Soluciones examen de Física 2 - 17 de Diciembre 2016

Instituto de Física - Facultad de Ingeniería, UdelaR

Ejercicio 1

a)

Bernoulli entre la superficie del agua donde está la masa y la salida:
$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_0 + \frac{1}{2}\rho v_{\rm desc}$
Donde $y_1 = 1.2$ m y $P_1 = P_0 + \frac{mg}{A_1}$
Por continuidad, $v_1 A_1 = v_{\rm desc} A_{\rm desc}$ y, como $A_1 \gg A_{\rm desc}$, desprecio el término en v_1^2.
Por lo tanto,
$v_{\rm desc} = \sqrt{2\left(\frac{mg}{\rho A_1} + g y_1\right)} = 4.95$ m/s.
El caudal es: $\boxed{R = v_{\rm desc} A_{\rm desc} = 2.48 \times 10^{-3}\ \text{m}^3/\text{s}}$.

b)

Bernoulli entre la superficie del agua y un punto en el tubo de sección A_2:
$P_1 + \rho g y_1 = P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$,
donde $y_2 = 0.2$ y $v_2 = \frac{A_{\rm desc}}{A_2} v_{\rm desc} = 1.65$ m/s.
De donde $P_2 = P_0 + \frac{mg}{A_1} + \rho g(y_1 - y_2) - \frac{1}{2}\rho v_2^2$.
Por hidroestática: $P_2 = P_0 + \rho g h$.
Entonces, $h = \frac{P_2 - P_0}{\rho g} = \frac{m}{\rho A_1} + y_1 - y_2 - \frac{1}{2g} v_2^2$.
$\boxed{h = 0.91\ \text{m}}$.

Ejercicio 2

a)

$f = v/\lambda = \sqrt{\frac{T}{\mu}}\frac{n}{2L} = \sqrt{\frac{mg}{\mu}}\frac{n}{2L}$, con n entero.
Supongo que para $m_1 = 25$ kg la cuerda vibra en el armónico n_1.
Entonces para $m_2 = 16$ kg se tiene $n_2 = n_1 + 1$.
$f = \sqrt{\frac{m_1 g}{\mu}}\frac{n_1}{2L} = \sqrt{\frac{m_2 g}{\mu}}\frac{n_1+1}{2L}$.
De donde $n_1 = 2Lf\sqrt{\frac{\mu}{m_1 g}}$ y
$f = \sqrt{\frac{g}{\mu}}\frac{1}{2L}\frac{\sqrt{m_1 m_2}}{\sqrt{m_1} - \sqrt{m_2}}$.
$\boxed{f = 350\ \text{Hz}}$.

b)

Si la masa aumenta, n disminuye. El mínimo posible es $n = 1$.
$\sqrt{\frac{mg}{\mu}} = \frac{2Lf}{n}$
Para $n = 1$, $m_{\max} = \frac{\mu}{g}(2Lf)^2$
De donde, $\boxed{m_{\max} = 400\ \text{kg}}$

c)

$f' = \left(1 \pm \frac{v_0}{v_s}\right) f$

Entonces, $|f' - f| = \frac{v_0}{v_s} f = 10$ Hz y $v_0 = v\frac{|f'-f|}{f}$.

$\boxed{v_0 = 9.8 \text{ m/s} = 35.3 \text{ km/h}}$.

Ejercicio 3

a)

$n = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} = 71.4$ mol.

$T_i = T_0 = 293$ K

$P_i = P_0 + mg/(\pi r^2) = 105$ kPa.

La altura inicial es $h_i = \frac{V_i}{\pi r^2} = \frac{nRT_i}{\pi r^2 P_i} = \frac{nRT_i}{mg+P_0\pi r^2}$

$\boxed{h_i = 2.1 \text{ m}}$.

b)

Cuando se tiene $F_{\max}$, la presión del gas es:

$P_f = \frac{F_{\max}}{\pi r^2} + P_0 + \frac{mg}{\pi r^2} = 117.7$ kPa.

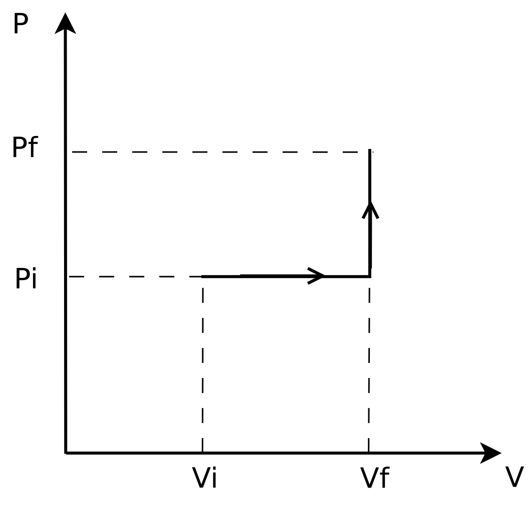
$T_f = T_r = 573$ K.

