

PAF FEN FAKÜLTESİ FİZİK BÖLÜMÜ  
FİZ 226 FİZİK-III DERSİ  
2025-2026 GÜZ DÖNEMİ FİNAL SINAVI SORULARI  
(CEVAP ANAHTARI)

S1	S2	S3	S4	S5	S6	T

Adı-Soyadı: .....

Öğrenci No: .....

İmza:

**NOT: Cep telefonu kullanılması yasaktır. Cevap sonucunu kare içine alınız. Hesap makinesi kullanabilirsiniz. SÜRE: 120 dakika**

29.12.2025

**Soru 1 (20 P):** Şekilde görüldüğü gibi, yay sabiti 20 N/m olan yaya bağlı bir blok üzerinde bir hoparlör bulunmaktadır. Bloğun ve hoparlörün toplam kütlesi 5 kg'dır ve bu bloğun genliği 0,5 m'dir.



- a) Hoparlör 440 Hz frekanslı ses dalgaları yayınlarsa, sağdaki adam tarafından duyulan en yüksek ve en düşük frekanslı sesleri bulunuz. (10 P)

$$\frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} k A^2 =$$

$$\omega_{max} = \sqrt{\frac{k}{m}} A = \sqrt{\frac{20}{5}} \cdot 0,5 = 1 \text{ m/s} \quad \text{-- hareketli kaynağın (hoparlör) hızı}$$

$\omega_0 = 0$  -- gözlemci durgun.

$$f_{min} = f \left( \frac{\omega - \omega_0}{\omega + \omega_{max}} \right) \quad \text{(yay sıkıştığında kaynak uzaklaşmakta)}$$

$$f_{max} = f \left( \frac{\omega}{\omega - \omega_{max}} \right) \quad \text{(yay gerildiğinde kaynak gözlemciye yaklaşıyor)}$$

$$f_{min} = 440 \left( \frac{343}{343+1} \right) = 439 \text{ Hz}$$

$$f_{max} = 440 \left( \frac{343}{343-1} \right) = 441 \text{ Hz}$$

$$f_{min} = 439 \text{ Hz}$$

$$f_{max} = 441 \text{ Hz}$$

- b) Adam hoparlöre en fazla 1 m uzakta olduğu zaman, bu şahıs tarafından işitilen sesin maksimum ses seviyesi 60 dB ise, gözlemci tarafından işitilen minimum ses seviyesi nedir? Sesin hızının 343 m/s olduğunu kabul ediniz. (10 P)

$$r_1 = 1 \text{ m} \Rightarrow \beta_{max} = 60 \text{ dB}$$

$$\beta_{min} = ? \quad \text{dinleyici en uzakta iken } r = r_1 + 2A$$

$$\beta_{max} - \beta_{min} = 10 \log \left( \frac{I_{max}}{I_0} \right) - 10 \log \left( \frac{I_{min}}{I_0} \right) \quad \begin{matrix} | = 1 + 2 \cdot 0,5 \text{ m} \\ | = 2A \end{matrix}$$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\beta_{max} - \beta_{min} = 10 \log \left( \frac{P}{4\pi r_{min}^2 I_0} \right) - 10 \log \left( \frac{P}{4\pi r_{max}^2 I_0} \right)$$

$$= 10 \log \left( \frac{P}{4\pi r_{min}^2 I_0} \cdot \frac{4\pi r_{max}^2 I_0}{P} \right) = 10 \log \left( \frac{r_{max}^2}{r_{min}^2} \right) \quad \beta_{min} = 54 \text{ dB}$$

$$60 - \beta_{min} = 10 \log \left( \frac{4}{1} \right) = 6,02 \text{ dB} \Rightarrow \beta_{min} = 54 \text{ dB}$$

oru 2 (20 P): Uzun bir telde iki dalga

ve

$$y_1 = (0,015 \text{ m}) \cos\left(\frac{x}{2} - 40t\right)$$

$$y_2 = (0,015 \text{ m}) \cos\left(\frac{x}{2} + 40t\right)$$

bağıntıları ile veriliyor. Burada y'ler ve x, m; t, s'dir.

