

HŐTAN ÉS FOLYTONOS KÖZEGEK MECHANIKÁJA (EMELT SZINT), 2019/20 TAVASZI FÉLÉV, FIZIKA BSC SZAK, KURZUSKÓD: HOTANEF19VA TUDNIVALÓK

Kedves Hallgatók!

Az környezetünkben előforduló anyagok igen nagy számú alkotóelemből (atomokból) állnak (pl. gázok). Habár az alkotóelemekre igazak a mechanika alaptörvényei, a nagy számosság miatt az anyagok viselkedését a Newton törvények segítségével leírni nem lehetséges. Éppen ezért a leírás során egy fordított logika érvényesül: a megfigyelt jelenségek alapján vezetünk be törvényeket ill. axiómákat, melyekről aztán megállapítjuk, hogy nem mondanak ellent a mechanika alaptörvényeinek. A félév első felében szilárdtestek és folyadékok mechanikai tulajdonságaival foglalkozunk. Szó lesz a rugalmas alakváltozásról, a felületi feszültségről, áramlásokról és az anyagokban terjedő hullámok leírásáról. A félév második felében a termodinamika alapjaival ismerkedünk meg. Ez a klasszikus fizika azon ága mely olyan jelenségekre fókuszál, ahol a hőmérséklet fontos szerepet játszik. Szó lesz a fajhő fogalmáról, fázisátalakulásokról és pl. arról, hogyan építhetünk hűtőgépet.

Oktatók: [Ispánovity Péter Dusan \(ispanovity@metal.elte.hu, ispanovity.web.elte.hu, 4.73\)](mailto:ispanovity@metal.elte.hu)
[Tüzes Dániel \(tuzes@metal.elte.hu, 4.71\)](mailto:tuzes@metal.elte.hu)
[Boldizsár Bálint \(bolbalaa@caesar.elte.hu\)](mailto:boldizsar@caesar.elte.hu)
Gyakorlatvezető: [Tüzes Dániel \(tuzes@metal.elte.hu, 4.71\)](mailto:tuzes@metal.elte.hu)

A tantárgy honlapja: ispanovity.web.elte.hu/teaching/2019_2020/hotan/

A gyakorlat honlapja: metal.elte.hu/~tuzes/oktatas/index.html#folytkoz_19_20

GYAKORLAT

A fizika megértése akkor teljes, ha az elméleti eredményeket a gyakorlatban is tudjátok alkalmazni. Ennek érdekében a gyakorlatokon olyan fizika feladatokat oldunk meg, ami segíti a fizikai fogalmak és a levezetett tételek megértését. A gyakorlat látogatása kötelező, amennyiben valaki 3-nál több alkalommal hiányzik, az nem kaphat jegyet a félév végén. A gyakorlat látogatását a gyakorlatvezető naplóban vezeti.

Gyakorlati pontszám. A félév során összesen 50 pontot és 5 bónuszpontot lehet szerezni az alábbi módokon

Zárthelyi dolgozat:	2 × 15 pont
Beadandó feladatsorok:	20 pont
A feladatsorok megoldásának külalakja:	5 bónuszpont

Beadandó feladatsor. A félév során kb. 10 alkalommal (azaz majdnem minden héten) meg kell oldani és be kell adni egy beadandó házi feladatsort. A feladatok mindenkinek ugyanazok lesznek, ezért akár közösen is lehet dolgozni a megoldásokon. A beadott dolgozatnak azonban a hallgató megértését tükröző egyéni munkának kell lennie, azaz a másolás nem megengedett és a leírtak minden részletét a hallgatónak értenie kell. A beadott dolgozat kézírással kell, hogy készüljön. Az eredmények letisztult, logikus prezentálását, az igényes írásképet és a logikus, szép ábrákat bónuszpontokkal jutalmazzuk.

A feladatsorokat a gyakorlaton osztjuk ki (és a gyakorlat honlapjára is felkerülnek), beadásukra minden esetben egy hét áll majd rendelkezésre. A beadott dolgozatokat nem minden héten, hanem kb. 2-4 véletlenszerűen kiválasztott alkalommal javítjuk ki. A javításra nem került dolgozatok is beleszámítanak a végső pontba, de csak kis súllyal. Az elmulasztott beadás nem pótolható, a megszerzett pontszám később nem javítható. A beadott dolgozaton (lehetőleg a jobb felső sarokban) szerepelnie kell a hallgató neptun-kódjának. Mivel a kijavításra kerülő dolgozatok száma előre nem ismert, ezért a dolgozatok értékelésekor %-os eredményeket adunk, a félév végén ezek fognak max. 20 pontos pontszámra és max. 5 pontos bónuszpontszámra konvertálódni.

