



Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem
Vegyészmérnöki Kar

Környezetmérnöki alapszak
Nappali képzés
Kötelező tantárgy

TANTÁRGY ADATLAP

és tantárgykövetelmények

2005. ápr. 11.

Tantárgycím: Fizika K1A

2.	Tantárgy kódja	Szemeszter	Követelmény	Kredit	Nyelv	Tárgyfélév
	BMETE14AX00	1.	3+0+1 v	4	magyar	1/1

3. A tantárgyfelelős személy és tanszék:

Dr. Wittmann Mária egy. docens, Kémiai Fizika Tanszék

4. A tantárgy előadója:

Név:	Beosztás:	Tanszék, Int.:
Wittmann Mária	docens	Kémiai Fizikai Tsz., Fizikai Intézet

5. A tantárgy az alábbi témakörök ismeretére épít:

középiskolai fizika és matematika

6. Kötelező/ajánlott előtanulmányi rend: nincs

Tematikaütközés miatt a tantárgyat csak azok vehetik fel, akik korábban nem hallgatták a következő tantárgyakat:

Neptun-kód Cím: - -

7. A tantárgy célkitűzése:

A fizikai, közelebbről a mechanikai és termodinamikai alapjelenségek és alaptörvények rendszeres, a belső összefüggéseket feltáró tárgyalásával a hallgatók fizikai világképének megalapozása, továbbá a felsorolt fizikai tudományágaknak más tudományokkal és a technikával való összefüggésének, a gyakorlatban való alkalmazhatóságának bemutatása. A tárgy fontos szerepet játszik a hallgatók problémafelvetési, modellalkotási és problémamegoldási készségének fejlesztésében, a modellek érvényességi határainak tudatosításában.

A labormérések célja egyrészt a hallgatók megismertetése a mérés technika alapjaival és mérések kiértékelési módszereivel, másrészt az elméleti anyag megalapozása ill. szemléltetése a legfontosabb klasszikus fizikai témakörökhöz kapcsolódó egyes kísérletek és mérések elvégzésével.

8. A tantárgy részletes tematikája:

Az előadások anyaga:

1. hét:

Áttekintés, követelmények ismertetése. Egy szemléltető példa a kinematika alkalmazására: a napfogyatkozás modellje. Általános csillagászati ismeretek összefoglalása: Univerzum, Tejút, Naprendszer, Föld, Hold. A Föld forgása, keringése, földrajzi fokok. A Big Bang elmélet, vöröseltolódás, táguló Univerzum.

Bevezetés a fizikába. A fizika tárgya, módszerei, fizikai mennyiségek, törvények. Modellek a fizikában, a fizikai elmélet szerkezete. Felosztás különböző szempontok szerint. SI rendszer. Alapmennyiségek, prefixumok. Síkszög, térszög.

2. hét:

A mechanika tárgya, felosztása, legfontosabb modelljei: a tömegpont, pontrendszer, merev test, fluidum.

Tömegpont kinematikája

A tömegpont-modell jelentősége, alkalmazhatósága.

Tömegpont mozgásának leírása, helyvektor. Kinematikai alapfogalmak: koordináta-rendszer, vonatkoztatási rendszer, pálya, út, elmozdulás. Elemi út, elemi elmozdulás. Sebességvektor, gyorsulásvektor. Időfüggő mennyiség átlaga, megváltozása, változási sebessége, átlagsebessége. Az idő szerinti differenciálás és integrálás grafikus bevezetése, szemléltetése: irántangens, görbe alatti terület. Összeg, szorzat és hatvány differenciálása.

3. hét:

A helyvektor, a sebességvektor és a gyorsulásvektor iránya, nagysága. Descartes-koordináta-rendszer. Simuló kör. A gyorsulás tangenciális és centripetális komponense. Egyenesvonalú mozgás, egyenletes mozgás. Síkbeli polárkoordináta-rendszer. Körmozgás, egyenletes körmozgás. A harmonikus rezgőmozgás mint a körmozgás vetülete.

