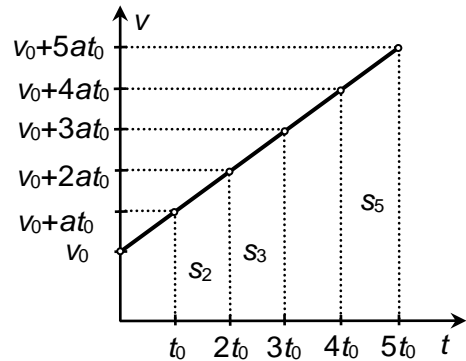


A 2013. évi Tolna megyei Szilárd Leó fizikaverseny feladatainak megoldása
12. osztály

1. feladat:

a) Legyen a test kezdősebessége v_0 , gyorsulása a , az ötödik másodpercben megtett út Δs_5 , a második másodpercben megtett út Δs_2 ! Továbbá legyen $t_0 = 1$ s! Ábrázoljuk a test mozgását sebesség - idő grafikonon!



A harmadik másodpercben megtett út:

$$\Delta s_3 = \frac{2v_0 + 5at_0}{2} \cdot t_0,$$

$$(1) \quad \Delta s_3 = v_0 t_0 + \frac{5}{2} at_0^2.$$

A második másodpercben megtett út:

$$\Delta s_2 = \frac{2v_0 + 3at_0}{2} \cdot t_0,$$

$$(2) \quad \Delta s_2 = v_0 t_0 + \frac{3}{2} at_0^2.$$

Az ötödik másodpercben megtett út:

$$\Delta s_5 = \frac{2v_0 + 9at_0}{2} \cdot t_0,$$

$$(3) \quad \Delta s_5 = v_0 t_0 + \frac{9}{2} at_0^2.$$

(2) és (3)-ból:

$$\Delta s_5 - \Delta s_2 = 3at_0^2,$$

$$a = \frac{\Delta s_5 - \Delta s_2}{3t_0^2} = \frac{2,4 \text{ m}}{3 \text{ s}^2} = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

6 pont

b) A kezdősebesség (1)-ből határozható meg:

$$v_0 = \frac{\Delta s_3}{t_0} - \frac{5}{2} at_0$$

$$v_0 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} - \frac{5}{2} \cdot 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ s} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$v_1 = v_0 + at_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ s} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

A keresett mozgási energia:

$$E_{\text{ml}} = \frac{1}{2} m v_1^2 = 9 \text{ J}.$$

4 pont

Összesen: 10 pont

2. feladat:

- a) Legyen a gáz nyomása p_1 és térfogata V_1 , a dugattyú elmozdulás után p_2 és V_2 ! Igaz, hogy

$$V_2 = V_1 + Ad.$$

Jelöljük a dugattyú kezdeti távolságát a henger aljától h -val! A dugattyú a melegítés előtt egyensúlyban van. Így:

$$p_1 A - p_0 A - mg = 0,$$

$$p_1 = p_0 + \frac{mg}{A} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

A dugattyú akkor kezd mozogni, amikor a hengerben lévő nyomás akkora p_2 értékre növekszik, hogy

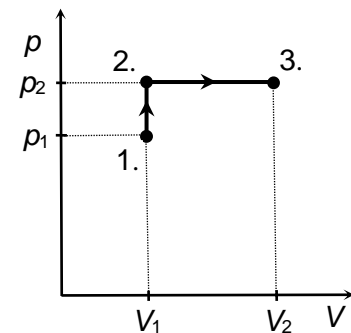
$$p_2 A - p_0 A - mg - F_s = 0,$$

$$p_2 = p_0 + \frac{mg + F_s}{A} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

Ábrázoljuk az egymás utáni folyamatokat p - V diagramon! Munkavégzés csak az izobár szakaszon lesz. A grafikon alatti terület alapján:

$$W_{23}^* = p_2 (V_2 - V_1),$$

$$\boxed{W_{23}^* = p_2 Ad = 480 \text{ J.}} \quad \mathbf{4 \text{ pont}}$$



- b) Alkalmazzuk a termodinamika első főtétele a két egymás utáni folyamat együttesére!

$$Q = \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + W_{23}^*,$$

$$Q = \frac{5}{2} (p_2 (V_1 + Ad) - p_1 V_1) + W_{23}^*,$$

$$V_1 = \frac{2(Q - W_{23}^*) - 5p_2 Ad}{5(p_2 - p_1)},$$

$$V_1 = \frac{2Q - 7W_{23}^*}{5(p_2 - p_1)} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

