

Meteorológus MSc záróvizsga tételsor – 2022/2023-ban induló évfolyamtól kezdve

A. tételcsoport – Fizikai, matematikai szemléletmód

1. A száraz és a nedves levegő termodinamikája.

Főtételek, állapotváltozások, politróp folyamatok, termodinamikai potenciálok, fázisátalakulások, száraz és nedves adiabaták, termodinamikai diagramok. A nedves levegő állapotváltozói. A nedves levegő leírásában alkalmazott főbb hőmérsékleti fogalmak.

2. Légköri sztatika, az instabilitás és a konvektív mozgások kialakulása.

A barotróp és a baroklin légkör, abszolút és feltételes barotrópia. A sztatika alapegyenlete. A politróp légkör. A hidrosztatikus közelítés szerepe a légköri folyamatok modellezésében. A száraz és a nedves adiabatikus hőmérsékleti gradiens. Az instabilitás fogalma, skálafüggése. Barotróp és baroklin instabilitás. A hidrosztatikai instabilitás, stabilitási indexek. Konvektív mozgások: a részecske és a rétegmódszer, a légbeszívás szerepe. A labilitási energia.

3. A hidro-termodinamikai egyenletrendszer általános alakja, a horizontális és a vertikális koordinátázás kérdése a légköri modellek felépítésében.

A lagrange-i és euleri szemléletmód. A légköri mozgásokat és kicserélődési folyamatokat meghatározó megmaradási törvények. A hidro-termodinamikai egyenletrendszer általános alakja szférikus koordináta-rendszerben. A leggyakrabban használt horizontális és vertikális koordináták. A hidro-termodinamikai egyenletrendszer átírása különböző koordináta-rendszerekbe.

4. A légköri folyamatok tér- és időskálája. A hidro-termodinamikai egyenletrendszer főbb egyszerűsítései és átalakításai a különböző skálákon.

A nagyságrendi analízis módszere és annak skálafüggő alkalmazása (nagyiskálájú folyamatok, mezoskála, planetáris határréteg). Átlagos mozgások és fluktuációk, skálafüggő egyszerűsítések (hidrosztatikus és nemhidrosztatikus, illetve sekély- és mélykonvekciós közelítés). A légköri hullámmozgások típusai, dinamikai leírásuk. Légköri hanghullámok, belső és külső gravitációs hullámok, Rossby-hullámok.

5. Cirkuláció, örvényesség és divergencia szerepe a légköri folyamatok leírásában.

A horizontális áramlási mező divergenciája és örvényessége. A cirkuláció és az örvényesség kapcsolata. A cirkuláció időbeli változása, a cirkulációs elmélet alkalmazása a légköri folyamatok leírásában. Az örvényességi és a divergenciaegyenlet alakja, nagyságrendi analízise, főbb egyszerűsítései. A potenciális örvényesség. Szinoptikus meteorológiai példák, alkalmazások.

6. Egyensúlyi mozgások. A lokális nyomásváltozás mechanizmusa és hatása az áramlási mezőre.

Az egyensúlyi mozgások osztályozása. A geosztrofikus szél egyenlete különböző koordináta-rendszerekben. A gradiens szél. A geosztrofikus és a gradiens szél összehasonlítása. A termikus szél. Súrlódásos áramlás. A lokális hőmérsékletváltozás mechanizmusa. A nyomástendencia-egyenlet. Az ageosztrofikus áramlás. Az áramlási mező szerkezete (konvergencia, divergencia) és a nyomási képződmények mozgása közötti kapcsolatok. Szinoptikus rendszerek fejlődése a dinamika tükrében (tendencia-, omega-egyenlet).

7. A légkör általános cirkulációja, a globális cirkuláció elemei.

Alapvető légköri energiaformák és átalakulások. A hasznosítható potenciális energia. A légköri cirkuláció modelljének fejlődése. A légköri cirkulációs rendszerek egymásra épülő kaszkádja. Az általános cirkuláció és a légköri energiacyklus.

8. A légköri turbulencia. A planetáris határréteg szerkezete, kormányzó egyenletei, turbulens kicserélődési folyamatai.

A turbulens mozgások kialakulása, átlagok és fluktuációk. A molekuláris és a turbulens viszkozitás. A turbulens áramok. A Kolmogorov-féle turbulenciaelmélet. A planetáris határréteg szerkezete, kormányzó egyenletei. Az Ekman-réteg. A felszínközeli réteg. A Monin–Obukhov-féle hasonlósági elmélet.

9. A számszerű előrejelzési modellek.

A légköri modellezés fejlődése. A primitív egyenleteken alapuló modellek. Globális és korlátos tartományú modellek. A számszerű előrejelzési modellekben használt parametizációk, a nemhidrosztatikus modellezés sajátosságai. Véges különbséges módszerek, numerikus stabilitás. Spektrális módszerek. A kezdeti és a peremfeltételek problémája. Az adatasszimiláció. Az ensemble előrejelzések. Az időjárási és éghajlati modellezés különbségei.

