Zadania
Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

Fizyka warstwy granicznej atmosfery
Ćwiczenia 09

Sylwester Arabas
(ćwiczenia do wykładu prof. Szymona Malinowskiego)

Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

7. stycznia 2011 r.

Wyniki kolokiwum

Ludmiła:	4	+ 15	+ 5	= 24	(24/30 = 80%)
Marek:	6	+ 6	+ 4	= 16	(16/30 = 53%)
Ania J.:	6	+ 16	+ 6	= 28	(28/30 = 93%)
Artur:	5	+ 7	+ 5	= 17	(17/30 = 57%)
Karol:	6	+ 18	+ 6	= 30	(30/30 = 100%)
Ania Z.:	5	+ 9	+ 6	= 20	(20/30 = 67%)

Zadania
Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

W poprzednich odcinkach... (1/2)

- w zad. 7.2 rozważając ruch cząstki powietrza znaleźliśmy zależność (proste domknięcie pierwszego rzędu):

$$\overline{w'\xi'} = -K_\xi \frac{\partial(\overline{\xi})}{\partial z}$$

- przy czym pominęliśmy w rozważaniach zależność K_ξ od prędkości poziomej oraz jej zmienności z wysokością
- w zad. 8.4 wykorzystaliśmy domknięcie pierwszego rzędu ze stałym współczynnikiem K_m dla strumienia pędu (w tym m.in. stanstacjonarność, jednorodność poziomą, r.t.d.)
- znaleźliśmy profil wiatru spełniający dwa warunki brzegowe:

$$U = \begin{cases} [0, 0, 0] & \text{dla } z = 0 \\ [U_g, V_g, 0] & \text{dla } z = \infty \end{cases}$$

- przy czym nie wykorzystaliśmy żadnych informacji o własnościach i stanie podłoża (t.j. np. i szorstkości, temperaturze, wilgotności)

W poprzednich odcinkach... (1/2)

- w zad. 7.2 rozważając ruch cząstki powietrza znaleźliśmy zależność (proste domknięcie pierwszego rzędu):

$$\overline{w'\xi'} = -K_\xi \frac{\partial(\overline{\xi})}{\partial z}$$

- przy czym pominęliśmy w tych rozważaniach zależność K_ξ od prędkości poziomej oraz jej zmienności z wysokością
- w zad. 8.4 wykorzystaliśmy domknięcie pierwszego rzędu ze stałym współczynnikiem K_m dla strumienia pędu, w tym m.in. stanstacjonarny [illegible] r.t.d.)
- znaleźliśmy profil wiatru [illegible] spełniający dwa warunki brzegowe:

$$U = \begin{cases} [0, 0, 0] & \text{dla } z = 0 \\ [U_g, V_g, 0] & \text{dla } z = \end{cases}$$

- przy czym nie wykorzystaliśmy żadnych informacji o własnościach i stanie podłoża (t.j. np. i szorstkości, temperaturze, wilgotności)

W poprzednich odcinkach... (1/2)

- w zad. 7.2 rozważając ruch cząstki powietrza znaleźliśmy zależność (proste domknięcie pierwszego rzędu):

$$\overline{w'\xi'} = -K_\xi \frac{\partial(\overline{\xi})}{\partial z}$$

- przy czym pominęliśmy w tych rozważaniach zależność K_ξ od prędkości poziomej oraz jej zmienności z wysokością
- w zad. 8.4 wykorzystując domknięcie pierwszego rzędu ze stałym współczynnikiem K (oraz szereg założeń, w tym m.in. stanstacjonarny, jednorodność poziomą, i.t.d.)
- znaleźliśmy profil wiatru spełniający dwa warunki brzegowe:

$$U = \begin{cases} [0, 0, 0] & \text{dla } z = 0 \\ [U_g, V_g, 0] & \text{dla } z = \infty \end{cases}$$

- przy czym nie wykorzystaliśmy żadnych informacji o własnościach i stanie podłoża (tj. np. i szorstkości, temperaturze, wilgotności)

W poprzednich odcinkach... (1/2)

