

Áramlástan BMEGEÁTÁG11

Alkalmazott elméleti tételek

Dr. Vad János, tantárgyfelelős, előadó

2017. február 2.

1. Álló és mozgó síklapok közötti áramlás ábráján szemléltetve vezesse le Newton viszkozitási törvényét! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Írja fel a törvény alapján levonható következtetéseket! Diagramon jellegre helyesen adja meg a kinematikai viszkozitás hőmérsékletfüggését cseppfolyós és gáznemű newtoni folyadékok esetére, 1-1 közeg példáján!
2. Vázlatrajzon mutassa be a folyadékmozgás jellemzésére alkalmazott Lagrange- és Euler-féle leírásmódokat! Adjon 1-1 példát ezek célszerű alkalmazására! Magyarázza gyakorlati példák és leírás segítségével a következő fogalmakat: pálya, nyomvonal, áramvonal, áramfelület, áramcső! Milyen feltétel teljesülése esetén egyezik meg a pálya, nyomvonal és áramvonal?
3. A víz nyomás-fajtérfogat diagramján szemléltetve mutassa meg a gáz – túlhevített gőz – telített gőz – cseppfolyós közeg jellemző tartományait! Írja fel az ideális gázra vonatkozó gáztörvényt! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Rajzolja fel – jellegzetes pontokat feltüntetve – a víz tenziógörbéjét! Jellemezze a kavitáció és kavitációs erózió jelenségét, valamint elkerülésének módjait, ábrával és 1-1 gyakorlati példával szemléltetve!
4. Vezesse le a hidrosztatika alapegyenletének differenciálegyenlet-alakját, érvényességének feltételét! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Milyen feltételek teljesülése egyszerűsítheti az egyenletet? Adja meg a hidrosztatika alapegyenletének egyszerűsített alakját a tagok jelentésével és mértékegységével! Adjon 1-1 mondatos leírással példákat az egyszerűsített alak, valamint a differenciálegyenlet-alak műszaki alkalmazására!
5. Vezesse le a kontinuitási egyenlet integrál alakját, vázolja fizikai jelentését! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Alkalmazza az egyenletet, áramcsőre és adja meg, milyen feltételek teljesülése mellett egyszerűsítheti az egyenletet! Adja meg a kontinuitás egyenletének áramcsőre vonatkozó egyszerűsített alakját, a tagok jelentésével és mértékegységével! Adjon 1-1 példát az alkalmazásra! Vezesse le a kontinuitási egyenlet differenciálegyenlet-alakját, egyszerűsítési lehetőségekkel!
6. Vezesse le az Euler-egyenletet, adja meg alkalmazásának feltételét! Adja meg az egyenlet tagjainak jelentését és mértékegységét! Fejtse ki az egyenleten belül a lokális és konvektív gyorsulás összetevőit! Adjon 1-1 gyakorlati példát olyan esetekre, amelyekben a lokális illetve konvektív gyorsulás szerepet játszik / nem játszik szerepet!
7. Írja fel a Bernoulli egyenlet integrál alakját veszteségmentes áramlásra! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Adja meg a lehetséges egyszerűsítő feltételeket! Vezesse le az ezek alkalmazásával nyerhető egyszerű alakját a Bernoulli-egyenletnek, és vázolja fizikai jelentését! Írja fel a Bernoulli összeget! Jellemezze a statikus, össz- és dinamikus nyomást, és példán keresztül mutassa be azok összefüggését!

8. Adja meg a természetes koordináta-rendszer tengelyeinek felvételének módját! Vezesse le az Euler egyenlet komponens egyenleteiből adódó nyomásgradiens-komponenseket (érintő, normális és binormális irányú komponensek), természetes koordináta rendszerben, stacionárius áramlás esetén és az erők hatásának elhanyagolása mellett! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Mutassa be az érintő irányú komponens egyenletből adódó következtetést konfúzor illetve diffúzor esetére! Mutassa be a normális irányú komponens egyenletből adódó következtetést görbült áramvonalak illetve párhuzamos egyenes áramvonalak esetére, 1-1 alkalmazási példával szemléltetve!

9. Vezesse le Thomson (Lord Kelvin) örvénytételeit! Adja meg a tétel levezetéséhez szükséges feltételezéseket! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! A tétel alapján mutassa be az örvényesség keletkezésének feltételeit! Ábrán illusztrálva mutasson be példát a tétel egy, a műszaki gyakorlat szempontjából fontos alkalmazására!