10. Éghajlati adatsorok statisztikai elemzésének módszerei.

Éghajlati elemek valószínűségi eloszlása, nevezetes eloszlások, az eloszlások paramétereinek becslési eljárásai (momentumbecslés és maximum likelihood módszer). Hipotézisvizsgálati módszerek (paraméteres és nemparaméteres hipotézisvizsgálati eljárások). Alapvető időszormodellek (autoregresszív, mozgóátlag és autoregresszív mozgóátlag folyamatok). Trendillesztés a legkisebb négyzetek módszerével. Dimenzióredukációs módszerek (klaszteranalízis, főkomponens-elemzés). Az éghajlati modellhibakorrektúra statisztikai módszerei.

11. Kondenzációs és jégképződési folyamatok mikrofizikája, csapadékelemek növekedési módjai.

A légköri aeroszol részecskék tulajdonságai és szerepük a felhőképződésben. A felhőcseppek kialakulását és növekedését meghatározó folyamatok (kondenzáció, diffúziós növekedés, koaguláció). A kristályképződés elmélete, a jégkristályok szerepe a csapadékképződésben.

12. Sugárzási jellemzők és törvények, a légköri sugárzásátvitel fizikája.

Alapvető sugárzási mennyiségek; Planck-törvény, Stefan–Boltzmann-törvény, Wien-törvény, Kirchoff-törvény. A napállandó. A légköri abszorpció folyamata; Rayleigh- és Mie-szórás, légköri sugárzásátvitel. Rövidhullámú sugárzási komponensek, rövidhullámú sugárzási egyenleg. Hosszúhullámú sugárzási egyenleg, üvegházhatás.

13. Légköri elektromosság.

Töltéskeletkezés (a kozmikus és a radioaktív sugárzás által okozott ionizáció; ütközéses ionizáció), a légköri elektromágneses tér (források; légköri elektromos kisülések és elektromos terek; a villámok lefolyása és az elektromágneses terük közötti összefüggés), zivatarelektromosság (az elektromos töltések keletkezése, szétválása).

B. tételcsoport – Alkalmazott meteorológia és klimatológia

14. A mérsékelt övi szinoptikus rendszerek szerkezete.

Légtömegek. A jet stream tulajdonságai és szerepe a szinoptikus rendszerekben. A mérsékelt szélességek nyomási rendszereinek keletkezése és tulajdonságai. Ciklonkeletkezési elméletek. Anticiklon, blocking. Mediterrán ciklonok, viharciklonok.

15. Szakadási felületek a légkörben, az időjárás frontok típusai és jellemző időjárása.

Diszkontinuitási felületek definíciója, légköri típusaik. A frontok keletkezése és feloszlása, ezek dinamikai leírása (frontogenetikus függvény, Margules-fronthajlat). A hidegfront, a melegfront és az okklúziós front fajtái, szerkezete, felhőzete és jellemző időjárása. Az egyes meteorológiai elemek változása időjárás frontok közelében.

16. Szinoptikus analízis, szinoptikus előrejelzés.

Az egyes meteorológiai elemek mezői és azok megjelenítése. Az egyensúlyi áramlások szerepe a szinoptikus analízisben. A légkör függőleges szerkezete, függőleges szondázása, a függőleges mozgások szerepe és meghatározásának lehetőségei. Műholdfelvételek vizuális kiértékelése és szinoptikus meteorológiai felhasználása. A szinoptikus helyzet prognózisa. Szinoptikus előrejelzések készítése és a beválás vizsgálata. Veszélyjelzés, repülésmeteorológiai előrejelzések.

17. Mezoszínoptikai analízis és előrejelzés.

A mezoskálájú légköri jelenségek sajátosságai. Mezometeorológiai adatok, mérési hálózatok és megjelenítő rendszerek. Az eltérő sugárzasháztartású felszínek által gerjesztett cirkulációs rendszerek. Orografikus akadályok által gerjesztett mezoskálájú mozgások. A szabad konvekció leírása. Rendezett konvektív rendszerek. Frontrendszerekhez kötött konvektív folyamatok. Zivataros szupercellák. Tornádók és zivatarláncok. Mezoskálájú konvektív komplexumok. Trópusi konvektív folyamatok.

18. Az éghajlati rendszer, visszacsatolási mechanizmusok. Elmúlt idők éghajlata.

Az éghajlati rendszer elemei, azok klímára gyakorolt hatásainak összehasonlítása. Főbb éghajlati visszacsatolási mechanizmusok. Éghajlati elemek átlagos viselkedése, tér- és időbeli eloszlása. Az éghajlatosztályozás elvei, típusai. A Föld fő éghajlati típusainak leírása, földrajzi elhelyezkedése. A Föld és régióink éghajlati múltja.