- w zad. 7.2 rozważając ruch cząstki powietrza znaleźliśmy zależność (proste domknięcie pierwszego rzędu):

$$\overline{w'\xi'} = -K_\xi \frac{\partial(\overline{\xi})}{\partial z}$$

- przy czym pominęliśmy w tych rozważaniach zależność K_ξ od prędkości poziomej oraz jej zmienności z wysokością
- w zad. 8.4 wykorzystując domknięcie pierwszego rzędu ze stałym współczynnikiem K (oraz szereg założeń, w tym m.in. stanstacjonarny, jednorodność poziomą, i.t.d.)
- znaleźliśmy profil wiatru z wysokością zszywający dwa warunki brzegowe:

$$U = \begin{cases} [0, 0, 0] & \text{dla } z = 0 \\ [U_g, V_g, 0] & \text{dla } z = \infty \end{cases}$$

- przy czym nie wykorzystaliśmy żadnych informacji o własnościach i stanie podłoża (t.j. np. i szorstkości, temperaturze, wilgotności)

W poprzednich odcinkach... (1/2)

- w zad. 7.2 rozważając ruch cząstki powietrza znaleźliśmy zależność (proste domknięcie pierwszego rzędu):

$$\overline{w'\xi'} = -K_\xi \frac{\partial(\overline{\xi})}{\partial z}$$

- przy czym pominęliśmy w tych rozważaniach zależność K_ξ od prędkości poziomej oraz jej zmienności z wysokością
- w zad. 8.4 wykorzystując domknięcie pierwszego rzędu ze stałym współczynnikiem K (oraz szereg założeń, w tym m.in. stanstacjonarny, jednorodność poziomą, i.t.d.)
- znaleźliśmy profil wiatru z wysokością zszywający dwa warunki brzegowe:

$$U = \begin{cases} [0,0,0] & \text{dla } z = 0 \\ [U_g, V_g, 0] & \text{dla } z = \infty \end{cases}$$

- przy czym nie wykorzystaliśmy żadnych informacji o własnościach i stanie podłoża (t.j. np. i szorstkości, temperaturze, wilgotności)!

W poprzednich odcinkach... (1/2)

- w zad. 7.2 rozważając ruch cząstki powietrza znaleźliśmy zależność (proste domknięcie pierwszego rzędu):

$$\overline{w'\xi'} = -K_\xi \frac{\partial(\overline{\xi})}{\partial z}$$

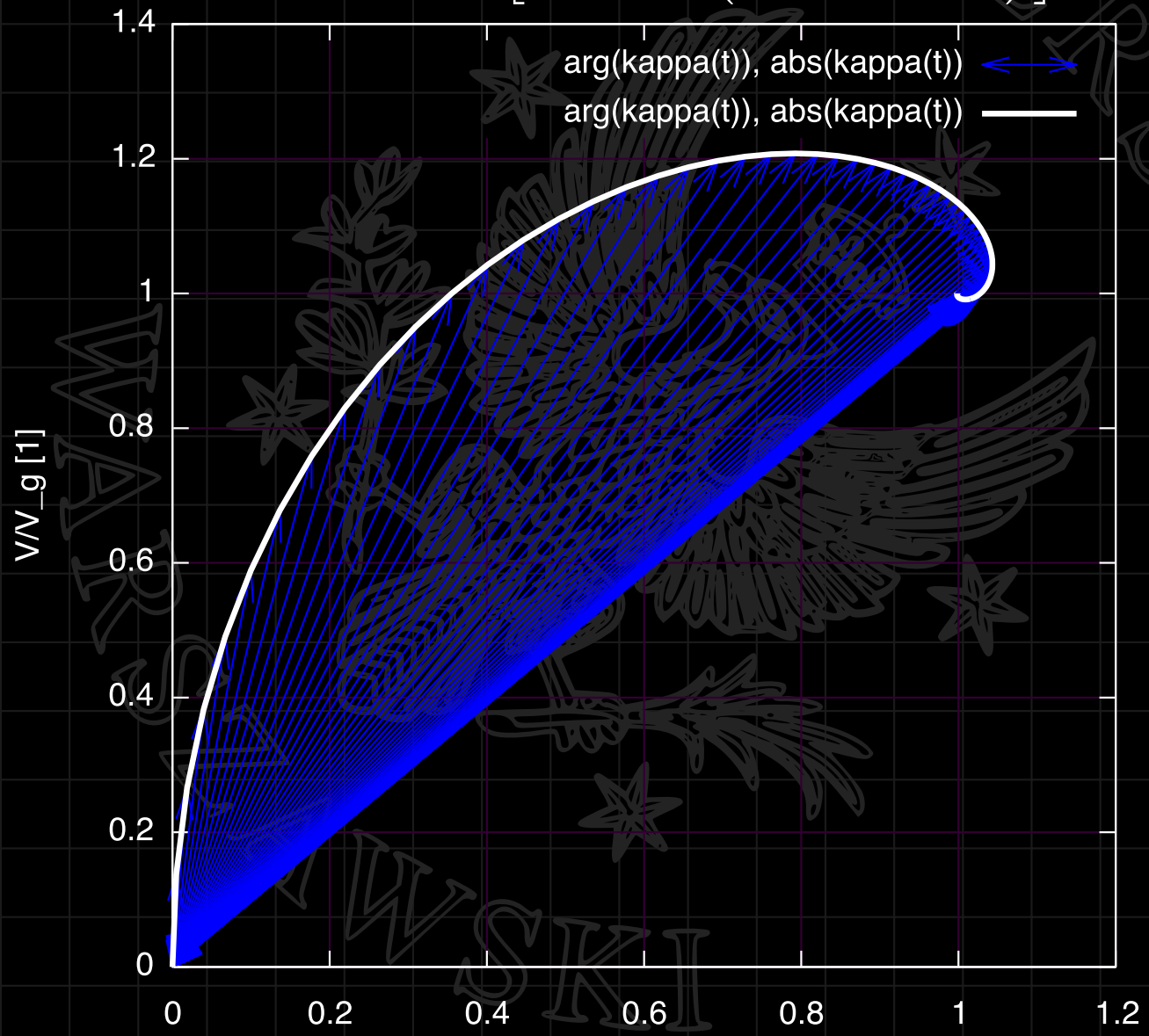
- przy czym pominęliśmy w tych rozważaniach zależność K_ξ od prędkości poziomej oraz jej zmienności z wysokością
- w zad. 8.4 wykorzystując domknięcie pierwszego rzędu ze stałym współczynnikiem K (oraz szereg założeń, w tym m.in. stanstacjonarny, jednorodność poziomą, i.t.d.)
- znaleźliśmy profil wiatru z wysokością zszywający dwa warunki brzegowe:

