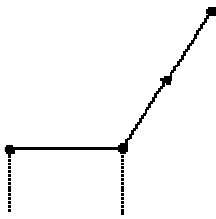
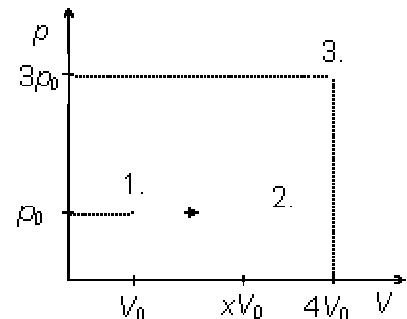




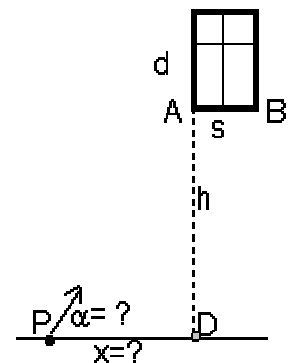
TOLNA MEGYEI SZILÁRD LEÓ FIZIKAVERSENY
Szekszárd, 2002. március 13. 9 - 12 óra
11. osztály



1. Egyatomos ideális gáz az ábrán látható folyamatot végzi. A folyamat első szakasza izobár folyamat, a második szakasz során a nyomás a térfogat lineáris függvénye.
- Hogyan válasszuk meg x értékét, hogy a két részfolyamatban a gáz által végzett munka egyenlő legyen?
 - Hányszor több hőt vesz fel gáz a második részfolyamatban?
 - A függvények megadásával ábrázoljuk a gáz hőmérsékletét a térfogat függvényében, ha a kiinduló állapotban a gáz hőmérséklete $T_1 = 150 \text{ K}$!



2. Egy emeleti ablak alsó vízszintes párkányának A pontjában feltűnik egy földről elhajított kő, amely a látóteret a B pontban hagyja el $t_0 = 0,4 \text{ s}$ múlva. Az alsó párkány a földtől $h = 16 \text{ m}$ magasan van. A párkány szélessége $s = 1 \text{ m}$, az ablak magassága $d = 1,8 \text{ m}$. (.)
- A földön adjuk meg annak a P pontnak a helyét - az $x = PD$ távolságot, ahonnan a követ elhajították! Mekkora szöget zárt be a vízszintessel a kezdősebesség?
 - Ugyanakkora kezdősebességgel honnan és milyen irányban kellene a követ a földről felfelé hajítani, hogy az ablakban a lehető leghosszabb ideig lássuk a követ? Mekkora ez a leghosszabb idő?
 - Vázoljuk mindkét esetben az elhajított kő ablak előtti pályáját, és ha lehet adjuk meg a pálya hosszát!



3. Két egyenként $C = 1 \text{ F}$ kapacitású síkkondenzátort párhuzamosan kapcsolunk. A lemezeket összekötő vezetékek ellenállása elhanyagolható. A kondenzátorokat feltöltjük, ekkor a kondenzátorok feszültsége $U = 120 \text{ V}$ lesz. Ezután az egyik kondenzátor lemezeit az

sz szigetelő rudak segítségével lassan eltávolítjuk egymástól d -ről $2d$ távolságra.

a) Mekkora lesz a kondenzátorok feszültsége ?

b) Mennyi munkát végeztünk a lemezek eltávolításakor?

c) Mekkora lesz a feszültség, ha a másik kondenzátor lemezeit is $2d$ távolságra távolítjuk el egymástól? Ekkor mennyi a végzett munka?

4. A Paksi Atomerőmű egy reaktorának újraindításakor a reaktor hőteljesítményét fokozatosan növelik fel az 1375 MW üzemi értékre. Egy adott pillanatban a reaktor teljesítményének növelése 1000 MW értékről indul. A teljesítménynek az üzemi szintre való felhozatala egyenlő időközönként, 6 lépcsőben 1 óráig tart. (Az utolsó teljesítmény növelés az óra végén történik.) Mindegyik teljesítmény-növeléskor a reaktort τ időre szuperkritikus állapotba hozzák, miközben a sokszorozódási tényező $k = 1,0005$. A közbenső τ időszakaszokban a reaktor kritikus állapotban van, azaz $k = 1$.

a) Mekkora a szuperkritikus állapotok τ időtartama, mekkora a közbenső kritikus állapotok τ időszakaszainak hossza?

b) Hány kWh villamos energiát termel a reaktor az 1 órás felfutás alatt?