a) Ortaya çıkan kararlı dalganın düğümlerine ait konumları belirleyin. (7 P)

$$A (\cos(a+b) + \cos(a-b)) = 2A \cos a \cos b$$

$$\left. \begin{array}{l} a = \frac{x}{2} \\ b = 40t \end{array} \right\} \Rightarrow y = y_1 + y_2 = 2 \cdot (0,015) \cos \frac{x}{2} \cos 40t$$
$$y = 0,03 \cos \frac{x}{2} \cos 40t$$

y = 0 da düğüm oluşur;

$$\cos \frac{x}{2} = 0 \Rightarrow \frac{x}{2} = (2n+1) \frac{\pi}{2}, n=0,1,2, \dots$$

$$x = (2n+1)\pi = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots$$

$$\boxed{x = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots}$$
$$x = (2n+1)\pi, n=0,1,2, \dots$$

b) Ortaya çıkan kararlı dalganın karın bölgelerine ait konumları belirleyin. (7 P)

y = max da karın bölgesi oluşur

$$\cos \frac{x}{2} = 1 \Rightarrow \frac{x}{2} = n\pi, n=0,1,2, \dots$$

$$x = 2n\pi = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, \dots$$

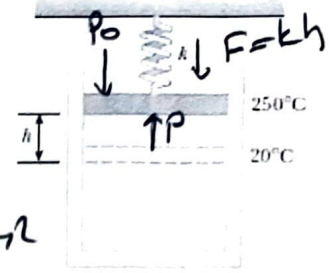
$$\boxed{x = 2n\pi}$$
$$= 0, 2\pi, 4\pi, \dots, n=0,1,2, \dots$$

c) x = 0,4 m'de maksimum yerdeğiştirme nedir? (6 P)

$$y_{\max} = 0,03 \cos \frac{0,4}{2} = 0,0294 \text{ m}$$

$$\boxed{y_{\max} = 0,0294 \text{ m}}$$

**Soru 3 (20 P)** Bir silindir, yay sabiti  $2 \times 10^3 \text{ N/m}$  olan yaya bağlanmış bir piston ile kapatılmaktadır. Yay gevşek haldeyken silindir,  $20^\circ \text{C}$  sıcaklık ve  $1 \text{ atm}$  basınç altında  $5 \text{ L}$  ideal gaz ile dolduruluyor.



- a) Pistonun kesit alanı  $0,0100 \text{ m}^2$  ve kütlesi ihmal edilebilir. Sıcaklık  $250^\circ \text{C}$ 'ye yükseltirse, piston ne kadar yükselir? (15P)

$$k = 2 \times 10^3 \text{ N/m}, P_0 = 1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$T_1 = 20^\circ \text{C} + 273^\circ \text{C} = 293 \text{ K}, T_2 = 250^\circ \text{C} = 523 \text{ K}$$

$$V_1 = 5 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3, A = 0,01 \text{ m}^2$$

$$V_2 = V_1 + Ah$$

$$P_2 = P_0 + \frac{kh}{A}$$

$$\frac{P_0 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_0 V_1}{T_1} = \frac{(P_0 + \frac{kh}{A})(V_1 + Ah)}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} P_0 V_1 = (P_0 + \frac{kh}{A})(V_1 + Ah)$$

$$\frac{523}{293} (1,013 \times 10^5) \cdot 5 \times 10^{-3} = (1,013 \times 10^5 + \frac{2 \times 10^3 h}{0,01})(5 \times 10^{-3} + 0,01h)$$

$$2000h^2 + 2013h - 397 = 0$$

$$h = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-2013 \pm \sqrt{(2013)^2 - 4 \cdot 2000 \cdot (-397)}}{2 \cdot 2000}$$

$$h = 0,169 \text{ m}$$

- b)  $250^\circ \text{C}$ 'de gazın basıncı nedir? (5P)

$$P_2 = P_0 + \frac{kh}{A} = 1,013 \times 10^5 + \frac{2 \times 10^3 (0,169)}{0,01}$$

$$P_2 = 1,35 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P = 1,35 \times 10^5 \text{ Pa}$$