$$U = \begin{cases} [0, 0, 0] & \text{dla } z = 0 \\ [U_g, V_g, 0] & \text{dla } z = \infty \end{cases}$$

- przy czym nie wykorzystaliśmy żadnych informacji o własnościach i stanie podłoża (t.j. np. i szorstkości, temperaturze, wilgotności)!

W poprzednich odcinkach... (2/2)

$$\kappa = \overline{U} + i\overline{V} = \kappa_g \left[1 - \exp\left(-\sqrt{if_c/K_m} \cdot z\right)\right]$$



Zadanie 9.1 : polecenia/rozwiązanie

- Za Prandtlem (1925) zapostulujmy: $K(\partial_z \overline{U}) = l^2 \cdot \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- gdzie l – odległość/droga mieszania: dystans po przebyciu ktrórego cząstką płynu przemieszczana przez wiry turbulentne ulega homogenizacji z otaczającym ją płynem
- Zakładając, że:
  - l jest proporcjonalna do odległości od powierzchni[1]
  - strumienie $\overline{w'u'}$ są stałe – definicja warstwy przyziemnej, warstwy w której zmiany są pomijalne
- znajdźmy profil $\overline{U}(z)$ w warstwie przyziemnej:
  - $\overline{w'u'} = \text{const} = \overline{w'u'}|_{z=0}$
  - $\overline{w'u'}|_{z=0} = -K(\partial_z \overline{U})|_{z=0} = -l^2 \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial \overline{U}}{\partial z}$
  - $l = k \cdot z \quad \Rightarrow \quad \overline{w'u'}|_{z=0} = -k^2 z^2 \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial \overline{U}}{\partial z}$
  - $\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}|_{z=0}}}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

