

# Szilárdságtan szigorlat, szóbeli vizsga 2004.

## 1 Szabályok

A szóbeli vizsgán mindkét, alább ismertetett kérdéssorból a vizsgázó egy-egy kérdést húz véletlenszerűen. (A húzás egy dobókocka négyszeri feldobásával történik. Ha a négy eredmény sorrendben  $a, b, c$  és  $d$ , akkor az 1. kérdéssor  $(6(a - 1) + b)$ -edik, és a 2. kérdéssor  $(6(c - 1) + d)$ -edik kérdését húzta a vizsgázó.) Ha mindkét válasza elfogadható, akkor a szóbelin megfelelt, további kérdést a jegy javításáért kérhet. Ha az egyik válasz elfogadható, a másik nem, akkor az utóbbi témakörből új kérdést húz a vizsgázó, (újabb két kockadobással), és az erre adott válasz dönti el, hogy a szóbelin megfelelt-e vagy sem. Ha az eredetileg húzott két kérdés egyikére sem elfogadható a válasz, akkor a szóbelin nem felelt meg a vizsgázó, és így a szigorlaton sem. A kérdések húzása után kb. 20 perc áll rendelkezésre a válasz kidolgozására, ehhez semmilyen segédeszköz nem vehető igénybe. Ajánlott, hogy a kidolgozott írásos vázlat (amely lehetőleg tartalmazzon rajzokat is) ne haladja meg az A4 terjedelmet. (Nagyobb terjedelem esetén félő, hogy a válasz terjengőssé válik.) A felelet során a vizsgázó a vázlat anyagát tetszése szerint használhatja emlékeztetőül illetve illusztrációként. A vázlat vizsgadokumentumnak minősül és a vizsgáztatónál marad.

*Elfogadható a válasz, ha tartalmazza az összes lényeges, a kérdéssel kapcsolatos információt, megfogalmazása tömör és szabatos.*

*Nem fogadható el a válasz, ha lényeges információ hiányzik belőle, illetve, ha megfogalmazása pontatlan, terjengős, nem egyértelmű.*

Az elfogadható válaszokra adott pontszám (illetve jegy) attól függ, hogy mennyi oktatói segítséggel sikerült a választ kialakítani. Tájékoztatásul közöljük, hogy a fenti szabályok esetén azonos kérdésmennyiséget megtanult vizsgázók közül statisztikailag annak van a legnagyobb esélye az eredményes vizsgára, aki mindkét kérdéssor *azonos hányadát* tanulta meg. Közöljük továbbá, hogy ezt feltételezve, ha a hányad  $1/2$ -nél nagyobb, akkor az eredményes vizsga valószínűsége *nagyobb* a megtanult kérdés-hányadnál, ellenkező esetben kisebb.

## 2 Kérdések

### 2.1 Szilárdságtan I. - rudak feszültségei és alakváltozásai

1. Mi a Bernoulli-Navier hipotézis? Mely esetekben fogadtuk el és melyekben nem?
  2. Mikor nevezünk egy testet merevnek, szilárdnak, illetve rugalmasnak? Milyen esetekben fogadhatók el ezek a közelítések?
  3. Mit jelent az a feltételezés, hogy a tartó anyaga homogén és izotróp? Ismertesse, hogy mely szerkezeti anyag esetében mely feltételezés tekinthető indokoltnak! Milyen számításoknál használtuk ki ezt a feltételezést?
  4. Mit mond ki a Hooke-törvény? Értelmezze a képletben szereplő mennyiségeket, adja meg a dimenziókat! Mik a határai a Hooke-törvény alkalmazásának?
  5. Ismertesse egy elterjedt szerkezeti anyag (pl. acél vagy beton)  $\sigma$ - $\epsilon$  diagramját! Értelmezze a Young-modulust, nevezze meg a diagram nevezetes pontjait!
  6. Értelmezze a határfeszültség, a folyási határ, a mértékadó feszültség fogalmát!
  7. Mi az osztott biztonság elve? Hogyan tükrözi a méretezési szabvány ezt az elvet?
  8. Mit jelent a lineáris szuperpozíció elve feszültségek számításakor? Milyen esetben érvényes?
  9. Mi a feszültség? Mi a különbség és mi a kapcsolat a  $\sigma$  és a  $\tau$  feszültségek között?
  10. Hogyan modelleztük a gerendatartókat? Milyen határok között fogadható el ez a modell? Melyek az ebből fakadó legfontosabb egyszerűsítések?
- 
11. Mit értünk egy pont feszültségállapotán? Milyen speciális eseteket ismer? Ezek közül melyik jellemző a gerendatartókra?
  12. Mit értünk központos húzáson? Mutassa be a feszültségek számítását központosan húzott, inhomogén anyagú rúd esetén!