Zárthelyi dolgozat (ZH). A félév során két zárthelyi dolgozatot kell megírni, ezekre a gyakorlaton fog sor kerülni. A ZH néhány olyan jellegű feladatból fog állni, melyek a gyakorlatokon szerepeltek. Mindkét ZH esetében *min. 5-5 pontot kell elérnetek* ahhoz, hogy jegyet kaphassatok a félév végén. Amennyiben (i) valaki nem írta meg valamelyik vagy mindkét ZH-t, (ii) nem érte el a minimum pontszámot valamelyik vagy mindkét ZH-n vagy (iii) nem elégedett a megszerzett pontszámmal, akkor a vizsgaidőszak első hetében lehetőség van a javításra. Itt egy új feladatsort kell megoldani mely lefedi a teljes tananyagot és max. 30 pontot lehet szerezni rajta. A jegyszerzés feltétele a min. 10 pont elérése. A kapott pontszám mindkét korábbi ZH eredményét felülírja.

Feladatgyűjtemény:

- Elméleti fizika példatár 1 és 2 (lila és zöld)

ELŐADÁS

Az előadáson közérthető módon mutatjuk be a folytonos közegek mechanikájának és a hőtannak a legfontosabb fogalmait és jelenségeit, a legtöbb esetben demonstrációs kísérletekkel kiegészítve. Az előadás látogatása és a hallottak jegyzetelése a tapasztalatok szerint nagyban segíti tanulást valamint a jó gyakorlati és vizsgajegyek megszerzését. Éppen ezért feltétlenül javasoljuk, hogy járjatok be az előadásra, és heti rendszerességgel otthon is nézzétek át a tanult anyagot és vessétek össze a tankönyv vonatkozó fejezeteivel. Az előadásokon ellenőrző tesztkérdések alapján bónuszpontokat lehet szerezni.

Szóbeli vizsga. A szóbeli vizsgán először egy rövid írásbeli beugrót kell teljesíteni, mely az egész éves anyaggal kapcsolatban fog tartalmazni néhány definícióval vagy tétellel kapcsolatos kérdést. Ezt követően, amennyiben legalább a kérdések 2/3-ára helyes a megfejtés, az előadás anyagát lefedő, a honlapon elérhető tételsor alapján kell mindenkinek beszámolnia a megszerzett ismereteiről. A vizsgán a feleletre egy jegyet lehet szerezni, az elégséges 20 pontot ér; a jeles 50 pontot. A jegyszerzés feltétele a min. 20 pont megszerzése.

Jegyzetírás. A végső pontszámhoz további bónuszpont szerezhető az egyik termodinamika témakör Latex-ben történő lejegyzetelésével. Ennek részleteivel kapcsolatban Tüzes Dániel ad felvilágosítást.

Értékelés. A végső pontszám az alábbiak szerint alakul ki

Gyakorlaton szerzett pontszám fele:	max. 50 pont + bónuszpontok
Szóbeli vizsga:	max. 50 pont
Jegyzetírás:	max. 10 bónuszpont
Órai munka:	további bónuszpontok

Ponthatárok	85-100+	jeles(5)
	70-84	jó (4)
	60-69	közepes(3)

50-59	elégséges (2)
0-49	elégtelen (1)

Utóvizsga. Aki nem teljesíti a félév során a jegyszerzés feltételeit, annak utóvizsgáznia kell. Az UV-n, amennyiben a gyakorlat feltételei nem teljesültek, úgy a vizsga részét képezi egy UV feladatsor írásbeli megoldása is. Ezt követően pedig szóbeli vizsgát kell tenni.

Tankönyv: Tasnádi Péter, Skrapits Lajos, Bérces György, Litz József: Mechanika II. és Hőtan

TEMATIKA

1. Egyszerű deformációk

Nyújtás; Haránt összehúzódás; Térfogati összenyomás; Nyírás;

2. Deformációs tenzor

Deformációs állapot általános jellemzése; Elmozdulástér; Disztorzió szimmetrikus és antiszimmetrikus részének jelentése; Deformációs tenzor bevezetése és tulajdonságai

3. Feszültség tenzor

Feszültség tenzor értelmezése; Kontinuum mozgásegyenletének levezetése

4. Izotrop közegek rugalmas tulajdonságai

Energiasűrűség; Általánosított Hooke-törvény; Lamé-állandók; Összefüggések a rugalmas állandók között

5. Speciális deformációk

Csavarás; Lehajlás; Hajlítási nyomaték; Kihajlás; Maradandó alakváltozás diszlokáció mechanizmussal

6. Hidrosztatika

Hidrosztatikai nyomás; Pascal-törvény; Arkhimédész törvény; Forgó folyadék felszíne; Barometrikus magasságformula

7. Molekuláris erők

Felületi feszültség; A görbületi nyomás; Kapilláris jelenségek;

8. Ideális folyadékok áramlása

Az áramlások leírása; Kontinuitási egyenlet; Bernoulli-törvény; Magnus-effektus;

9. Sűrűdő folyadékok áramlása

A feszültségtenzor alakja; Áramlás csőben

10. Hang terjedése gázban

Hullámegyenlet

11. Rugalmas hullámok terjedése

12. A termodinamika alapfogalmai

A termodinamika tárgya; Hőmérsékletmérés: skálák, feltevések; Ideális gáz: Boyle-Mariotte és Gay-Lussac kísérletei és törvényei, állapotegyenlet; Kelvin-skála; Termodinamikai rendszer fogalma; Egyszerű rendszerek; Állapotjelzők és osztályozásuk; Termodinamikai egyensúly és 0. főtétel