[1] uzasadnienie np. w Stullu, w podrozdziale 6.4.4

Zadanie 9.1 : polecenia/rozwiązanie

Zadania
Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

- Za Prandtlem (1925) zapostulujmy: $K(\partial_z \overline{U}) = l^2 \cdot \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- gdzie l – odległość/droga mieszania: dystans po przebyciu ktrórego cząstką płynu przenoszona przez wiry turbulentne ulega homogenizacji z otaczającym ją płynem
- Zakładając, że:
  - l jest proporcjonalna do odległości od powierzchni[1]
  - strumienie $\overline{w'u'}$ są stałe (definicja warstwy przyziemnej, warstwy w której zmiany są wysokości [illegible])
- znajdźmy profil $\overline{U}(z)$ w warstwie przyziemnej:
  - $\overline{w'u'} = \text{const} = \overline{w'u'}|_{z=0}$
  - $\overline{w'u'} = -K(\partial_z \overline{U}) = -l^2 \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial \overline{U}}{\partial z}$
  - $l = kz$, $\overline{w'u'}|_{z=0} = -k^2 z^2 \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial \overline{U}}{\partial z}$
  - $\overline{U}(z) = \frac{\overline{w'u'}|_{z=0}}{k^2 z^2} \cdot \frac{\partial \overline{U}}{\partial z}$

[1] uzasadnienie np. w Stullu, w podrozdziale 6.4.4

Zadanie 9.1 : polecenia/rozwiązanie

- Za Prandtlem (1925) zapostulujmy: $K(\partial_z \overline{U}) = l^2 \cdot \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- gdzie l – odległość/droga mieszania: dystans po przebyciu ktrórego cząstką płynu przenoszona przez wiry turbulentne ulega homogenizacji z otaczającym ją płynem
- Zakładając, że:
  - l jest proporcjonalna do odległości od powierzchni[1]
  - strumienie $\overline{w'\xi'}$ są stałe (definicja warstwy przyziemnej, warstwy w której istotne są własności podłoża)
- znajdźmy profil $\overline{U}(z)$ w warstwie przyziemnej:
  - $\overline{w'u'} = \text{const} = \overline{w'u'}|_{z=0}$
  - $\overline{w'u'} = -K(\partial_z \overline{U}) = -l^2 \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial \overline{U}}{\partial z}$
  - $l = k z \Rightarrow \overline{w'u'}|_{z=0} = -k^2 z^2 \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial \overline{U}}{\partial z}$
  - $\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}|_{z=0}}}{k} \ln(z)$

[1] uzasadnienie np. w Stullu, w podrozdziale 6.4.4

Zadanie 9.1 : polecenia/rozwiązanie

- Za Prandtlem (1925) zapostulujmy: $K(\partial_z \overline{U}) = l^2 \cdot \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- gdzie l – odległość/droga mieszania: dystans po przebyciu ktrórego cząstką płynu przenoszona przez wiry turbulentne ulega homogenizacji z otaczającym ją płynem
- Zakładając, że:
  - l jest proporcjonalna do odległości od powierzchni[1]
  - strumienie $\overline{w'\xi'}$ są stałe (definicja warstwy przyziemnej, warstwy w której istotne są własności podłoża)
- znajdźmy profil $\overline{U}(z)$ w warstwie przyziemnej:
  - $\overline{w'u'} = \text{const}$
  - $\overline{w'u'}\Big|_{z=0} = K(\partial_z \overline{U}) \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} = l^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $l = k \cdot z \quad \rightsquigarrow \quad \overline{w'u'}\Big|_{z=0} = k^2 z^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}\big|_{z=0}}}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

[1] uzasadnienie np. w Stullu, w podrozdziale 6.4.4

Zadanie 9.1 : polecenia/rozwiązanie

- Za Prandtlem (1925) zapostulujmy: $K(\partial_z \overline{U}) = l^2 \cdot \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- gdzie l – odległość/droga mieszania: dystans po przebyciu ktrórego cząstką płynu przenoszona przez wiry turbulentne ulega homogenizacji z otaczającym ją płynem
- Zakładając, że:
  - l jest proporcjonalna do odległości od powierzchni[1]
  - strumienie $\overline{w'\xi'}$ są stałe (definicja warstwy przyziemnej, warstwy w której istotne są własności podłoża)
- znajdźmy profil $\overline{U}(z)$ w warstwie przyziemnej:
  - $\overline{w'u'} = \text{const} = \overline{w'u'}\big|_{z=0}$
  - $\overline{w'u'}\big|_{z=0} = K(\partial_z \overline{U}) \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} = l^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $l = k \cdot z \quad \rightarrow \quad \overline{w'u'}\big|_{z=0} = k^2 z^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}\big|_{z=0}}}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