10. Ábrák segítségével vezesse le Helmholtz I. és II. örvénytételeit! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Adja meg egy-egy a gyakorlat szempontjából fontos következményét a tételeknek!

11. Vezesse le az impulzustétel legáltalánosabb integrál alakját, feltételezve, hogy szilárd test található az ellenőrző felületen belül! Vázzolja a tétel fizikai jelentését! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Adja meg, milyen egyszerűsítések végezhetők el, ha egy vízszugárra alkalmazzuk az impulzustételt, amely állandó sebességgel egy álló síklapra áramlik, arra merőlegesen! Adjon példát az impulzustétel műszaki alkalmazására!

12. Vezesse le Allievi elmélete alapján a csővezeték hirtelen zárásakor adódó nyomásnövekedést leíró összefüggést! Ehhez kapcsolódóan vezesse le a redukált rugalmassági modulus felhasználásával a hangsebesség számításának módját! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Adjon példát az elmélet műszaki alkalmazására!

13. A newtoni közegekéhez hasonlóan rajzolja fel a jellegzetes nem-newtoni közegek jellemző reológiai görbéit! Mindegyik folyadéktípusra ismertesse a folyadék szerkezeti jellemzőit! Mindegyik folyadéktípusra adjon egy példát!

14. Írja fel a Navier-Stokes egyenletet, az Euler-egyenlettel összehasonlítva! Adja meg az egyenlet tagjainak jelentését és mértékegységét! Adja meg az alkalmazott egyszerűsítő feltételezéseket! Adjon elvi példát az egyenlet alkalmazására (ismeretlenek, és a számításukra rendelkezésre álló egyenletrendszer)!

15. Vázzolja a Reynolds-kísérletet! Adja meg a Reynolds-számot, és vezesse le annak szemléletes jelentését (egységnyi tömegű folyadékra ható erők aránya)! A Reynolds-kísérlet kiértékelésén keresztül mutassa be a lamináris és turbulens áramlások jellegzetességeit! Mutassa meg, hogy turbulens áramlás esetén mely komponensekből áll a sebesség és a nyomás!

16. Mely dimenziótlan jellemzők közötti kapcsolatot vizsgáljuk a csősúrlódási veszteséget leíró általános összefüggés származtatásakor? Adja meg a csősúrlódási veszteséget leíró általános összefüggést, kör keresztmetszetű csövekre! Mutassa be annak elvét, hogyan terjeszthető ki az összefüggés érvényessége nem-kör-kérszmetzetű csövekre! Adja meg az összefüggésekben szereplő tagok jelentését és mértékegységét!

17. Írja fel a kör keresztmetszetű csőben kialakult lamináris áramlást jellemző csősúrlódási tényező származtatásának elvi lépéseit, és a leíró összefüggés érvényességi tartományát! Ezen belül ismertesse a hatványfüggvény sebességprofil általános leíró összefüggését, és mutassa be a maximális sebesség és átlagsebesség közötti kapcsolatot! Ábrán mutassa be jellegre helyesen a lamináris és turbulens csőáramlásokat jellemző sebességprofilokat, a jellemző hatványkitevők feltüntetésével!

18. Jellegre helyesen rajzolja fel a Nikuradze diagramot, annak jellegzetes tartományait! Adja meg a hidraulikailag sima cső fogalmát! Összehasonlító ábrák segítségével jellemezzen hidraulikailag sima és érdes eseteket! Adja meg a Blasius-formulát, valamint alkalmazhatóságának feltételeit! A gyakorlatban előforduló csövek Reynolds szám- és relatív érdesség-függő csősúrlódási veszteségének jellemzésére mely diagramot használjuk?

19. Magyarázó ábrán adja meg a határréteg fogalmát, fő jellegzetességeit! Példákkal illusztrálva adja meg a határréteg 5 fő sajátosságát! Példákkal illusztrálva vázolja a határréteg-leválás kialakulásának két szükséges feltételét, és az ellene tehető intézkedéseket! Adjon 1-1 példát áramlástechnikai rendszerelemekre, amelyekben a határréteg következő tulajdonságai veszteségforrásként jelentkeznek: a) határréteg-leválás, b) a határréteg szekunder áramlást okoz.

