

1. feladat:

- a) Legyen a rugó összenyomódása kezdetben  $y_0$ , a kifejtett legkisebb erő  $F$ , a tányér gyorsulása  $a_1$ , az  $M$  tömegű testé pedig  $a_2$ ! Az egyensúlyi feltételből és a dinamika alapegyenletéből:

$$(m + M)g = Dy_0,$$

$$ma_1 = Dy_0 - mg,$$

$$Ma_2 = F - Mg.$$

Ezekből:

$$a_1 = \frac{M}{m}g,$$

$$a_2 = \frac{F - Mg}{M}.$$

A feltétel szerint a gyorsulások egyenlők:

$$\frac{F - Mg}{M} = \frac{M}{m}g.$$

A keresett legkisebb erő:

$$F = \left( \frac{M^2}{m} + M \right) g = 20,8 \text{ N.}$$

5 pont

- b) A tányér gyorsulása:

$$a_1 = \frac{M}{m}g = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

2 pont

- c) A kezdő pillanatban a harmonikus rezgőmozgást végző tányér gyorsulása maximális, így:

$$a_1 = A\omega^2,$$

$$\frac{M}{m}g = A\omega^2,$$

ahol  $\omega^2 = \frac{D}{m}.$

Ezekből:  $\frac{M}{m}g = A \cdot \frac{D}{m},$

$$D = \frac{Mg}{A} = 200 \frac{\text{N}}{\text{m}}.$$

3 pont

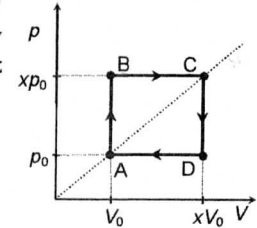
Összesen: 10 pont

2. feladat:

- a) Legyen a gáz nyomása az A és D állapotokban  $p_0$ ! Az ábra alapján hasonlóságból könnyű belátni, hogy a B és C állapotokban a gáz nyomása  $xp_0$ . Az egyesített gáztörvényből:

$$\frac{p_0 V_0}{T_A} = \frac{x p_0 \cdot x V_0}{T_C},$$

$$x = \sqrt{\frac{T_C}{T_A}} = 2.$$



Ezek alapján a hasznos munka:

$$W_h^* = (2p_0 - p_0)(2V_0 - V_0) = p_0 V_0.$$

Az állapotegyenlet felhasználásával:

$$W_h^* = nRT_0 = 226 \text{ J.}$$

3 pont

- b) A Gay-Lussac-törvények felhasználásával:

$$\frac{T_D}{T_A} = \frac{2V_0}{V_0},$$

$$T_D = 2T_A = 360 \text{ K.}$$

$$\frac{T_B}{T_A} = \frac{2p_0}{p_0},$$

$$T_B = 2T_A = 360 \text{ K.}$$

2 pont

- c) Először a hatásfok ismeretében határozzuk meg  $x$  új értékét!

$$\eta = \frac{W_h^*}{Q_{\text{fel}}}$$

$$W_h^* = (xp_0 - p_0)(xV_0 - V_0) = (x-1)^2 \cdot p_0 V_0$$

A felvett hő a termodinamika első főtétele alapján számoljuk:

$$Q_{\text{fel}} = E_C - E_A + W_{\text{ABC}}^*,$$

$$Q_{\text{fel}} = \frac{3}{2}(x^2 p_0 V_0 - p_0 V_0) + xp_0(xV_0 - V_0),$$

$$Q_{\text{fel}} = \frac{1}{2}(5x^2 - 2x - 3)p_0 V_0.$$

A feltétel szerint:

$$\frac{2}{9} = \frac{2(x-1)^2 p_0 V_0}{(5x^2 - 2x - 3) p_0 V_0},$$

$$x^2 - 4x + 3 = 0,$$

$$x = 3.$$

A gáz térfogata és nyomása az új C állapotban:

$$V_C = 3V_0, \quad p_C = 3p_0.$$

A keresett hőmérséklet:

$$T_C^* = \frac{3p_0 \cdot 3V_0}{p_0 V_0} T_A,$$

$$T_C^* = 9T_A = 1620 \text{ K.}$$

5 pont

Összesen: 10 pont

### 3. feladat:

a) Az  $m$  tömegű fémrúdra ebben a pillanatban hat a legnagyobb mágneses erő.

A dinamika alapegyenlete szerint:

$$ma = Bld,$$

$$a = \frac{Bld}{m},$$

$$a = \frac{BdU}{mR} = 3,84 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

2 pont

b) Abban a pillanatban, amikor a fémrúd sebessége  $v$ , akkor a rúdban indukálódott feszültség miatt a rúdban folyó áram erőssége:

$$I(v) = \frac{U - Bdv}{R}.$$

A gyorsulás sebességfüggése:

$$a(v) = \frac{Bd}{m} \cdot \frac{U - Bdv}{R},$$

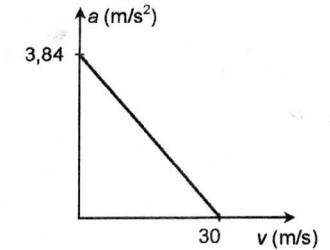
$$a(v) = \frac{BdU}{mR} - \frac{B^2 d^2}{mR} v,$$

$$a(v) = 3,84 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 0,128 \frac{1}{\text{s}} v.$$

4 pont

Ezt ábrázolva:

Látható, hogy a rúd maximális sebességénél a gyorsulás nullává válik.



c) A fogyasztó teljesítményének sebességfüggése:

$$P(v) = I^2(v)R,$$

$$P(v) = \left( \frac{U - Bdv}{R} \right)^2 R,$$

$$P(v_1) = \frac{(U - Bdv_1)^2}{R} = 8 \text{ W.}$$

3 pont

d) A feltétel szerint:

$$0,4v_0 = v_0 \left( 1 - e^{-0,128 \frac{1}{\text{s}} t} \right).$$

Ezt  $t$ -re megoldva:

$$t = \frac{\ln 0,6}{-0,128} \text{ s} \approx 4 \text{ s.}$$

1 pont

Összesen: 10 pont

### 4. feladat:

Lásd 11. osztály!

Dr. Kotek László  
PTE TTK Fizikai Intézet