[1] uzasadnienie np. w Stullu, w podrozdziale 6.4.4

Zadanie 9.1 : polecenia/rozwiązanie

- Za Prandtlem (1925) zapostulujmy: $K(\partial_z \overline{U}) = l^2 \cdot \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- gdzie l – odległość/droga mieszania: dystans po przebyciu ktrórego cząstką płynu przenoszona przez wiry turbulentne ulega homogenizacji z otaczającym ją płynem
- Zakładając, że:
  - l jest proporcjonalna do odległości od powierzchni[1]
  - strumienie $\overline{w'\xi'}$ są stałe (definicja warstwy przyziemnej, warstwy w której istotne są własności podłoża)
- znajdźmy profil $\overline{U}(z)$ w warstwie przyziemnej:
  - $\overline{w'u'} = \text{const} = \overline{w'u'}\big|_{z=0}$
  - $\overline{w'u'}\big|_{z=0} = -K(\partial_z \overline{U}) \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} = -l^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $l = k \cdot z \quad \rightarrow \quad \overline{w'u'}\big|_{z=0} = -k^2 z^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}\big|_{z=0}}}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

[1] uzasadnienie np. w Stullu, w podrozdziale 6.4.4

Zadanie 9.1 : polecenia/rozwiązanie

- Za Prandtlem (1925) zapostulujmy: $K(\partial_z \overline{U}) = l^2 \cdot \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- gdzie l – odległość/droga mieszania: dystans po przebyciu ktrórego cząstką płynu przenoszona przez wiry turbulentne ulega homogenizacji z otaczającym ją płynem
- Zakładając, że:
  - l jest proporcjonalna do odległości od powierzchni[1]
  - strumienie $\overline{w'\xi'}$ są stałe (definicja warstwy przyziemnej, warstwy w której istotne są własności podłoża)
- znajdźmy profil $\overline{U}(z)$ w warstwie przyziemnej:
  - $\overline{w'u'} = \text{const} = \overline{w'u'}\big|_{z=0}$
  - $\overline{w'u'}\big|_{z=0} = -K(\partial_z \overline{U}) \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} = -l^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $l = k \cdot z \rightsquigarrow \overline{w'u'}\big|_{z=0} = -k^2 z^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}\big|_{z=0}}}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

[1] uzasadnienie np. w Stullu, w podrozdziale 6.4.4

Zadanie 9.1 : polecenia/rozwiązanie

- Za Prandtlem (1925) zapostulujmy: $K(\partial_z \overline{U}) = l^2 \cdot \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- gdzie l – odległość/droga mieszania: dystans po przebyciu ktrórego cząstką płynu przenoszona przez wiry turbulentne ulega homogenizacji z otaczającym ją płynem
- Zakładając, że:
  - l jest proporcjonalna do odległości od powierzchni[1]
  - strumienie $\overline{w'\xi'}$ są stałe (definicja warstwy przyziemnej, warstwy w której istotne są własności podłoża)
- znajdźmy profil $\overline{U}(z)$ w warstwie przyziemnej:
  - $\overline{w'u'} = \text{const} = \overline{w'u'}\big|_{z=0}$
  - $\overline{w'u'}\big|_{z=0} = -K(\partial_z \overline{U}) \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} = -l^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $l = k \cdot z \rightsquigarrow \overline{w'u'}\big|_{z=0} = -k^2 z^2 \left| \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z} \right| \cdot \frac{\partial(\overline{U})}{\partial z}$
  - $\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}\big|_{z=0}}}{k} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

[1] uzasadnienie np. w Stullu, w podrozdziale 6.4.4

Zadanie 9.1 : nomenklatura

$$\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}\big|_{z=0}}}{k} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = \frac{u_\star}{k} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

- prędkość tarciowa: $u_\star^2 = \sqrt{\overline{w'u'}^2\Big|_{z=0} + \overline{w'v'}^2\Big|_{z=0}} = \frac{|\tau_R|}{\overline{\rho}}\Big|_{z=0}$
  (lub prędkość dynamiczna) skala prędkości w warstwie przyziemnej / dla konwekcji wymuszonej[2]
- parametr szorstkości – grubość warstwy, w której na skutek tarcia o podłoże prędkość wiatru zanika
- stała von Karmana: k – „uniwersalna” ($k \approx 0.4$)

[2] konwekcja wymuszona – gdy dominuje produkcja TKE przez ścinanie
konwekcja swobodna – gdy dominuje produkcja TKE przez wypór

Zadanie 9.1 : nomenklatura

Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

$$\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}\big|_{z=0}}}{k} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = \frac{u_\star}{k} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