$V_f = \frac{nRT_f}{P_f} = 2.88$ m^3.

Por lo tanto, la altura mínima es $h_{\min} = \frac{V_f}{\pi r^2} = \frac{nRT_f}{P_f \pi r^2}$.

$\boxed{h_{\min} = 3.67 \text{ m}}$.

c)



d)

$\Delta U = nc_V \Delta T = n\frac{5}{2}R(T_f - T_i) = \boxed{414.8 \text{ kJ}}$.

$W = -P_i(V_f - V_i) = \boxed{-129.2 \text{ kJ}}$.

Primera ley: $Q = \Delta U - W = \boxed{544.0 \text{ kJ}}$.

e)

$\Delta S_u = \Delta S_{\text{gas}} + \Delta S_{RT}$
$\Delta S_{\text{gas}} = nc_V \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + nR\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = 1323.8$ J/K.
$\Delta S_{RT} = -\frac{Q}{T_r} = -949.4$ J/K.
$\boxed{\Delta S_u = 374.4 \text{ J/K}}$

Ejercicio 4

a)

Todo el sistema se encuentra aislado, por lo que $Q_{\text{tot}} = Q_{m_1} + Q_m + Q_{\text{gas}} = 0$
El gas se expande libremente y la temperatura no cambia. Luego, como $W = 0$, $Q_{\text{gas}} = \Delta U_{\text{gas}} = nc_V(T_f - T_g)$.
Entonces $mc(T_f - T_m) + m_1 c(T_f - T_g) + nc_V(T_f - T_g) = 0$.
De donde, $T_f = \frac{mcT_m + m_1 cT_g + nc_V T_g}{mc + m_1 c + nc_V}$.
$\boxed{T_f = 548.6 \text{ K}}$

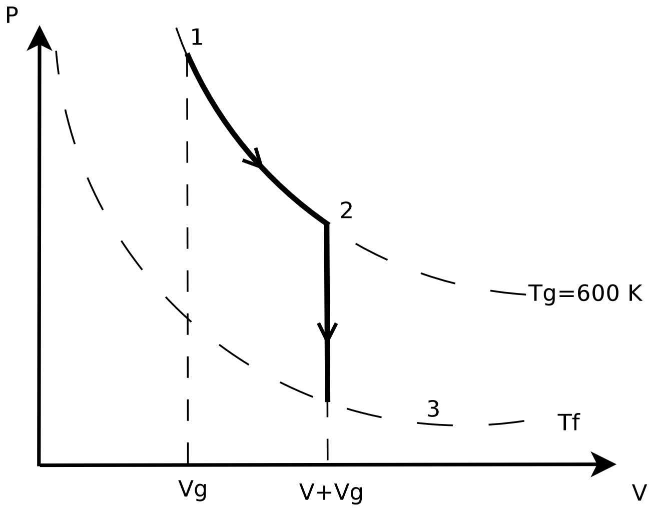
b)

$\Delta S_m = \int_{T_m}^{T_f} \frac{cm}{T} dT = cm\ln\left(\frac{T_f}{T_m}\right) = \boxed{13.1 \text{ J/K}}$.
$\Delta S_{m_1} = cm_1 \ln\left(\frac{T_f}{T_g}\right) = \boxed{-2.32 \text{ J/K}}$.

c)

$\Delta S_g = nc_V \ln\left(\frac{T_f}{T_g}\right) + nR\ln\left(\frac{V+V_g}{V_g}\right)$
$\boxed{\Delta S_g = 11.3 \text{ J/ K}}$.

Para realizar el cálculo es posible tomar un proceso isotermo a T_g y un proceso isócoro a V, como se muestra en la figura, de donde se deduce la expresión anterior para el cambio de entropía:
$\Delta S_g = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T_g} + \int_2^3 \frac{\delta Q}{T} = nR\int_1^2 \frac{dV}{V} + nc_V \int_2^3 \frac{dT}{T}$



d)

$$\Delta S_u = \Delta S_m + \Delta S_{m_1} + \Delta S_g = \boxed{22.1 \text{ J/K}}$$