



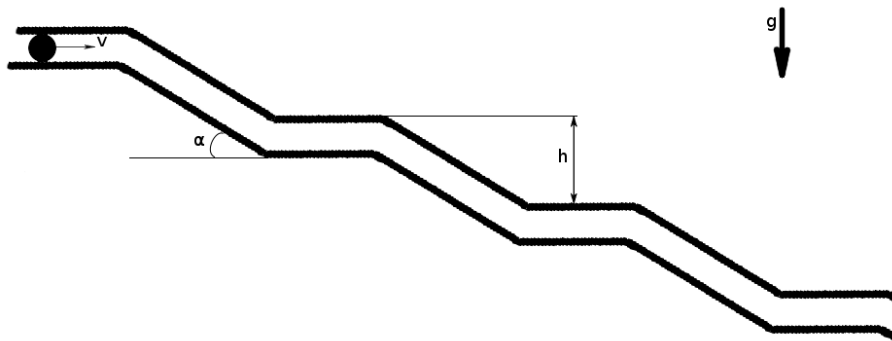
Dürer Fizikaverseny 2011 – 2012 Fizika F kategória döntő, elméleti forduló

1. feladat

Egy $U_0 = 5 \text{ V}$ feszültségű feszültségforrásra egymással sorosan rákapcsolunk egy $R = 1k\Omega$ -os ellenállást és egy $C = 1\mu\text{F}$ kapacitású kondenzátort. A feszültségforrásból az ellenálláson keresztül töltések vándorolnak a kondenzátorra, amíg az fel nem töltődik U_0 feszültségre. Vizsgáljuk a folyamatot energetikai szempontból! Legyen W_C a feltöltött kondenzátor energiája, W_R a töltés közben az ellenálláson disszipálódott energia illetve W_U a feszültségforrás által leadott teljes energia. Határozzuk meg ezeket az értékeket! Hogyan függ a töltési folyamat hatásfoka ($\eta = W_C/W_U$) az R ellenállás nagyságától?

2. feladat

Egy kis golyó surlódásmentesen csúszik lefelé az alábbi ábrán látható törött csövön. A cső lefelé végtelen hosszú és végtelen sok szakaszból áll, átmérője megegyezik a golyóéval. A golyó a törésekhez érve rugalmatlanul ütközik, azaz sebességének csak az új menetirányba eső sebességkomponensét tartja meg. Elegendően sok szakasz megtétele után a golyó sebessége a vízszintes szakaszokon mindig ugyanakkora lesz. Miért? (indoklás!) Mekkora lesz ez a sebesség? ($v=?$) A törés szöge mindenhol α , a ferde rész magassága h , a gravitációs állandó g .



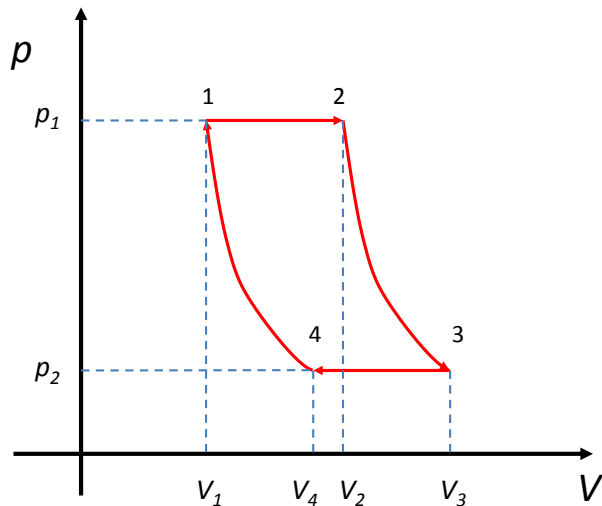
3. feladat

Tekintsük $n = 1\text{mol}$ mennyiségű, $f = 3$ szabadsági fokú ideális gáz két izobárból és két adiabatából álló körfolyamatát a p-V síkon! Az ábrán jelölt paraméterek értékei: $p_1 = 100\text{kPa}$, $p_2 = 200\text{kPa}$, $V_1 = 0.03\text{m}^3$, $V_2 = 0.08\text{m}^3$. Az adiabata állapotegyenletét ($p \cdot V^\kappa = \text{konstans}$, ahol $\kappa = \frac{f+2}{f}$) felhasználva számoljuk ki a V_3 és V_4 térfogatok értékét! Mennyi munkát végez a gáz egy kör alatt? Mennyi hőt vesz fel eközben? Mekkora a körfolyamat hatásfoka? ($W_{\text{gáz}}=?$, $Q_{\text{fel}}=?$, $\eta=?$)

4. Távolagsmérés szupernovákkal

A csillagok fényességét a fizika a fényintenzitással (I) jellemzi. Mivel a csillagból kiáramló fényenergia egy gömbfelület mentén oszlik szét, a csillagtól r távolságban mérhető intenzitás $1/r^2$ -tel arányos. Az emberi szem azonban nem a fizikai intenzitást, hanem annak logaritmusát érzékeli. Emiatt a fényintenzitás mellett az úgynevezett relatív magnitúdót is gyakran használjuk a csillag fényességének jellemzésére. Ennek definíciója: $m = -2,5 \cdot \log_{10} \left(\frac{I}{I_{\text{Vega}}} \right)$, ahol m a relatív magnitúdó, és I_{Vega} a Vega fényessége. Például a képletből a Vegára azt kapjuk, hogy $m_{\text{Vega}} = 0$.