19. A Kárpát-medence regionális szinoptikai és klimatológiai tulajdonságai.

Általános jellemzés; szárazföldi, óceáni, mediterrán hatás. Éghajlati elemek átlagos viselkedése: tér- és időbeli eloszlás. Magyarországi éghajlati szélsőségek. A Kárpát-medence szinoptikus meteorológiai sajátosságai. Rendezett konvektív rendszerek a Kárpát-medencében.

20. Az antropogén éghajlatváltozás.

Az éghajlatváltozás lehetséges okai, üvegházhatású gázok antropogén kibocsátási tendenciái, várható változásai. Lehetséges jövőbeli forgatókönyvek, az éghajlatváltozási hipotézisek korlátai. Az éghajlat várható változásai, extrémumok, mitigációs és adaptációs lehetőségek. Globális és regionális vonatkozások.

21. A nyomanyagok légköri ciklusa.

A légkör összetétele, a fontosabb nyomgázok kémiai kémiája. Szén- és nitrogénvegyületek légköri ciklusa. Száraz és nedves ülepedés, a csapadékvíz savassága. A légkör összetételének kapcsolata az éghajlattal.

22. Levegőtisztaság-védelem, nyomanyag-terjedési modellek.

Emisszió, transzmisszió, immisszió. Természetes és antropogén légszennyező források. A turbulens diffúzió fizikai alapja. Egyszerű és dinamikai terjedési modellek. A légszennyezés előrejelzésének módszerei. Aktuális globális és hazai levegőtisztaság-védelmi problémák, nemzetközi egyezmények.

23. A talaj-növény-légkör rendszer fizikai és biológiai folyamatai.

Sugárzás-, energia- és tömegátvitel a talajban, a növényállomány belsejében és felette. Fotoszintézis, fotoszintetikus fényreakció görbe, optimális sztómanyitottság. Növényi párolgás, a növények vízigénye. Növénytakaró-modellek, növénynövekedési modellek, fenológiai megfigyelések és modellek. Fotoszintézis, növényi stresszhatások.

24. A numerikus modellek felhasználásának és alkalmazásának lehetőségei.

A numerikus prognózis mezőinek időjárásstartalma. A klímamodellekből nyerhető eredmények. Ensemble és multimodell módszertan az előrejelzésben és az éghajlatmodellezésben. Az egyes meteorológiai elemek előrejelzése. Konvektív jelenségek előrejelzési lehetőségei. A közlekedés, az ipar, a mezőgazdaság, az idegenforgalom és a tömegtájékoztatási eszközök számára készített meteorológiai előrejelzések sajátosságai. Az éghajlati forgatókönyvek szerepe.

25. Városklíma.

A városok környezetmódosító hatásai. A városi sugárzási viszonyok, a városi hőszigetelés jellemzése és mérséklési lehetőségei. A városi áramlási és nedvességi viszonyok. A városi planetáris határreteg szerkezete. Városi levegőtisztaság.

26. A hidrológiai ciklus elemei és kapcsolódása a meteorológiai folyamatokhoz.

A hidrológiai ciklus és folyamatai. A csapadék és párolgás mérése, térbeli és időbeli változékonysága. A beszivárgás és a lefolyás mérése és modellezése. A vízállás és a vízhozam kapcsolata. Hidrológiai szélsőségek, árhullámok, az árvizek előrejelzése, árvízvédelem.

27. A világóceán és a krioszféra.

A világóceán felfedezése és tudományos kutatása. A világóceán általános sajátosságai, fejlődéstörténete, az óceánfenék geomorfológiája és geofizikája. Az óceán vizének fizikai tulajdonságai: hőmérséklet, sótartalom, sűrűség és ezek globális eloszlása. Az óceán fénytana és hangtana. A légköri és óceáni cirkuláció hasonlósága és különbözősége. Az óceánok cirkulációjának sémája, a tengeráramlások rendszere. Az inerciális, a szél hajtotta és konvektív-ventillációs áramlási rendszerek. A krioszféra elemei.

28. Megújuló energiaforrások.

A megújuló energiaforrások fajtái, eredete, potenciálisan rendelkezésre álló készletek. Az egyes megújuló energiaforrások jelenlegi elterjedése, a jövőben várható változások. Az energia- és környezetpolitika nemzetközi összefüggései.

29. Korszerű meteorológiai mérőrendszerek.

A meteorológiai mérések céljai, módszerei. Meteorológiai megfigyelő rendszerek, az adatgyűjtés aktuális nemzetközi hálózata, azok elemei. Különböző típusú meteorológiai állomások és azok mérési programja. A magyarországi meteorológiai mérőrendszerek, állomástípusok, az állomások mérési programja. Távérzékelési módszerek. Műholdas mérések meteorológiai alkalmazási területei.