4. hét:

Tömegpont dinamikájának alapjai

A mechanika axiómái. Inerciarendszer. A tömeg és a súly. Súlytalanság. Erő, erőtér. Erőtörvények: lineáris rugalmas erőtörvény, súrlódás, közegellenállás, földi nehézségi erőtér, általános tömegvonzás. Mozgásegyenlet. Kezdeti feltételek. Kényszerfeltételek, kényszererők: felület, kötél, csiga. Mozgó vonatkoztatási rendszerek: tehetetlenségi erők, transzlációs és centrifugális erő.

5. hét:

Kiterjedt testek modelljei: pontrendszer, kontinuum. Sűrűség, átlagsűrűség. Tömegközéppont. Külső és belső erők.

Impulzus és impulzusmomentum

Impulzus (lendület). Impulzustétel és alkalmazásai. Tömegközéppont tétele. Impulzus-megmaradási tétel. Rakéta elve. Vektor momentuma, vektoriális szorzat. Impulzusmomentum (perdület). Forgatónyomaték. Impulzusmomentum tétele és impulzusmomentum megmaradási tétele. Centrális erőtér.

6. hét:

Munka, teljesítmény, energia

Munka, teljesítmény. Kinetikus (mozgási) energia és a kinetikus energia tétele (munkatétel). Konzervatív erőtér, potenciális (helyzeti) energia. Skalártér, vektortér, szintfelületek, vektorvonalak, gradiens. A mechanikai energia megmaradásának tétele. A konzervatív erőtér által végzett munka tulajdonságai. Disszipatív erők, a mechanikai energia csökkenése.

7. hét:

Példák, alkalmazások

Mozgás homogén erőtérben: hajítások. Szabadesés súrlódással.

Bolygómozgás, Kepler törvényei. Kozmikus sebességek, műholdak, szinkron műhold.
Harmonikus rezgőmozgás, csillapított rezgés, gerjesztett rezgés, rezonancia.

8. hét:

Merev testek

Tehetetlenségi nyomaték és függése a vonatkoztatási tengelytől.

Transzláció, rotáció. Rögzített tengely körül forgó merev test. Analógia a haladó és a forgó mozgás között: "szótár".

Ingák: torziós inga, fizikai inga, fonálinga, síkinga, kúpinga.

Deformálható szilárd testek

Rugalmas testek. Egyszerű nyújtás, egyszerű nyírás, izotróp rugalmas testek anyagjellemzői. Szilárd testek feszültség-deformáció diagramja.

9. hét:

Folyadékok és gázok mechanikája

A fluidum fogalma, ideális és viszkózus fluidum. Inkompresszibilis fluidum. Fluidumok sztatikája, a nyomás helyfüggése nehézségi erőterben: hidrosztatikai nyomás, barometrikus formula. Sztatikai felhajtóerő, Arkhimédész törvénye, úszás.

Fluidumok áramlása

Áramvonalak. Leírás álló és együttmozgó rendszerben. Pontfüggvények és halmazfüggvények. Extenzív mennyiségek, sűrűség, fajlagos érték. Az általános mérlegegyenlet: áramerősség, áramsűrűség. Vektortér fluxusa. Konvektív áram.

Kompresszibilitás.

10. hét:

Áramlási cső, áramfonal. A tömegmérleg áramlási csőben. A kinetikus energia tételének alkalmazása áramlási csőre. A Bernoulli-törvény és alkalmazásai.

Viszkózitás. Viszkózus folyadék áramlása hengeres csőben. Turbulencia. Közegellenállás, dinamikai felhajtóerő.

Termodinamika

Alapfogalmak: állapotváltozók, állapotegyenletek, szabadsági fok. Fázisszabály. Empirikus hőmérséklet. Hőtágulás. Kölcsönhatás, termikus folyamat, termikus egyensúly, körfolyamat. Nulladik főtétel. Hőmérséklet mérése.