- prędkość tarciowa: $u_\star^2 = \sqrt{\overline{w'u'}^2\Big|_{z=0} + \overline{w'v'}^2\Big|_{z=0}} = \frac{|\tau_R|}{\overline{\rho}}\Big|_{z=0}$ (lub prędkość dynamiczna) skala prędkości w warstwie przyziemnej / dla konwekcji wymuszonej[2]
- parametr szorstkości: z_0 – średnia wysokość warstwy, w której na skutek tarcia o podłoże prędkość wiatru zanika
- stała von Karmana: k – „uniwersalna” ($k \approx 0.4$)

[2] konwekcja wymuszona – gdy dominuje produkcja TKE przez ścinanie
konwekcja swobodna – gdy dominuje produkcja TKE przez wypór

Zadanie 9.1 : nomenklatura

Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

$$\overline{U}(z) = \frac{\sqrt{\overline{w'u'}\big|_{z=0}}}{k} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = \frac{u_\star}{k} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

- prędkość tarciowa: $u_\star^2 = \sqrt{\overline{w'u'}^2\Big|_{z=0} + \overline{w'v'}^2\Big|_{z=0}} = \frac{|\tau_R|}{\overline{\rho}}\Big|_{z=0}$ (lub prędkość dynamiczna) skala prędkości w warstwie przyziemnej / dla konwekcji wymuszonej[2]
- parametr szorstkości: z_0 – średnia wysokość warstwy, w której na skutek tarcia o podłoże prędkość wiatru zanika
- stała von Karmana: k – stała „uniwersalna” ($k \approx 0.4$)

[2] konwekcja wymuszona – gdy dominuje produkcja TKE przez ścinanie
konwekcja swobodna – gdy dominuje produkcja TKE przez wypór

Zadanie 9.2 : polecenie/rozwiązanie (Stull 6.4.6)

Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

- znajdźmy wartość $u_\star$ dla profilu Ekmana
- $u_\star = \sqrt{\overline{U}_g \cdot (K_m f_c)^{1/2}}$

Zadanie 9.2 : polecenie/rozwiązanie (Stull 6.4.6)

Zadania
Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

- znajdźmy wartość $u_\star$ dla profilu Ekmana
- $u_\star = \sqrt{U_g \cdot (K_m \cdot f_c)^{1/2}}$

Zadanie 9.3 : polecenie/rozwiązanie

- Za Moninem i Obuchowem, załóżmy że własności turbulencji i przepływu średniego w warstwie przyziemnej zależą jedynie od:
  - z – wysokości
  - $u_\star$ – prędkość tarcia
  - B_0 – strumienia wyporności przy powierzchni Ziemi (wartość członu wypornościowego w równ. TKE dla $z = 0$)
- $B_0 = g\frac{\overline{w'\theta_v'}}{\overline{\theta_v}}$
- znajdźmy bezwymiarową kombinację wielkości...
- $\zeta = \kappa B_0 \frac{z}{u_\star^3} = \frac{z}{L}$ – parametr stabilności
- L – długość Obuchowa charakterystyczna odległość proporcjonalna do wysokości nad powierzchnią na której czynniki wypornościowe dominują nad mechanicznymi (ścinaniem)
  - wartość ujemna odpowiada warstwie niestabilnej,
  - wartość dodatnia odpowiada warstwie statycznie stabilnej

Zadanie 9.3 : polecenie/rozwiązanie

- Za Moninem i Obuchowem, załóżmy że własności turbulencji i przepływu średniego w warstwie przyziemnej zależą jedynie od:
  - z – wysokości
  - $u_\star$ – prędkość tarcia
  - B_0 – strumienia wyporności przy powierzchni Ziemi (wartość członu wypornościowego w równ. TKE dla $z = 0$)
- $B_0 = g\frac{\overline{w'\theta_v'}}{\overline{\theta_v}}$
- znajdźmy bezwymiarową kombinację wielkości...
- $\zeta = \kappa B_0 \frac{z}{u_\star^3} = \frac{z}{L}$ – parametr stabilności
- L – długość Obuchowa charakterystyczna odległość proporcjonalna do wysokości nad powierzchnią na której czynniki wypornościowe dominują nad mechanicznymi (ścinaniem)
  - wartość ujemna odpowiada warstwie niestabilnej,
  - wartość dodatnia odpowiada warstwie statycznie stabilnej