13. Anyagi tulajdonságok

Hőtágulás: lineáris és térfogati; Különleges viselkedésű anyagok; Kompresszibilitás; Feszültségi együttható; Hármasszabály; Összefüggés az anyagi paraméterek között; Ideális gáz anyagi tulajdonságai

14. Kinetikus gázelmélet

Feltevések; Ideális gáz állapotegyenletének származtatása; Hőmérséklet értelmezése; Ekvipartíció; Szabadsági fokok száma és hőmérsékletfüggése

15. Reális gázok

Feltevések; van der Waals állapotegyenlet levezetése; a és b paraméterek jelentése; Kritikus pont; Állapotegyenlet redukált alakja

16. A termodinamika I. főtétele

Hő fogalma és kialakulása; Munka és hő ekvivalenciája; Belső energia; Joule-kísérlet; I. főtétel; Energiamegmaradás elve; Kvázisztatikus ill. adiabatikus folyamatok; Ideális gáz és vdW-gáz belső energiája

17. Folyamatok és hőtani alappennyiségek

Fajhő; Hőkapacitás; Nyílt folyamatok ideális gázokkal: izoterm, izochor, adiabatikus, politrop folyamatok; Robert-Mayer-egyenlet

18. I. főtétel alkalmazásai

Gay-Lussac-kísérlet ideális és vdW-gázzal; Joule-Thomson kísérlet; Entalpia fogalma; JT-együttható; Inverziós hőmérséklet

19. A termodinamika II. főtétele

Reverzibilis/irreverzibilis folyamatok; Kvázisztatikusság és reverzibilitás kapcsolata; Példák reverzibilis folyamatokra; II. főtétel: Clausius és Kelvin-Planck-féle megfogalmazás

20. Carnot-féle körfolyamat

Carnot-körfolyamat fogalma; Hatásfok ideális gáz esetén; Hűtőgép és hőszivattyú hatásfoka; Termodinamikai hőmérsékleti skála; Carnot-körfolyamat speciális tulajdonságai; Kelvin-Planck-gép és Clausius-gép ekvivalenciája; Stirling-motor és hatásfoka

21. Entrópia

Redukált hő körfolyamatokra; Entrópia bevezetése; Entrópia viselkedése hőmérséklet-kiegyenlítődéskor és a Gay-Lussac-kísérlet során; Irreverzibilitás mikroszkopikus értelmezése; Fluktuációk; Entrópia mikroszkopikus definíciója; I. és II. főtétel egyesített alakja

22. Ideális gáz entrópiája

Fázisátmenet fogalma; Konfigurációs entrópia; Termikus entrópia; Állapotegyenlet származtatása;

Ergodicitás; Heisenberg-féle határozatlansági reláció szerepe; Entrópia extenzivitása; Ideális gáz $U(S,V,n)$ függvénye

23. Termodinamikai potenciálok

Kémiai potenciál; Termodinamikai potenciál és fundamentális egyenlet fogalma; Legendre-transzformáció; Termodinamikai potenciálok: szabadenergia, entalpia, szabadentalpia, nagykanonikus potenciál; A potenciálokra vonatkozó differenciális egyenletek

24. II. főtétel következményei

Maxwell-relációk és alkalmazásuk a JT-folyamat és a RM-egyenlet esetén; Euler-összefüggés; Gibbs-Duhem-reláció

25. Összetett rendszerek egyensúlya

Zárt rendszerek: hő- és térfogatcsere; Belső változó fogalma; Egyensúly feltétele; Energia reprezentáció; Kapcsolat hőtartállyal; Állandó nyomás ill. állandó nyomás és hőmérséklet esete

26. Oldhatóság

Oldódás mikroszkopikus modellje állandó T és p esetén; Mikroállapotok száma; Keveredési entrópia; Egyensúly feltétele; Oldhatósági határ; Fázisdiagram

27. Kanonikus sokaság

Maxwell-Boltzmann-eloszlás levezetése és értelmezése; Boltzmann-faktor levezetése; Állapotösszeg fogalma; Mikrokanonikus és kanonikus sokaság fogalma

28. Egykomponensű rendszer egyensúlya

Egyensúlyi állapot meghatározása; Mérlegszabály; Több változó esete; Stabilitási feltételek

29. Fázisátalakulások

Van der Waals-gáz viselkedése T_c alatt; Kémiai potenciál meghatározása; Maxwell-szerkesztés; Elsőrendű fázisátalakulások; CO_2 és víz fázisdiagramja; Látens hő; Clausius-Clapeyron-egyenlet; Másodrendű fázisátalakulások; Kritikus opaleszcencia

IDŐPONTOK

1. zárthelyi:	2020. 03. 19.
2. zárthelyi:	2020. 05. 14.
Javító- ill. PótZH:	2020. 05. 21, 10:00

Örömteli 😊 félét kívánnak az előadók: Ispánovity Péter Dusán, Tüzes Dániel és Boldizsár Bálint