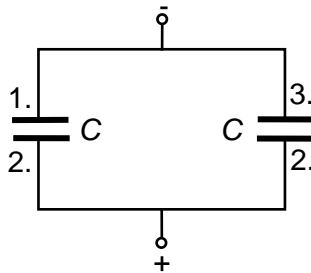
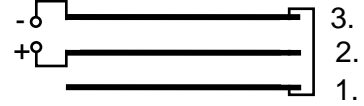
$$\boxed{h = \frac{V_1}{A} = \frac{2Q - 7W_{23}^*}{5(p_2 - p_1)A} = 0,2 \text{ m.}} \quad \mathbf{6 \text{ pont}}$$

Összesen: 10 pont

3. feladat:

a) Vizsgáljuk meg, hogy az a) és b) esetekben hány darab kondenzátort alkotnak a lemezek, és ezek a kondenzátorok hogyan vannak kapcsolva!

a) eset: Tegyük fel, hogy a 2-es számú lemez pozitív töltésű! Ez a lemez két kondenzátor pozitív lemezét alkotja. Az 1. és 3. lemezek össze vannak kapcsolva és ekkor negatív töltésűek. Ebből látszik, hogy a két C kapacitású kondenzátor párhuzamosan van kapcsolva.

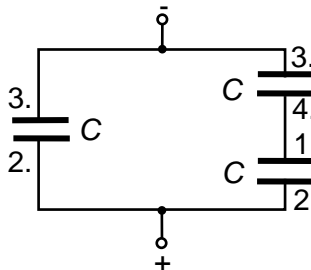
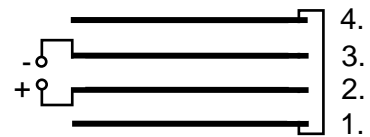


Az eredő kapacitás:

$$C_e = 2C = 28 \text{ pF.}$$

2 pont

b) eset: A 2-es és 3-as lemez két kondenzátor lemezül is szolgál. A három C kapacitású kondenzátor a következő kapcsolásban van:



A sorosan kapcsolt kondenzátorok eredő ellenállása:

$$\frac{1}{C_{el}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C},$$

$$C_{el} = \frac{C}{2}.$$

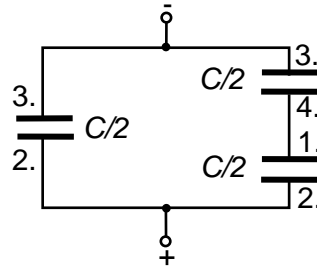
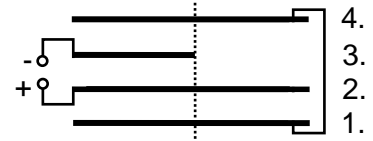
A keresett eredő kapacitás:

$$C_e = C + C_{el},$$

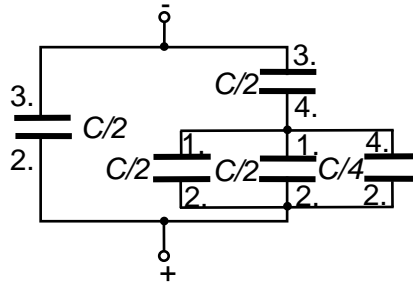
$$C_e = \frac{3}{2}C = 21 \text{ pF.}$$

3 pont

b) Ebben az esetben a 3-as számú lemez felületét felére csökkentettük. A szaggatott vonaltól balra lévő lemezek ugyanolyan elrendezésben vannak, mint a b) esetben, csupán mindhárom kondenzátor kapacitása $C/2$.



Ehhez az elrendezéshez kell még megfelelő módon hozzákapcsolni a szaggatott vonaltól jobbra lévő lemezdarabok által alkotott két kondenzátort, melyek kapacitása $C/2$ és $C/4$. Így a helyettesítő kapcsolás:



A párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok eredő kapacitása:

$$C_{e1} = \frac{C}{2} + \frac{C}{2} + \frac{C}{4} = \frac{5}{4}C.$$

A jobb oldali ág eredő kapacitása:

$$\frac{1}{C_{e2}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{\frac{5}{4}C},$$

$$C_{e2} = \frac{5}{14}C.$$

A keresett eredő kapacitás:

$$C_e = \frac{C}{2} + C_{e2},$$

$$C_e = \frac{6}{7}C = 12 \text{ pF.}$$

A kondenzátor által tárolt energia:

$$W_k = \frac{1}{2} C_e U^2 = 6 \cdot 10^{-8} \text{ J.}$$

5 pont

Összesen: 10 pont

4. feladat:

Lásd 11. osztály!

Dr. Kotek László

PTE TTK Fizikai Intézet