары бағыттауымыз. Ньютонның екінші заңы бойынша жүк үшін қозғалыс теңдеуін жазайық:

$$-ma = mg - kx \text{ немесе } -mx'' = mg - kx \quad (2)$$

Бастапқы шарттары, $x^I = 0$, мұндағы x^I және x'' уақыт бойынша туындылар белгіленген.

Дөңгелектік жиілігі $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ болатын гармоникалық тербелістің бастапқы шарты $x_0 = \frac{mg}{k}$. Бастапқы шартты ескергенде (2) теңдеудің шешімі мынау болады:

$$x = x_0 \cos \omega t \quad (3)$$

ендеше

$$\Delta x = \frac{mg}{k} (1 - \tau \cos \sqrt{\frac{k}{m}}) \quad (4)$$

Осы теңдеуді мына теңдеуге қойсақ $\mu Mg = kx_0$, онда ізделініп отырған сырғанау үйкеліс коэффициентін аламыз $\mu = \frac{kx_0}{Mg}$ (5)

$$x_0 = \frac{mg}{k} \left(1 - \tau \cos \sqrt{\frac{k}{m}} \right) = 0,1 \cdot 10 - 0,105 \cos \sqrt{\frac{10}{0,1}} = 0,05 \quad (6)$$

$$\mu = \frac{kx_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 0,05}{0,5 \cdot 10} = 0,1 \quad (7)$$