20. Írja fel a veszteséges taggal bővített Bernoulli-egyenletet! Írja fel a hidraulikában általánosan alkalmazott összefüggést, amely kifejezi a nyomásvesztés és adott rendszerelemre jellemző dinamikus nyomás közötti kapcsolatot! Ábrák és képletek segítségével jellemezze az alábbi veszteségtípusokat: a) diffúzorvesztés, b) hirtelen keresztmetszet-növekedés, c) kilépési veszteség, d) záró-, szabályzóelemek vesztesége, e) hirtelen keresztmetszet-csökkenés, f) beömlési veszteség, g) csökönyök, ill. csőívek vesztesége.

21. Vezesse le az energiaegyenletet! Adja meg az egyes tagok jelentését és mértékegységét! Adja meg az egyszerűsítő feltételeket! Mutassa meg a statikus, dinamikus és összhőmérséklet közötti összefüggést!

22. Vezesse le a hang terjedési sebességét gázokban! Térjen ki az alkalmazott állapotváltozási összefüggésre, az alkalmazását lehetővé tevő egyszerűsítő feltételekre! Definiálja a Mach-számot!

23. Vezesse le a kritikus hőmérséklet-, sűrűség- és nyomásviszonyt, tartályból történő, egyszerű kiömlőnyíláson keresztüli kiáramlás példáján, ábrával illusztrálva!

24. Leíró összefüggések és magyarázó ábra alapján elemezze be a tartályból egyszerű kiömlőnyíláson keresztül történő kiáramlás következő eseteit (a legszűkebb keresztmetszet a kiömlőnyílás végén található): I) A p_e/p_t nyomásviszony 0,95 és 1 közötti. II) A p_e/p_t nyomásviszony a kritikus nyomásviszony és 0,95 közötti. III) A p_e/p_t nyomásviszony a kritikus nyomásviszony alatti. Az elemzést a következő szempontok szerint végezze el: a) Vizsgált nyomásviszony-tartomány. b) Nyomás a legszűkebb keresztmetszetben. c) Állapotváltozás közelítő jellege. d) Sűrűség a legszűkebb keresztmetszetben. e) Sebesség a legszűkebb keresztmetszetben.

25. Gyakorlati példán keresztül adja meg, mi a feladata a Laval-fúvókának! Leíró összefüggések és magyarázó ábra segítségével mutassa be a helyesen méretezett Laval-fúvóka jellemzőit, az alábbi szempontok szerint: a) Nyomásviszony-tartomány. b) Nyomás a kilépő keresztmetszetben. c) Állapotváltozás közelítő jellege. d) Sűrűség a kilépő keresztmetszetben. e) Sebesség a kilépő keresztmetszetben.

26. Gyakorlati példán keresztül, leíró összefüggések és ábra alapján vezesse le az áramlások hasonlóságának feltételrendszerét, állandó sűrűségű közeg esetére. A feltételrendszert az alábbi szempontok szerint tagolja: a) Leíró differenciálegyenlet-rendszerekből adódó feltételek. b) Peremfeltételekből adódó feltételek. c) Kezdeti feltételekből adódó feltételek (instacionárius hatások figyelembe vétele). Adja meg, hogyan egészül ki a feltételrendszer, ha a sűrűség nem állandó!

27. Mutassa meg, hogy az áramlásba helyezett testre ható erő mely összetevőkből áll! Ezek jellemzésére vezesse be a statikus nyomástényező és a helyi súrlódási tényező fogalmát! Állítsa szembe egymással a tompa testeket és az áramvonalas testeket, a nyom kiterjedése, és az ellenállás-erő elsődleges oka szempontjából! Definiálja a felhajtóerő-tényezőt és az ellenállástényezőt! A szárny mint áramvonalas test példáján diagramon mutassa be a felhajtóerő-tényező és az ellenállástényező alakulásának trendjeit, a megfúvási szög függvényében! A diagram jellegzetes pontjait ábrák segítségével jellemezze!

28. A tengelyére merőlegesen megfúvott körhenger mint tompa test példáján, ábrával szemléltetve, mutassa be az ellenállás-erő vizsgálata szempontjából lényeges dimenziótlan jellemzőket! Diagramon mutassa be a végtelen hosszú, sima felületű körhenger ellenállástényezőjének alakulását a Reynolds-szám függvényében! Jellemezze a diagram jellegzetes tartományait! Mutassa be az érdesség-növekedés és a véges hossz hatásának fő trendjeit!