**Soru 4 (20 P):**

a) Hacı 3 L'den 10 L'ye çıkan 0 °C'deki 1 mol ideal gazın yaptığı işi hesaplayınız. (7P)

$$\begin{aligned}V_i &= 3L \\V_s &= 10L \\T &= 273K \\n &= 1 \text{ mol} \\R &= 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}\end{aligned}$$

$$PV = nRT$$

$$dW = PdV$$

$$dW = nRT \frac{dV}{V}$$

$$W = nRT \int_{V_i}^{V_s} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{V_s}{V_i}$$

T = sabit  
izotermal genleşme

$$\begin{aligned}W &= 1 \cdot 8,31 \cdot 273 \cdot \ln \frac{10}{3} \\&= 2,73 \times 10^3 \text{ J}\end{aligned}$$

$$W = 2,73 \text{ kJ}$$

b) Bu işlemde çevreye ısı yolu ile ne kadar enerji yayılır? (6P)

ideal gazlarda  $E_{ig} = E(T)$  izotermal süreç  
 $\Rightarrow \Delta E_{ig} = 0$

$$\Rightarrow Q = W = 2,73 \times 10^3 \text{ J}$$

$$Q = 2,73 \text{ kJ}$$

c) Gaz, sabit basınçlı bir işlemle, ilk hacmine geri dönerse, gazın yapacağı işi bulunuz. (7P)

$$P = \text{sabit}$$

$$V_i = 10L$$

$$V_s = 3L$$

$$dW = PdV$$

$$W = P(V_s - V_i)$$

$$= \frac{nRT_i}{V_i} (V_s - V_i)$$

$$P = \frac{nRT_i}{V_i} = \text{sabit}$$

$$W = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 273 \cdot (3 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-3})}{10 \times 10^{-3}}$$

$$= -2,6 \times 10^3 \text{ J}$$

$$W = -2,6 \text{ kJ}$$

**Soru 5 (20P):** Herbirinin kütlesi  $m$  ve hacmi  $V$  olan yirmi parçacık aşağıdaki hızlara sahiptir: iki tanesi  $\vartheta$ , üç tanesi  $2\vartheta$ , beş tanesi  $3\vartheta$ , dört tanesi  $4\vartheta$ , üç tanesi  $5\vartheta$ , iki tanesi  $6\vartheta$ , bir tanesi  $7\vartheta$ ;

a) Ortalama hızını bulunuz. (4P)

$$N = 20$$

$n_{\vartheta}$	$\vartheta$
2	$\vartheta$
3	$2\vartheta$
5	$3\vartheta$
4	$4\vartheta$
3	$5\vartheta$
2	$6\vartheta$
1	$7\vartheta$

$$a) \bar{v} = \frac{\sum n_{\vartheta} \vartheta}{N} = \frac{\sum n_{\vartheta} \vartheta}{20}$$

$$= \frac{2\vartheta + 3 \cdot 2\vartheta + 5 \cdot 3\vartheta + 4 \cdot 4\vartheta + 3 \cdot 5\vartheta + 2 \cdot 6\vartheta + 1 \cdot 7\vartheta}{20}$$

$$= 3,65\vartheta$$

$$\bar{v} = 3,65\vartheta$$

b) Kök hızını bulunuz. (4P)

$$v_{\text{kök}} = \sqrt{\bar{v}^2}$$

$$\bar{v}^2 = \frac{(2\vartheta^2 + 3(2\vartheta)^2 + 5 \cdot (3\vartheta)^2 + 4(4\vartheta)^2 + 3 \cdot (5\vartheta)^2 + 2 \cdot (6\vartheta)^2 + 1 \cdot (7\vartheta)^2)}{20}$$

$$= 15,95\vartheta^2 \approx 16\vartheta^2$$

$$v_{\text{kök}} = \sqrt{16\vartheta^2} = 4\vartheta$$

$$v_{\text{kök}} = 4\vartheta$$

c) En olası hızı bulunuz. (4P)

$$v_{\text{mp}} = 3\vartheta, \text{ çünkü } n_{\vartheta} = 5$$

$$v_{\text{mp}} = 3\vartheta$$

d) Kabin duvarlarına etki eden basıncı bulunuz (4P)