Zadanie 9.3 : polecenie/rozwiązanie

Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

- Za Moninem i Obuchowem, załóżmy że własności turbulencji i przepływu średniego w warstwie przyziemnej zależą jedynie od:
  - z – wysokości
  - $u_\star$ – prędkości tarciowej
  - B_0 – strumienia wyporności przy powierzchni Ziemi (wartość członu wyporności w równ. TKE dla $z = 0$)
- $B_0 = g\frac{\overline{w'\theta_v'}}{\overline{\theta_v}}$
- znajdźmy bezwymiarowy parametr tej wielkości...
- $\zeta = \kappa B_0 \frac{z}{u_\star^3} = \frac{z}{L}$ – parametr stabilności
- L – długość Obuchowa charakterystyczna odległość proporcjonalna do wysokości nad powierzchnią na której czynniki wypornościowe dominują nad mechanicznymi (ścinaniem)
  - wartość ujemna odpowiada warstwie niestabilnej,
  - wartość dodatnia odpowiada warstwie statycznie stabilnej

Zadanie 9.3 : polecenie/rozwiązanie

- Za Moninem i Obuchowem, załóżmy że własności turbulencji i przepływu średniego w warstwie przyziemnej zależą jedynie od:
  - z – wysokości
  - $u_\star$ – prędkości tarciowej
  - B_0 – strumienia wyporności przy powierzchni Ziemi (wartość członu wypornościowego w równ. TKE dla $z = 0$)
- $B_0 = g\frac{\overline{w'\theta_v'}}{\overline{\theta_v}}$
- znajdźmy bezwymiarową kombinację tych wielkości...
- $\zeta = \kappa B_0 \frac{z}{u_\star^3} = \frac{z}{L}$ – parametr stabilności
- L – długość Obuchowa charakterystyczna odległość proporcjonalna do wysokości nad powierzchnią na której czynniki wypornościowe dominują nad mechanicznymi (ścinaniem)
  - wartość ujemna odpowiada warstwie niestabilnej,
  - wartość dodatnia odpowiada warstwie statycznie stabilnej

Zadanie 9.3 : polecenie/rozwiązanie

Zadania
Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

- Za Moninem i Obuchowem, załóżmy że własności turbulencji i przepływu średniego w warstwie przyziemnej zależą jedynie od:
  - z – wysokości
  - $u_\star$ – prędkości tarciowej
  - B_0 – strumienia wyporności przy powierzchni Ziemi (wartość członu wypornościowego w równ. TKE dla $z = 0$)
- $B_0 = g\frac{\overline{w'\theta_v'}}{\overline{\theta_v}}$
- znajdźmy bezwymiarową kombinację tej wielkości...
- $\zeta = \kappa B_0 \frac{z}{u_\star^3} = \frac{z}{L}$ – parametr stabilności
- L – długość Obuchowa charakterystyczna odległość proporcjonalna do wysokości nad powierzchnią na której czynniki wypornościowe dominują nad mechanicznymi (ścinaniem)
  - wartość ujemna odpowiada warstwie niestabilnej,
  - wartość dodatnia odpowiada warstwie statycznie stabilnej

Zadanie 9.3 : polecenie/rozwiązanie

- Za Moninem i Obuchowem, załóżmy że własności turbulencji i przepływu średniego w warstwie przyziemnej zależą jedynie od:
  - z – wysokości
  - $u_\star$ – prędkości tarciowej
  - B_0 – strumienia wyporności przy powierzchni Ziemi (wartość członu wypornościowego w równ. TKE dla $z = 0$)
- $B_0 = g\frac{\overline{w'\theta_v'}}{\overline{\theta_v}}$
- znajdźmy bezwymiarową kombinację tych wielkości...
- $\zeta = \kappa B_0 \frac{z}{u_\star^3} = \frac{z}{L}$ – parametr stabilności
- L – długość Obuchowa charakterystyczna odległość proporcjonalna do wysokości nad powierzchnią na której czynniki wypornościowe dominują nad mechanicznymi (ścinaniem)
  - wartość ujemna odpowiada warstwie niestabilnej,
  - wartość dodatnia odpowiada warstwie statycznie stabilnej