11. hét:

Folyamatfüggvények: munka és hő. Térfogati munka. Belső energia. A termodinamika első főtétele. Hőkapacitás, fajhő. Az ideális gáz állapotegyenletei. Kvázisztatikus, reverzibilis és irreverzibilis folyamatok. Hőerőgép, hűtőgép, hőszivattyú. Hatásfok. A termodinamika második főtétele. Termodinamikai hőmérséklet. Entrópia. Az entrópia növekedésének tétele. Entrópiatermelés. Exergia.

12. hét:

Extenzív és intenzív változók. Gibbs-reláció. Termodinamikai potenciálok: belső energia, szabad energia, entalpia, szabad entalpia.

Termodinamikai erők, áramok, lineáris vezetési törvények. Hőtranszport: vezetés, áramlás, sugárzás.

13. hét:

A statisztikus fizika alapjai

Fázistér, fázisfüggvény. Sokaságok, időátlag és sokaság fölötti átlag. Szórás. Mikroállapot és makroállapot. Makroállapot statisztikus súlya (termodinamikai valószínűség), Boltzmann-formula. Klasszikus ideális gáz: az ekvipartíció tétele, Boltzmann-faktor, Maxwell-Boltzmann sebességeloszlás. Betöltési szám. Bose-Einstein és Fermi-Dirac statisztika.

Szupravezetés, szuperfolyékonyság.

14. hét:

A hőmérsékleti sugárzás

Az elektromágneses sugárzás spektruma. Emisszió, reflexió, abszorpció, transzmisszió. Fekete test. Kirchhoff törvénye. A fekete test sugárzásának főbb jellemzői: az eloszlás kvalitatív alakja, Stefan-Boltzmann-törvény, Wien-törvény. Sugárzásos hőátadás.

Minimális követelmény (belépő kérdések a vizsgán)

Megjegyzés: a feltétlenül szükséges általános iskolai és középiskolai előismereteket természetesen nem tudjuk pontosan megadni, de tájékoztatásul az interneten ismertetünk egy válogatást ezekből az előismeretekből, amit a vizsgatapasztalatok alapján állítunk össze és évente frissítünk.