13. Általános terhelést feltételezve mutassa be, hogy egy gerendatartó mely metszetén milyen típusú feszültség ébred!
  14. Mi a főfeszültség? Mi a főfeszültségi trajektória? Mutassa be a főfeszültségeket néhány egyszerű igénybevétel esetén!
  15. Mit értünk egy keresztmetszet inerciáján és terelőnyomatékán? Milyen képletben szerepelnek ezek a mennyiségek? Miért?
  16. Mit nevezünk egy keresztmetszet főirányainak? Milyen adatokból számíthatók? Mi a jelentőségük? Mutasson néhány példát!
  17. Milyen feltételi egyenletekből kiindulva határoztuk meg a hajlításból származó  $\sigma$  feszültségeket? Ismertesse a képletet!
  18. Mi a különbség az egyenes és a ferde hajlítás között? Mutasson példát mindkét esetre.
  19. Milyen módon számíthatók a feszültségek ferde hajlítás esetén?
  20. Mi a kapcsolat a keresztmetszet szimmetria-tulajdonságai és a főirányok között? (Indoklással)
  21. Milyen esetben számíthatjuk a  $\tau$  feszültséget a  $\tau = \frac{ST}{bI}$  képletből? Min alapszik a képlet? Ki vezette le?
  22. Gerendatartó mely metszetein ébredhetnek nyírófeszültségek? Mely metszeteken nem? Milyen igénybevétel-típusból származhat nyírófeszültség, és azt milyen képlettel határozzuk meg?
  23. Mit mond ki a nyírófeszültségek dualitásának tétele? Miből vezettük le a tételt? Hol használtuk fel?
  24. Milyen terhelési esetben beszélünk tiszta nyírásról? Ekkor hogyan számítjuk a feszültségeket? Milyen szerkezeti elemeknél gyakori ez az igénybevétel-típus?
- 
25. Ismertesse, hogy szegecselt illetve csavarozott kapcsolatokat milyen elvek alapján ellenőrizzük. (Kapcsolóelemek és a tartó igénybevételeinek és feszültségeinek meghatározása a kapcsolatra ható erő rendszer eredője alapján.)

26. Mely keresztmetszet-típusokra igaz, hogy súlypontnál keletkezik a maximális  $\tau$  feszültség (hajlításból származó nyírás esetén)? (Indoklás, példa, ellenpélda)
27. Mi a nyírási középpont? Milyen szerkezet-típusoknál van fokozott jelentősége?
28. Mikor beszélünk csavarásról? Milyen feszültségek ébrednek a keresztmetszetben csavarás hatására? Mely esetekben és milyen módon tudjuk ezeket számítani?
29. Ismertesse a hártya- és homokkupac analógiát! (Mi a céljuk? Mire használhatóak?)
30. Mi a magidom? Hogyan lehet meghatározni? Lehet-e a magidom (részben vagy egészben) a keresztmetszeten kívül? A magidom ismerete milyen esetben (igénybevétel, anyagmodell) és milyen segítséget jelent a feszültségek meghatározásakor?
31. Mi az inerciasugár? Hogyan számítható? Mire használtuk? (Milyen mennyiségek között teremt kapcsolatot?)
32. Miért nem érvényes a lineáris szuperpozíció elve húzószilárdsággal nem rendelkező keresztmetszeteknél? Hogyan számítjuk ekkor a feszültségeket?
33. Miért nem érvényes a lineáris szuperpozíció elve képlékeny anyagú keresztmetszeteknél? Hogyan számítjuk ekkor a feszültségeket?
34. Mi a teherbírási tartomány? Mutasson példát! Hogyan használjuk?
35. Mi a képlékeny tartalék? Mutassa meg, hogyan függ a keresztmetszet alakjától és az igénybevétel típusától! Mutasson példát viszonylag nagy illetve viszonylag kis képlékeny tartalékra.
36. Mit nevezünk részben plasztifikálódott keresztmetszetnek? Ilyen esetben milyen algoritmussal számítjuk a feszültségeket kétszer szimmetrikus keresztmetszetekben?