(Állandó hatásfokot feltételezve az eredményt 0,5% - nál kisebb hibával adjuk meg!).

Felhasználható adatok, ismeretek: Az atomreaktor aktív zónájában az uránatommagok szabályozott hasadási láncreakciója valósul meg. A hasító neutronok átlagos élettartama (keletkezés és újabb hasítás között eltelt átlagos idő) $\tau = 0,1$ másodperc. A reaktor pillanatnyi $P(t)$ hőteljesítménye arányos a reaktorban éppen jelenlevő hasító neutronok $N(t)$ számával ($P(t) = C \cdot N(t)$). Indításakor a reaktor szuperkritikus állapotban van: ekkor az aktív zónában a láncreakció során minden egyes uránatommag hasadását átlagosan $k > 1$ újabb hasadás követi, a reaktor teljesítménye nő. A $k - \tau$ sokszorozódási tényezőnek nevezzük. Normál üzemmódban a reaktor kritikus állapotban van, ekkor $k = 1$, a reaktor teljesítménye állandó. A reaktor leállításkor a rendszert szubkritikus állapotba hozzák $k < 1$ érték mellett, a teljesítmény csökken. A reaktor üzemi, állandó villamos-teljesítménye 460 MW.

Dr. Kotek László, dr Szűcs József
Pécsi Tudományegyetem Fizikai Intézet

EREDMÉNYES VERSENYZÉST KÍVÁN A VERSENYBIZOTTSÁG!

dr. Kotek László, dr Szűcs József
Pécsi Tudományegyetem Fizikai Intézete

VERSENYBIZOTTSÁG SIKERES VERSENYZÉST KÍVÁN !

2002. évi Tolna megyei Szilárd Leó Fizikaverseny feladatainak megoldása

11. osztály

1. feladat megoldása

lásd 12. osztályosok feladatainak megoldásánál.

2 feladat megoldása

a) A feltételekből adódik, hogy az elhajított test parabola pályájának csúcsa az ablak

függőleges szimmetriatengelyén van.

- A vízszintes irányú sebesség komponens:

$$v_x = \frac{s}{t_0} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (1 \text{ pont})$$

- A látótérbe való belépéskor a függőleges irányú sebességkomponens:

$$v_y = g \cdot \frac{t_0}{2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (1 \text{ pont})$$

- A földről való indításkor a kezdősebesség függőleges komponense:

$$v_{0y} = \sqrt{v_y^2 + 2gh} = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (2 \text{ pont})$$

? Az elhajítástól az ablakban való megjelenésig eltelt idő

$$t = \frac{18 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,6 \text{ s, így a keresett távolság } x = v_x \cdot t = 4 \text{ m} \quad (1 \text{ pont})$$

- Mivel a vízszintes irányú sebességkomponens nem változik ezért az elhajítás szögére felírhatjuk, hogy

$$\tan \alpha = \frac{v_{0y}}{v_x} = \frac{18}{2,5} = 7,2, \text{ ebből } \alpha = 82,1^\circ \quad (1 \text{ pont})$$

b) Az elhajított kő ablak látóterében való tartózkodásának idejét növelhetjük, ha megnöveljük az ablak előtti y irányú elmozdulás hosszát úgy, hogy a pálya tetőpontja az ablak látóterében maradjon.

Ezért célszerű a függőleges hajítást megvizsgálni. Ekkor a maximális emelkedési magasság:

$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = 16,5125 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ ahol } v_0^2 = \left(18 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

Ez megfelel a feltételeknek: a pálya tetőpontja az ablak látóterében marad. Ekkor a test pályája egyenes lesz és annak ablak előtti hossza :

$$l = 2 \cdot 16,5125 \text{ m} - 16 \text{ m} = 1,025 \text{ m} \quad (2 \text{ pont})$$

A maximális tartózkodási idő pedig:

$$t_{0max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,64 \cdot 10^{-2} \text{ s}^2}{g}} = 0,64 \text{ s} \quad (2 \text{ pont})$$