1. Helyzetmegadás a Földön: földrajzi fokok, sarkok, Egyenlítő. Adatok: a Föld kerülete, sugara, a holdpálya és földpálya sugara, a Föld és a Hold forgási és keringési ideje. Sebességadatok: a fény sebessége vákuumban, a hang sebessége levegőben, a három kozmikus sebesség. Sűrűségadatok: víz, jég, levegő, higany, vas.
2. Az SI alapegységei. A mól, a radián és a szteradian egységek definíciója. Gyakran használt prefixumok (piko, nano, mikro, milli, centi, deci, deka, hekto, kilo, mega, giga) jelentése.
3. A Descartes-féle és a síkbeli polár-koordináta-rendszer. A helyvektor és a sebességvektor koordinátái ezekben.
4. Helyvektor, pálya, út, elmozdulás. Elemi elmozdulás nagysága, iránya.
5. Sebességvektor. Nagysága, iránya. Átlagsebesség.
6. Gyorsulásvektor. A gyorsulás tangenciális és centripetális komponense.
7. Vonatkoztatási rendszer és koordináta-rendszer. Inerciarendszer. Inerciarendszerek családja. Hogyan módosul a mozgásegyenlet nem inerciarendszerekben? Transzlációs tehetetlenségi erő. Centrifugális erő.
8. A mechanika axiómái. Erő, tömeg, erőtvény, erőter, mozgásegyenlet.
9. Időbeli változás, változási sebesség, átlag, átlagos változási sebesség.
10. Sűrűség, átlagsűrűség. Tömegközéppont. A tömegközéppont helye egyszerűbb esetekben: egy pont, két pont, homogén háromszög, szimmetrikus test. A tömegközéppont tétele.
11. Impulzus. Kiterjedt test impulzusa. Impulzustétel, impulzus megmaradási tétele.
12. Vektorműveletek: összeadás, kivonás, skalárral szorzás, skaláris és vektoriális szorzat. Elemi felület vektora. Vektortér vonalintegrálja, felületi integrálja. Skalártér szemléltetése: szintfelületek. Vektortér szemléltetése: vektorvonalak. Vektortér fluxusa.
13. Erőkar. Forgatónyomaték. Impulzusmomentum. Impulzusmomentum tétele. Centrális erőter. Impulzusmomentum megmaradási tétele.
14. Munka. Teljesítmény, átlagteljesítmény. Kinetikus energia. Forgási kinetikus energia. A kinetikus energia tétele. Konzervatív erőter és potenciális energia. A mechanikai energia megmaradásának tétele. Potenciális energia speciális erőkre: homogén erőter, földi nehézségi erőter, $1/r^2$ -es erőtvény, lineáris rugalmas erő. Ekvipotenciális felületek, erővonalak.
15. Hajítások. Pálya. A hely-, sebesség- és a gyorsulásvektor komponenseinek időfüggése, és ezek grafikonja.
16. A gravitációs erőtvény. A g függése a magasságtól. Kepler törvényei. Centrális erőter.
17. Rugóerő. Harmonikus rezgés: mozgásegyenlet, általános megoldás, amplitúdó, periódus, frekvencia, körfrekvencia, fázis, kezdőfázis. A csillapódó rezgés kitérésének időfüggése (képlet és grafikon). A rezonancia-görbe.
18. Kényszerek: felület, kötél. Kényszererők iránya.
19. Merev test fogalma, szabadsági foka. Transzláció, rotáció. Tehetlenségi nyomaték. Erőpár és forgatónyomaték. Merev test szögsebessége, szöggyorsulása. Egyenértékű erőrendszer. Erő eltolhatósága. Síkbeli és párhuzamos erők összegezése. Súlyerő támadáspontja.

20. Feszültség, nyomás. Húzó- és nyírófeszültség. Lineáris, rugalmas, izotróp test egyszerű nyújtása, nyírása.
21. Extenzív mennyiség. Sűrűség, fajlagos érték. Áramerősség, áramsűrűség. Produkció, produkciósűrűség. Mérlegegyenlet. Megmaradó mennyiség: produkció zérus.
22. A nyomás helyfüggése inkompresszibilis fluidumban nehézségi erőterben. Barometrikus magasságformula. Hidrosztatikai felhajtóerő. Az úszás feltétele.
23. Áramlástani fogalmak: áramvonal, áramlási cső, áramfonal, stacionárius, inkompresszibilis, lamináris, turbulens, ideális és viszkózus. A nyomás változása áramló ideális fluidumban (Bernoulli-törvény).
24. Viskozitás, turbulencia, közegellenállás, dinamikai felhajtóerő.
25. Az ideális gáz állapotegyenlete. Hőkapacitás, fajhő. Hőtágulás. Hőmérők. Hőmérsékleti koeficiens.
26. Adiabatikus fal, diatermikus fal. Az első főtétel. Perpetuum mobile.
27. Másodfajú perpetuum mobile. A hőerőgép, hűtőgép és a hőszivattyú modellje. A II. főtétel. A hőerőgép hatásfoka és a termodinamikai hőmérséklet. Termodinamikai entrópia.
28. A MB, BE, FD statisztikák sajátosságai. A Boltzmann-faktor. A sebességeloszlás grafikonja. Makroállapot valószínűsége.
29. Emisszió és abszorpció arányossága (sugárzási Kirchhoff-törvény). Az emisszió hőmérsékletfüggése (Stefan-Boltzmann-törvény). A fekete test fogalma. A fekete test sugárzásának spektrális eloszlásának grafikonja. Az eltolódási (Wien) törvény.