## 2.2 Szilárdságtan II. - rúdszerkezetek igénybevételei és elmozdulásai

1. Osztályozza a rúdszerkezeteket statikai határozottság szempontjából! (Egyszerű példákkal)

2. Adja meg a statikai határozottság szükséges és elégséges definícióját! Melyek e két definíció korlátai?
  3. Milyen mechanikai ismérvei vannak a statikailag túlhatározott, határozott illetve határozatlan szerkezeteknek? (Példával)
  4. Milyen esetekben célszerű statikailag határozott illetve határozatlan szerkezetet alkalmazni? Miért? Mutasson példát mindkét esetre!
  5. Mutasson példát statikailag egyidejűleg határozatlan és túlhatározott szerkezetre! (Indoklás) Miért kell ismernünk ezt a szerkezet-típust?
  6. Mutasson példát statikailag túlhatározott tartószerkezetre! Mi indokolhatja ilyen szerkezetek alkalmazását?
  7. Miben különbözik a belső és külső munka? Miben hasonlít? Milyen feltételek mellett egyenlő a két mennyiség? Mutasson példát belső és külső munkavégzésre rugalmas szerkezeteken !
  8. Milyen közelítések esetén tudtuk a külső és belső munka egyenlőségét elmozdulások számítására használni?
  9. Mi a különbség az idegen és a saját munka között? Hogyan jelentkezik ez a számításban? Mire használtuk az idegen munkát?
  10. Mi a virtuális erő? Mire használtuk? Miért neveztük virtuálisnak?
  11. Mit mond ki a Maxwell-tétel? Milyen közelítések mellett igaz? (Ki volt Maxwell?) Hol használtuk a tételt?
  12. Milyen eljárást tanultunk rugalmas szerkezetek elmozdulásainak számítására? Ismertesse az algoritmust.
  13. Milyen eljárásokat tanultunk statikailag határozatlan szerkezetek igénybevételeinek meghatározására? Egy egyszerű példán mutassa be, hogy az egyes eljárások esetében melyek lennének az ismeretlen mennyiségek!
- 
14. Ismertesse az erőmódszer általános egyenletrendszerét! Mi az egyes egyenletek fizikai tartalma? Egy egyszerű példán mutassa be az egyenletrendszer együtthatóinak geometriai jelentését!
  15. Ismertesse az erőmódszer algoritmusát! Illusztrálja az egyes lépéseket egy egyszerű példán!

16. Ismertesse és indokolja az erőmódszernél használt előjelszabályt!
17. Ismertesse a törélmélet alapján történő méretezés algoritmusát!
18. Milyen esetekben alkalmazandó, illetve, alkalmazható a törélméleti módszer? Mit értünk a szerkezet globális képlékeny tartalékán, milyen tényezők befolyásolják ezt?
19. Hogyan alkalmazható az erőmódszer kinematikai terhek esetén? Hogyan módosul ekkor az általános előjelszabály?
20. Definiálja az elfordítási és eltolódási merevséget! Ismertesse, hogy milyen módszerrel határozhatóak meg!
21. Ismertesse az egy rúdon hő hatására keletkező igénybevételek számítását!
22. Ismertesse az elmozdulásmódszer általános egyenletrendszerét! Melyek az ismeretlenek? Mi az együtthatók fizikai tartalma?
23. Ismertesse az elmozdulásmódszer algoritmusát ! (Az egyenletrendszer felállításáig.)
24. Mi a Cross eljárás lényege? Hogyan kapcsolódik az elmozdulásmódszerhez? Mik a korlátai?
25. Ismertesse a Cross eljárás algoritmusát! Indokolja a lépéseket!
26. Mikor mondjuk, hogy egy keret ellendülő? Hogyan határozható meg az ellendülési esetek száma?
27. Ismertesse az ellendülő keretek számításának lépéseit!
28. Mit nevezünk szimmetrikus illetve antiszimmetrikus feladatnak? Milyen egyszerűsítésekkel élhetünk ilyen esetekben? (Mutasson néhány egyszerű példát!)
29. Hasonlítsa össze az erő- és elmozdulásmódszert! Mutasson példát olyan feladatokra, melyeknél az egyik illetve a másik alkalmazható előnyösebben?
30. Mit nevezünk első-, másodrendű elméletnek? Mondjon példát az alkalmazásukra.
31. Mit nevezünk kritikus pontnak? Mutasson példát kritikus pontokra.

32. Miért nem számítható elsőrendű elmélettel a rúdkihajlás? Miért veszélyes ez a jelenség? Ismertesse Euler eredményét, mutasson be közelítő számítást a kritikus teher meghatározására!
33. Mit értünk kihajlási hosszon? Mutasson néhány alapesetet, indoklással. Mennyi a kihajlási hossz maximális értéke (a rúd hosszához viszonyítva)?
34. Hogyan veszi figyelembe a szabvány a kihajlást? Miért nem az Euler-képletet alkalmazza?
35. Miért nem elegendő az elsőrendű elmélet külponosan nyomott rudak vizsgálatára? Hogyan vesszük figyelembe a másodrendű hatást?
- 
36. Ismertesse egyszintes, tárcsa jellegű födémrel rendelkező épületvázak térbeli merevségének számítási algoritmusát!

### 3 Egyéb

Ezen hirdetés a tanszéki sokszorosítóban megvásárolható.. Ugyanott megvásárolható egy komplett előadási óravázlat.

Budapest, 2004. november 22.



(Dr Domokos Gábor)  
egyetemi tanár,  
tantárgy előadó