Összesen: 10 pont

3. feladat megoldása

a) A lemezek széthúzásával felére csökken a kondenzátor kapacitása, miközben a rendszer össztöltése állandó marad. Így felírhatjuk, hogy:

$$U_2 = \frac{C_1}{C_2} \cdot U_1 = \frac{2C}{C + \frac{C}{2}} U_1 = \frac{4}{3} U_1 = 160 \text{ V} \quad (2 \text{ pont})$$

b) A végzett munka egyenlő lesz a rendszer elektrosztatikus energiájának megváltozásával:

$$W_2 = \Delta E_{32} = \frac{1}{2} C_{32} \cdot U_3^2 - \frac{1}{2} C_{32} \cdot U_2^2 = 9,6 \text{ mJ} \quad (3 \text{ pont})$$

c) -A másik kondenzátor lemezeinek eltávolításával tovább csökken a rendszer eredő kapacitása - az eredeti érték fele lesz -, miközben az össztöltés változatlan marad, így a feszültség az eredeti érték kétszeresére növekszik:

$$U_3 = \frac{C_1}{C_3} \cdot U_1 = \frac{2C}{\frac{C}{2} + \frac{C}{2}} U_1 = 2 U_1 = 240 \text{ V} \quad (2 \text{ pont})$$

- A végzett munkát most is legkönnyebben az rendszer energiaváltozásából nyerhetjük:

$$W_2 = \Delta E_{32} = \frac{1}{2} C_{32} \cdot U_3^2 - \frac{1}{2} C_{32} \cdot U_2^2 = 9,6 \text{ mJ} \quad (3 \text{ pont})$$

Összesen: 10 pont

4. feladat megoldása:

a) A reaktor teljesítménye szuperkritikus állapotokban a neutron sokszorozódások számát jelenti t idő alatt.
A reaktor teljesítményének növekedési aránya egy-egy szuperkritikus szakaszon:

$$q = \sqrt[5]{\frac{1375}{1000}} \approx 1,0545$$

Ebből kiszámíthatjuk a szuperkritikus állapotok Δt időintervallumának hosszát:
Egy-egy szuperkritikus állapotban a neutron - sokszorozódások n számát az alábbi összefüggésből nyerjük:

$$q = k^n = 1,005^n \Rightarrow n = \frac{\lg q}{\lg 1,0005} = 106,18$$

Így a szuperkritikus állapotok időtartama $\Delta t = n \cdot \pi = 10,62$ s.
(4 pont)

A közbenső kritikus állapotok hossza pedig

$$\left| t_k = \frac{3600 \text{ s} - 6 \cdot \Delta t}{5} = 707,258 \text{ s} \right| \quad (2 \text{ pont})$$

b) Az 1 óra alatt termelt hőmennyiség kiszámítása:

? A reaktor kritikus állapotaiban a termelt hőt megkaphatjuk mértani sorozat összegeként:

$Q_{\text{kritikus}} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) t_k =$

$$P_1 \frac{q^5 - 1}{q - 1} t_k = 1054,5 \text{ MW} \cdot \frac{1,0545^5 - 1}{0,0545} \cdot \frac{707,3}{3600} \text{ h} = 1154,6 \text{ MWh}$$

, ahol $P_n = P_0 q^n$ (2 pont)

? A szuperkritikus állapotokban a hőtermelést lineáris közelítéssel számíthatjuk ki:

$$Q_{\text{szuperkritikus}} \approx \frac{1000 \text{ MW} + 1375 \text{ MW}}{2} \cdot \frac{6 \cdot 10,62}{3600} \text{ h} = 21,01 \text{ kWh} \quad (1 \text{ pont})$$

Így a termelt összes hő a reaktor felfutása alatt:

$Q_{\text{össz}} = Q_{\text{kritikus}} + Q_{\text{szuperkritikus}} = 1175,61 \text{ kWh}$

A felfutás alatt termelt villamosenergia pedig:

$$W = \frac{1175,61 \text{ MWh}}{1375 \text{ MWh}} \cdot 460 \text{ MWh} = 393,3 \text{ MWh}$$

. (1 pont)

Összesen: 10 pont

Megjegyzések:

a) Szuperkritikus állapotokban termelt hő pontosabb kiszámítása szintén mértani sorozat

$$Q_{\text{szuperkrit}} = P_0 \cdot \tau \cdot (1 + k + \dots + k^n) = P_0 \cdot \tau \cdot \frac{k^{n+1} - 1}{k - 1} = 20,8333 \text{ kWh},$$

összegeként történhet: ahol $k = 1,0005$ és $n = \frac{\ln 1,375}{\ln k} = 637$.

+ 1-2 pont jutalom

A lineáris közelítésből eredő hiba kb. 0,01 %.

b) Ha teljes felfutásra lineáris közelítést alkalmazunk, akkor

$$Q \approx \frac{1000 \text{ MW} + 1375 \text{ MW}}{2} \cdot 1 \text{ h} = 1187,5 \text{ MWh}$$

- 2 pont levonás

Ez kb. 1 %-os hibát jelent, ami a megkívánt 0,5 %-os hibahatárnak nem felel meg.