Emelt szintű képzés

Megjegyzés: ezt az anyagot az előadásban csak vázlatosan, röviden érintjük. Az emelt szintű vizsgához a felkészülést az interneten közzétett anyag illetve konzultáció segíti.

Galilei transzformáció és a Galilei-féle relativitás.

Általános koordináták, koordinátatranszformációk.

Tehetetlenségi erők levezetése síkmozgásnál, síkbeli polárkoordinátarendszerben.

A rakéta mozgásegyenlete.

Szubsztanciális mérlegegyenlet.

Makroállapotok statisztikus súlyának kiszámítása a három (MB, BE, FD) statisztikában.

Szupravezetés, szuperfolyékonyság.

A laboratóriumi gyakorlat egy szemeszter során 7 alkalommal, alkalmanként 2 órás gyakorlat formájában kerül megtartásra.

1. Bevezető előadás: munkavédelmi szabályok, a laboratóriumi gyakorlatokhoz szükséges alapismeretek. Metrológiai alapismeretek: méréssorozat kiértékelése, lineáris regresszió.

2. – 6. Mérések. (A mérőcsoportok az egyes méréseket egymás után csinálják végig.)

- Mechanika. Harmonikus rezgés, csillapított és gerjesztett rezgés tanulmányozása; a fázistér és a trajektóriák bemutatása.
- Optika. Geometriai optika: lencsék, tükrök fókusz távolságának meghatározása, prizma. Fizikai optika: fényelhajlás rácson, He-Ne lézer hullámhosszának meghatározása. Polarizáció bemutatása.
- Hőmérsékletmérés. Ellenálláshőmérő tehetetlensége, termoelem érzékenységének meghatározása.
- Egyenáram. Soros és potenciometrikus áramkörszabályozás, a kompenzációs feszültségmérés elve, elektromotoros erő és kapcsolófeszültség mérése állandó áramú kompenzátorral.
- Váltóáram. Soros rezgőkör; jelalak-vizsgálat oszcilloszkóppal.

7. Zárthelyi

Minimális követelmények a laborgyakorlatnál:

A mérések elvárható gondosságú elvégzése, a jegyzőkönyvek elkészítése.

Minimális követelmény a labor zh anyagához:

- metrológia: konfidencia-intervallum, lineáris regresszió;
- mechanika: harmonikus rezgés képlete, grafikonja, jellemzői;
- optika: képalkotás lencsén, tükrön (szerkesztés és számolás);
- hőmérsékletmérés: hőátadási törvény; hőmérők (higanyos hőmérő, termoelem, ellenálláshőmérő) mérési elve;
- egyenáram: hálózatszámítás, Kirchhoff-törvények, teljesítmény;
- váltóáram: időfüggések, effektív érték, komplex impedancia, abszolút érték és fázis, tekercs, ohmos ellenállás és kondenzátor impedanciája.

9. A tantárgy oktatásának módja:

előadás, laboratóriumi gyakorlat, konzultáció

10. Követelmények

a. A szorgalmi időszakban:

A laborgyakorlat elvégzése, azaz

- az 5 mérés elvégzése; a jelenlétet minden alkalommal ellenőrizzük, maximum két igazolt hiányzás esetén pótmérési alkalmat biztosítunk; kettőnél több hiányzás esetén a félévi jegy elégtelen;

- jegyzőkönyv elkészítése minden mérésről önállóan (otthoni munka);

- minden mérésre külön osztályzatot kapnak a hallgatók; a mérés megismétlésére, az osztályzat javítására lehetőség nincsen;

- zárthelyi a félév végén a mérésekhez kapcsolódó anyagból.

