1. (a) Gre za RC člen s karakterističnim časom $\tau = RC = 2.5\,\mathrm{s}$. Tok na začetku (ko je kondenzator še prazen) je $I_0 = U_0/R = 36\,\mathrm{mA}$. Prehodni pojav je zgolj eksponentno pojemanje toka:

$$I = I_0 e^{-t/\tau},$$

od koder sledi

$$t = -\tau \ln 0.9 = 0.26\,\mathrm{s}.$$

(b) Moč motorja znaša

$$P(t) = I^2 R = I_0^2 R e^{-2t/\tau}.$$

Delo je integral moči po času,

$$A = \int_0^{t'} P(t)\,\mathrm{d}t = I_0^2 R \frac{\tau}{2}(1 - e^{-2t'/\tau}) = 0.388\,\mathrm{J}.$$

Vztrajnostni moment ventilatorja je

$$J = 3 \times \frac{1}{3} m l^2 = 18 \times 10^{-6}\,\mathrm{kg\,m^2}.$$

Ker gre celotno električno delo v kinetično energijo, dobimo kotno hitrost

$$\omega = \sqrt{2A/J} = 208\,\mathrm{s^{-1}}.$$

Seveda tak model ventilatorja ne bi bil ravno koristen, saj ko se kondenzator polni, tok pada proti nič in preneha poganjat vetrnico... tu bi v praksi uporabili alternator, ki bi z vrtenjem propelerja preklapljal predznak napajanja in periodično ponavljal zgornji proces, kot je to običajno v motorjih z enosmernim napajanjem.

2. (a) Prve 4 sekunde imamo $8\,\mathrm{N}$ potiska navzgor in silo teže $mg = 2.9\,\mathrm{N}$ navzdol, torej raketo poganja rezultanta sil $F = 5.1\,\mathrm{N}$. Pri pospešku $a = F/m$ v danem času pridobimo hitrost

$$v_1 = at = \frac{F}{m} t = 67\,\mathrm{m/s}$$

in višino

$$h_1 = \frac{1}{2} a t^2 = 135\,\mathrm{m}.$$

Od tu naprej gre za navpični met, ki dvigne raketo še za

$$\Delta h = v_1^2/(2g) = 232\,\mathrm{m},$$

skupna višina je torej $h = h_1 + \Delta h = 367\,\mathrm{m}$. Za drugi del manevra potrebuje še dodaten čas $\Delta t = v_1/g = 6.87\,\mathrm{s}$.

(b) Raketo v bočni smeri poganja *razlika* hitrosti rakete in hitrosti vetra (trajanje tega procesa je enako celotnemu času potovanja rakete, $t = 10.87\,\mathrm{s}$):

$$ma = m\frac{dv}{dt} = \frac{1}{2}\rho c S (v - v_0)^2$$

Označimo raje

$$\frac{dv}{dt} = Q(v - v_0)^2$$

kjer je $Q = 0.011\,\mathrm{m^{-1}}$. Rešimo z enojno integracijo in izrazimo hitrost:

$$v = v_0 \frac{Qt}{1/v_0 + Qt}$$

Še ena integracija:

$$x = \int_0^t v_0 \frac{Qt}{1/v_0 + Qt}\,dt = v_0 t - \frac{1}{Q}\ln(1 + Qv_0 t) = 37\,\mathrm{m}.$$

Zelo groba ocena bi bila, da ves čas deluje enaka bočna sila:

$$F_u = \frac{1}{2}\rho c S v^2 = 0.33\,\mathrm{N}$$

Ta sila povzroča ustrezen pospešek $a = F_u/m$. V celotnem času potovanja rakete $t = 10.87\,\mathrm{s}$ prepotujemo v prečni smeri pot

$$x = \frac{1}{2} a t^2 = 65\,\mathrm{m}.$$

Rezultat je precej prevelik, saj ni upoštevano, da sila pada in zato raketa v bočni smeri ne preseže hitrosti vetra. Ta rešitev ne prinese veliko točk.

3. (a) Označimo tokova I_1 in I_2 tako, da tečeta v desno skozi vira napetosti, tok I_x pa naj teče navzdol. Prvi Kirchhoffov zakon se glasi $I_1 + I_x - I_2 = 0$, drugi Kirchhoffov zakon pa da za levi krog $R_1 I_1 - R_x I_x = U_1$ in za desni krog $R_2 I_2 + R_x I_x = U_2$. Rešitev teh enačb (matrični sistem, lahko tudi numerično rešimo, edino tole nam tudi pri naslednji prav pride) da zvezo

$$I_x = \frac{R_1 U_2 - R_2 U_1}{R_x(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$$

od koder dobimo $I_x = 34\,\mathrm{mA}$, $U_x = R_x I_x = 340\,\mathrm{mV}$ ter $P = UI = 11.5\,\mathrm{mW}$.

(b) Zgornji analitični izraz za I_x nam pove, da bo tok skozi srednji upornik enak nič, ko bo $U_2 = \frac{R_2}{R_1} U_1 = 6\,\mathrm{V}$.

4. (a) Lomni kot na prvi meji za obe barvi je $\beta_1 = 28.54°$ oziroma $\beta_2 = 28.97°$. Iz geometrije dobimo zvezo z vpadnim kotom na drugi meji, $\gamma + \beta = 45°$. Lomni zakon na drugi meji da kota $\delta_1 = 24.79°$ in $\delta_2 = 23.78°$, razlika med katerima je $1.01°$.

(b) Mejna kota popolnega odboja za obe barvi sta $\gamma_1 = 42.51°$ in $\gamma_2 = 43.23°$. Iz tega preko že izpeljane zveze dobimo mejna lomna kota na prvi ploskvi $\beta_1 = 2.49°$ in $\beta_2 = 1.77°$ ter iz tega $\alpha_1 = 3.69°$, $\alpha_2 = 2.58°$. Pri $\alpha = 45°$ se cela mavrica lomi, in ko kot zmanjšujemo, očitno najprej dosežemo mejo α_1 za popolni odboj modre svetlobe, šele pri α_2 pa tudi za rdečo, torej je pravilen odgovor α_2.