$$P = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \bar{K} = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \left( \frac{1}{2} m \bar{v}^2 \right)$$

$$= \frac{1}{3} \frac{N}{V} m \bar{v}^2 = \frac{20}{3} \frac{m}{V} (16\vartheta^2) = 106 \left( \frac{m\vartheta^2}{V} \right)$$

$$P = 106 \left( \frac{m\vartheta^2}{V} \right)$$

e) Herbir taneciğin ortalama kinetik enerjisini bulunuz. (4P)

$$\bar{K} = \frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{1}{2} m \cdot 16\vartheta^2 = 8m\vartheta^2$$

$$\bar{K} = 8m\vartheta^2$$

**Soru 6 (20P):**

a) Termodinamiğin ikinci yasasını (tersinir ve tersinmez süreçler için) açıklayınız. (7P)

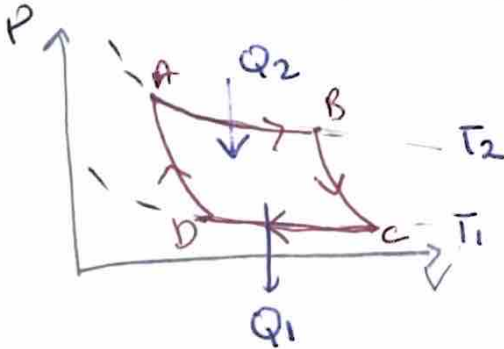
Yalıtılmış bir sistemde entropinin artacağını söyleyebiliriz, ya da yalıtılmış bir sistemde olan her süreçte sistemin entropisi ya artar ya da sabit kalır;

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T} \text{ (sistemin entropisi)}$$

Eğer sistem yalıtılmış değilse, o zaman evrenin toplam entropisindeki değişim, tersinmez bir süreçle sıfırdan büyük, tersinir bir süreçte sıfıra eşittir:

$$\sum_{\text{sistem+çevre}} dS_i \geq 0 \Rightarrow dS \geq 0 \text{ (evrenin entropisi)}$$

b) Carnot motorunun süreçlerini (PV diyagramında çizerek) ve verimini yazınız ve açıklayınız. (7P)



A → B izotermal genişleme ( $T_2 \neq T_1$ )

B → C Adiyabatik genişleme ( $\Delta Q = 0$ )

C → D izotermal sıkıştırma ( $T = T_1$ )

D → A izotermal sıkıştırma ( $\Delta Q = 0$ )

$$\eta_c = \frac{W_{\text{net}}}{Q_2} = \frac{\text{alınan enerji}}{\text{verilen enerji}} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} = 1 - \frac{Q_1}{Q_2} = 1 - \frac{T_1}{T_2} \text{ (ideal gazlar için)}$$

İki ısı kaynağı arasında tersinir olarak geçen Carnot motoru, mümkün olan en yüksek verime sahiptir.

c) Başlangıç şartlarında sıcaklığı  $T_1$  ve hacmi  $V_1$  olan ve yarı-kararlı tersinir bir süreç sonrasında  $T_2$  ve  $V_2$  durumuna geçen ideal gazın entropi değişimini bulunuz. (6P)

$$T_1, V_1 \rightarrow T_2, V_2 \Rightarrow \Delta S = ?$$

$$dE = \delta Q_r - \delta W \Rightarrow \delta Q_r = dE_{\text{ik}} + \delta W$$

$$\text{ideal gazlar için; } C_V = \frac{1}{n} \left( \frac{\delta Q}{dT} \right)_V = \frac{1}{n} \left( \frac{dE}{dT} \right)_V \text{ (sabit hacimde } \delta W = 0) \Rightarrow dE = n C_V dT$$

$$dS = \frac{\delta Q_r}{T} = \frac{1}{T} (n C_V dT + P dV)$$

$$= \frac{1}{T} \left( n C_V dT + \frac{n R T}{V} dV \right) = n C_V \frac{dT}{T} + n R \frac{dV}{V}$$

$$\Delta S = n C_V \ln \frac{T_2}{T_1} + n R \ln \frac{V_2}{V_1}$$