Zadanie 9.3 : polecenie/rozwiązanie

Zadania
Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

- Za Moninem i Obuchowem, załóżmy że własności turbulencji i przepływu średniego w warstwie przyziemnej zależą jedynie od:
  - z – wysokości
  - $u_\star$ – prędkości tarciowej
  - B_0 – strumienia wyporności przy powierzchni Ziemi (wartość członu wypornościowego w równ. TKE dla $z = 0$)
- $B_0 = g\frac{\overline{w'\theta_v'}}{\overline{\theta_v}}$
- znajdźmy bezwymiarową kombinację tych wielkości...
- $\zeta = -kB_0\frac{z}{u_\star^3} = \frac{z}{L}$ – parametr stabilności
- L – długość Obuchowa charakterystyczna odległość proporcjonalna do wysokości nad powierzchnią na której czynniki wypornościowe dominują nad mechanicznymi (ścinaniem).
  - wartość ujemna odpowiada warstwie niestabilnej,
  - wartość dodatnia odpowiada warstwie statycznie stabilnej

Zadanie 9.3 : polecenie/rozwiązanie

- Za Moninem i Obuchowem, załóżmy że własności turbulencji i przepływu średniego w warstwie przyziemnej zależą jedynie od:
  - z – wysokości
  - $u_\star$ – prędkości tarciowej
  - B_0 – strumienia wyporności przy powierzchni Ziemi (wartość członu wypornościowego w równ. TKE dla $z = 0$)
- $B_0 = g\frac{\overline{w'\theta_v'}}{\overline{\theta_v}}$
- znajdźmy bezwymiarową kombinację tych wielkości...
- $\zeta = -kB_0\frac{z}{u_\star^3} = \frac{z}{L}$ – parametr stabilności
- L – długość Obuchowa charakterystyczna odległość proporcjonalna do wysokości nad powierzchnią na której czynniki wypornościowe dominują nad mechanicznymi (ścinaniem);
  - wartość ujemna odpowiada warstwie niestabilnej,
  - wartość dodatnia odpowiada warstwie statycznie stabilnej

Podsumowanie (Stull, tabela 6-4)

Przykładowe domknięcia pierwszego rzędu dla warswty przyziemnej:

- zgrubne, tylko dla neutralnej lub stabilnej warstwy: $K = const$
- z wykorzystaniem długości mieszania dla warstwy nautralnej: $K = \overline{k^2 z^2} \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- z uwzględnieniem parametru stabilności: $K = k\, z\, u_* f\left(\frac{z}{L}\right)$

Podsumowanie (Stull, tabela 6-4)

Zadania
Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

Przykładowe domknięcia pierwszego rzędu dla warswty przyziemnej:

- zgrubne, tylko dla neutralnej lub stabilnej warstwy: $K = const$
- z wykorzystaniem długości mieszania, dla warstwy nautralnej $K = k^2 z^2 \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- z uwzględnieniem parametru stabilności: $K = k\, z\, u_* \phi\left(\frac{z}{L}\right)$

Podsumowanie (Stull, tabela 6-4)

Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

Przykładowe domknięcia pierwszego rzędu dla warswty przyziemnej:

- zgrubne, tylko dla neutralnej lub stabilnej warstwy: $K = const$
- z wykorzystaniem długości mieszania, dla warstwy nautralnej $K = k^2 z^2 \left| \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right|$
- z uwzględnieniem parametru stabiloności: $K = k\, z\, u_\star / f\left(\frac{z}{L}\right)$

Zadanie 9.4 : polecenie/rozwiązanie (Stull 5.9.2)

Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

- znajdźmy wartość liczby Obuchowa dla warstwy, w której zmierzono:
  - $u_\star = 0.2 \, {}^{m}/_{s}$
  - $\overline{\theta_v} = 300.3 \, K$
  - $\overline{w'\theta'_v} = -0.05 \, K \cdot {}^{m}/_{s}$
- $L = \frac{u_\star^3}{k g}$

Zadanie 9.4 : polecenie/rozwiązanie (Stull 5.9.2)

Zadania
Wyniki kolokwium
Wstęp (1/2)
Wstęp (2/2)
9.1: polecenie/rozw.
9.1 : nomenklatura
9.2 : polecenie/rozw.
9.3 : polecenie/rozw.
Podsumowanie
9.4 : poleceni/rozw.

- znajdźmy wartość liczby Obuchowa dla warstwy, w której zmierzono:
  - $u_\star = 0.2 m/s$
  - $\overline{\theta_v} = 300.3\,K$
  - $\overline{w'\theta_v'} = -0.05\,K \cdot m/s$
- $L = 12\,m$