Questão 1

Definindo o sistema de coordenadas de forma que a origem $(x_0, y_0) = (0, 0)$, esteja na mão do garoto, o eixo y na direção vertical, sendo positivo para cima e o eixo x na horizontal com o sentido positivo como o quadrante onde se encontra a manga, temos que a posição em que se encontra a manga é $(x_m, y_m) = (10, 5)m$. A velocidade com que a pedra sai da mão do garoto é $(v_{0_x}, v_{0_y}) = (v_0 \cos 45^0, v_0 \ \text{sen} 45^0)$, com v_0 sendo o módulo do vetor velocidade inicial da pedra. O movimento da pedra será uniforme na direção horizontal e uniformemente acelerado na direção vertical,

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_{0_x} t \\ y &= y_0 + v_{0_y} t - \frac{1}{2} g t^2 \end{aligned}$$

donde conclui-se que a equação da trajetória é

$$y = \frac{v_{0_y}}{v_{0_x}} x - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_{0_x}^2}$$

e portanto para que a pedra acerte a manga, a trajetória da mesma deve conter as coordenadas da posição da manga. Assim, substituindo na equação da trajetória, tem-se $v_0 = 10\sqrt{2} \ m/s$. Portanto, a velocidade inicial da pedra deve ser de aproximadamente $14 \ m/s$

Questão 2

A velocidade com que a bolinha atinge a balança pode ser obtida pela equação $v^2 = {v_0}^2 + 2g\Delta y$, com $v_0 = 0$ e $\Delta y = 1m$. Obtemos $v = \sqrt{20} m/s = 4,5 m/s$. O módulo do impulso que a bolinha transfere para o prato da balança será $I = \Delta p = mv = 9 \times 10^{-2} kgm/s$, apontando, na bolinha, para cima. Pelo teorema do impulso, a força resultante será $F_R = \frac{\Delta p}{\Delta t} = 1,8 \times 10^{-1} N$, apontando para cima. A segunda lei de Newton aplicada à bolinha nos dá que

$$F_R = N - mg$$

onde mg é o peso da bolinha e N a força normal, o valor que a balança vai medir para o "peso" da bolinha. Teremos

$$N = F_R + mg = 1,8 \times 10^{-1} + 2 \times 10^{-1} = 3,8 \times 10^{-1} N$$

Assim, a massa que a balança vai marcar será de $38 \ g$

Questão 3

Neste problema, como não há forças externas atuando sobre a bomba na horizontal, então o momento linear se conserva nesta direção. No referencial do piloto, temos que $Mv = (m_1 v_1 + m_2 v_2)$, o que se traduz, em termos de coordenadas em

$$x = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

com M, v e x sendo a massa da bomba, a velocidade e a posição da bomba antes da desfragmentação, m_1 e m_2 as massas das partes da bomba e v_1 e v_2, x_1 e x_2, as velocidades e posições das mesmas no referencial do piloto. Considererando a origem do referencial no piloto, temos que $x = 0$, e assim, $x_2 = -x_1$. Ou seja, as duas partes da bomba caem a distâncias simétricas x em relação ao piloto do bombardeiro.

Questão 4

Temos, para cada uma das lentes, que $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$, onde s é a posição do objeto, s' a posição da imagem e f a distância focal. Além disso, temos que $s_2 = d - s'_1$ e, como $s_1 \to \infty$, $s'_1 = f_1$. Então podemos escrever que $s_2 = d - f_1$ e

$$\frac{1}{s_2} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{f_2} \to \frac{1}{d - f_1} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{f_2}$$

Resolvendo para s'_2 teremos

$$s'_2 = \frac{f_2(d - f_1)}{d - f_1 - f_2} = 13,3\ cm$$

Portanto, a focalização da imagem fica a $13,3\ cm$ em relação à lente divergente.

Questão 5

Pelo enunciado do problema, temos que no inverno podemos escrever o período do pêndulo como $P_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L_0}{g}}$. Já no verão, temos $P = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, mas como $L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ e fazendo uso da aproximação $(1 + x)^{1/2} = (1 + (1/2)x)$, temos que

$$P = P_0(1 + (1/2)\alpha\Delta T).$$

Substituindo os valores, temos que $P - P_0 = 6 \times 10^{-4} s$, com $P_0 = 1\ s$. Este valor é o quanto o relógio atrasa por segundo. Como num dia tem-se 24 horas, o que equivale a $86.400\ s$, o atraso num dia é de $51,84\ s$.

Questão 6

O deficiente visual percebe a variação da frequência do som emitido pela ambulância devido ao efeito Doppler. Como ele percebe a frequência diminuindo, isto significa que a ambulância está se afastando dele. Logo, com base nesta informação, ele pode atravessar a rua.

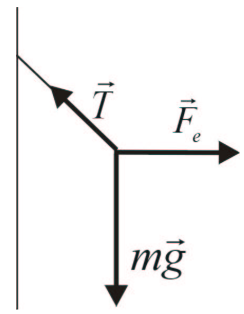
Questão 7

Usando a densidade da água dada, obtém-se que 1 litro de água tem uma massa de $1kg$.
a) Para saber a potência pode-se fazer uso da fórmula $P = V^2/R$. Substituindo-se os dados, obém-se que a potência dissipada é dada por $P = 1440W$.
b) Sabe-se que a potência é a variação de energia por unidade de tempo. Como dito, toda a energia liberada pelo ebulidor é transferida para a água, logo a energia recebida pela massa de água ($mc\Delta T$) é a energia liberada pelo ebulidor, assim, tem-se que

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{mc\Delta T}{\Delta t},$$

que com a substituição dos valores dados no enunciado e o resultado do item a), tem se $\Delta t \approx 200s = 3\ min\ 20\ s$.

Questão 8



O diagrama de forças acima mostra as três forças que atuam na esfera eletrizada. Pela segunda lei de Newton, teremos, nas direções horizontal e vertical, respectivamente:

$$F_e - T\ (sen30^o) = 0 \tag{1}$$
$$T\ (cos30^o) - mg = 0 \tag{2}$$

Assim, $F_e = mg\ (tg30^o)$. Como $F_e = qE$, teremos

$$E = \frac{mg\ (tg30^o)}{q} = \frac{(10^{-2}kg)(10m/s)0,57}{3 \times 10^{-6}} = 1,9 \times 10^4 V/m$$

Portanto, o campo elétrico aponta na direção horizontal, para a direita, e tem módulo $E = 1,9 \times 10^4\ V/m$