A laboratóriumi gyakorlatok alapján egy laborpontot adunk. Ezt 50 %-ban az 5 mérésre kapott 5 osztályzat átlaga, 50 %-ban a zárthelyire kapott osztályzat adja. Eredményes a labor, ha a laborpont eléri a kettest. Ha a mérésjegyek átlaga nem éri el a kettest, akkor a laborpont egyes (függetlenül a zh eredményétől), javítására nincs lehetőség, a tárgyat újra fel kell venni.

Az előadásokon a jelenlét ajánlott, de nem kötelező, a jelenlétet nem ellenőrizzük.

Az aláírás feltétele: a laborpont eléri a kettest.

- b. A vizsgaidőszakban: szóbeli vizsga. A vizsgatételeket, a belépő kérdéseket, válogatást a feltétlenül szükséges előismereti kérdésekből, valamint az emelt szintű képzés anyagát interneten közzétesszük.

A félévi jegy kialakítása:

Eredményes labor és a minimális vizsgakövetelmények teljesítése esetén a laborpont 25 %-os, a vizsgán mutatott tudás 75 %-os súllyal számít a félévi jegybe.

11. Pótlási lehetőségek:

Egyes előadásoktól távolmaradóknak is ajánlatos az előadással lépést tartani, ehhez biztosítunk az interneten hozzáférhető segédanyagokat, továbbá kívánságra konzultációs lehetőséget.

A laborgyakorlat teljesítéséhez mind az 5 mérést el kell végezni és a félév végi zárthelyit meg kell írni. A félév során két alkalommal biztosítunk pótmérési lehetőséget azok számára, akik igazoltan hiányoztak mérésről és a zárthelyihez egy alkalommal pótzárthelyit íratunk.

12. Konzultációs lehetőségek:

Minden héten tartunk rendszeres konzultációt, amelynek idejét és helyét az előadáson kihirdetjük. Ezen kívül, ha igény mutatkozik, más időpontban is lehetőség van konzultációra – az oktatókkal egyeztetett időpontban.

13. Jegyzet, tankönyv, felhasználható irodalom:

Farkas H. – Wittmann M.: Fizikai alapismeretek, Műegyetemi Kiadó, 60947

(Megjegyzés: ez tartalmazza azt a középiskolás fizika anyagot, amelyre az előadás épít.)

Farkas H. – Wittmann M.: Vektorszámítás (összefoglaló).

(Megjegyzés: ez tartalmazza az előadásban felhasznált ismereteket a vektoralgebrából és a vektoranalízisből.)

Farkas H. – Wittmann M.: Mechanika, készülő jegyzet.

Farkas H. – Wittmann M. (Verhás J. előadásai alapján): Fizika II. Műegyetemi Kiadó, 05018, Hőtan fejezet.

Ajánlott egyéb irodalom:

Linkek interneten elérhető egyéb anyagokhoz.

Előadások vázlata.

Ajánlott tankönyv:

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I., Tankönyvkiadó

A laborgyakorlathoz:

Fizika laboratóriumi gyakorlatok környezetmérnököknek (interneten elérhető)

ill. ajánlott irodalom a laborhoz:

Hild Erzsébet – Wittmann Marian: Fizika laboratóriumi gyakorlatok (Műegyetemi Kiadó, 05054)

14. A tantárgy elvégzéséhez szükséges tanulmányi munka:

Heti 3 óra előadás, az előzetes ismeretektől függően heti 0-2 órás felkészülés, vizsgaidőszakban 20-48 óra felkészülés.

A laborhoz felkészülés az egyes mérésekre 1-1 óra, egy-egy méréshez kapcsolódó jegyzőkönyv elkészítése 1-1 óra; felkészülés a zárhelyire 6 óra.

15. A tantárgy tematikáját kidolgozta:

Név:	Beosztás:	Tanszék, Int.:
Farkas Henrik	docens	Kémiai Fizika Tsz., Fizikai Intézet
Wittmann Mária	docens	Kémiai Fizika Tsz., Fizikai Intézet