Mivel a relatív magnitúdót a Földön mérhető fényintenzitásokból számoljuk, így értéke a csillag távolságától is függ. Így ha van két azonos fényességű csillagunk, amik különböző távolságra vannak a Földtől, akkor azok relatív



1. ábra. A termodinamikai körfolyamat

magnitúdója különböző lesz. Ezért hasznos bevezetnünk az abszolút magnitúdó (M) fogalmát is, ami kiküszöböli ezt a távolságfüggést. M az a magnitúdó érték, melyet a csillagtól 1 pc (ejtsd: „parszek”, $1pc = 3,09 \cdot 10^{16}m$) távolságban mérnénk.

Belátható, hogy az Ia típusú szupernovák abszolút magnitúdója azonos ($M_{1a} = -19.3$), mindig "ugyanakkorát robbannak". Milyen távolságra volt tőlünk az SN 2007 co 1a típusú szupernova, ha relatív magnitúdója $m = 21.02$? ($r=?$)

5. Schmit-trigger az áramkörben

A Schmit-trigger egy egyetlen bemenettel és egyetlen kimenettel rendelkező digitális elektronikai elem. A kimenete csak kétféle értéket vehet fel: magas és alacsony állapotot (esetünkben $+5\text{ V}$ és 0 V). A bemenetet egy alsó és egy felső küszöb feszültséghez viszonyítva határozza meg a kimeneti feszültségértéket. Esetünkben a felső küszöb $+4\text{ V}$, míg az alsó $+2\text{ V}$ legyen! Ha a bemeneti feszültség a felső küszöb fölé nő ($>4\text{ V}$), akkor a kimenet a magas állapotba vált ($+5\text{ V}$), és mindaddig úgy is marad, amíg a bemeneti feszültség az alsó küszöb alá ($<2\text{ V}$) csökken. És fordítva: ha a bemeneti feszültség az alsó küszöb alá csökken ($<2\text{ V}$), akkor a kimenet az alacsony állapotba vált (0 V), és mindaddig úgy is marad, amíg a bemeneti feszültség a felső küszöb fölé ($>4\text{ V}$) nő.

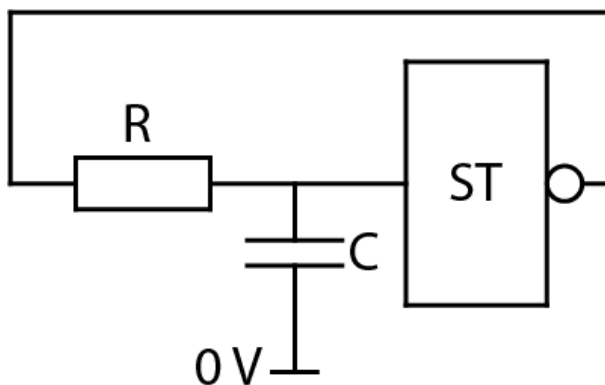
A későbbi kapcsolásban invertált Schmit-trigert fogunk használni. Ez annyiban különbözik a normáltól hogy a kimeneti értékek felcserélődnek, a magas helyett alacsony, és az alacsony helyett magas kimenetet fogunk tapasztalni. (Azaz pl.: 4.3 V -os bemeneti feszültségnél a kimeneten 0 V -ot fogunk mérni.)

Az ábrán látható kapcsolásban egy $R = 100k\Omega$ ellenállás, egy $C = 12.7\text{ nF}$ kapacitású kondenzátor és egy invertált Schmit-trigger található. A kondenzátor egyik fegyverzete földelve van, azaz állandó 0 V feszültségű.

- (a) Ábrázoljuk, az invertált Schmit-trigger be- és kimeneti feszültségét az idő függvényében, ha a bemenetre egy 0 -tól 5 V -ig egyenletesen növekedő, majd 5 V -tól 0 -ig egyenletesen csökkenő feszültséget kapcsolunk! (grafikon $U_{be,IST}(t)$, $U_{ki,IST}(t)$)



- (b) Milyen feszültség mérhető a kapcsolási rajzban szereplő invertált Schmit-trigger be-, és kimenetén az idő függvényében? A feszültséggörbéken vázlatosan ábrázoljuk! (grafikon $U_{be}(t)$, $U_{ki}(t)$)
- (c) Extra kérdés: az invertált Schmit-trigger kimeneti feszültségjele periodikus. Határozzuk meg a jel frekvenciáját! ($\nu=?$) (tipp: Nézzétek át a függvénytáblából a kondenzátor kisütése és feltöltése ellenálláson át című részt!) (+5 pont)



2. ábra. A kapcsolási rajz

Minden feladat 10 pontot ér. Második megoldással, általánosítással feladatonként maximum 5 pluszpontot lehet szerezni.

Sikeres versenyzést kívánunk!