

A FIZIKATANÍTÁS ÚTKERESÉSE BAJORORSZÁGBAN

WAY-SEARCHING OF THE PHYSICS-EDUCATION IN BAVARIA

Balogh Vilmos Szilárd

Maristen-Gymnasium Furth

Hochschule Regensburg (University of Applied Sciences), Fakultät für Mathematik und Informatik

Universität der Bundeswehr München (University of The Federal Armed Forces Munich), Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik, Institut für Thermodynamik

ÖSSZEFOGLALÁS

A kilencvenes évek politikai és társadalmi változásai a német oktatásügyben is érzékelhetőek. Az új követelmények irányelveit tantárgyakra lebontva az önálló kultúrpolitikát folytató tartományok oktatásért felelős minisztereinek konferenciája (Kultusministerkonferenz – KMK) az ún. képzési standardokban (Bildungsstandard – BS), valamint az érettségi vizsgákra vonatkozó egységes követelményekben (Einheitliche Prüfungsanforderungen – EPA) fogalmazta meg. Ennek a gyakorlatba való bajor átültetést mutatja be az alábbi írás.

ABSTRACT

The political and social changes of the last two decades induced a new approach in the German Physics-Education. The new ideas are formulated by the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the Länder (countries) in the Federal Republic of Germany (abbr.: Kultusministerkonferenz - KMK). Two documents are presented: the building-standards (Bildungsstandards – BS) and the united school-leaving-exam-standards (EPA) for physics-education. The praxis is concretized by the Bavarian Physics-Education (Physics-Syllabus).

KULCSSZAVAK/KEYWORDS

Fizika-tanítás – Bajorország – Fizika-tanterv

Physics-Education – Bavaria – Physics-Syllabus

1. ÚJ KIHÍVÁSOK ÉS ÚTMUTATÁSOK: BS ÉS EPA

Az utóbbi két évtized jelentős politikai és társadalmi változásokat hozott Németország számára. Elegendő csak az 1990-es újraegyesítésre gondolni, vagy a 2004-es nagy mértékű EU-bővítésre. Az előbbi folyamat arra ösztönözte a kulturális önállóságukra rendkívül gondosan ügyelő tartományokat, hogy egységesebb tanulmányi követelményrendszer kialakítására törekedjenek. Utóbbival pedig, főként az ún. Bologna-folyamat keretében, a tanárképzés területén is szembesülniük kell az egyes tartományoknak. Először röviden bemutatjuk azt a két dokumentumot, amelyet a tartományi oktatási miniszterek konferenciája (röv. Kultusministerkonferenz – a továbbiakban KMK) a fizika oktatásában egységes irányelvként fogadott el.

A tartományi sajátosságok mellett is közös jegye a német oktatási rendszernek, hogy a 10. osztály végére egyfajta „közepes iskolai végzettségre” (Mittlerer Schulabschluss) juthatnak el a tanulók. Az ehhez szükséges követelményeket a „Képzési Standardok” c. dokumentum (Bildungsstandards – rövidítve BS), valamint annak tantárgyakra lebontott változata foglalja magában [1]. A fizikára vonatkozó követelmények az alábbi táblázatnak megfelelően négy kompetenciaterületre osztva fogalmazódnak meg:

Szaktudás (Tartalom)	Fizikai jelenségek, fogalmak, elvek, tények, törvényszerűségek megismerése és az alapelképzésekhez való hozzárendelése
Ismeretszerzés	Kísérleti és más vizsgálati módszerek, valamint modellek alkalmazása
Kommunikáció	Tárgy- és szakszerű információk elemzése és cseréje
Értékelés	Különböző környezetben előforduló fizikai tényállások felismerése, rendszerezése és értékelése

A BS az itt felsorolt négy kompetenciaterület mindegyikét konkretizálja. Mi itt csak vázlatosan a szaktudásra (tartalmi követelmények), illetve az ismeretszerzésre vonatkozó megszerzendő kompetenciákra térünk ki.

Az általánosan tartományi szinten elkészített és tartományonként kötelező érvényű tantervek tartalmi jellemzőit a BS első kompetenciaterülete fedi le. Itt is csak rövid, táblázatos ismertetésre szorítkozunk:

Anyag	Halmazállapotok és változásuk A testek részecskékből állnak Anyagszerkezet	A testek alakja és térfogata Részecskemodell Brown-mozgás Atomok, molekulák, kristályok
Kölcsönhatás	Közvetlen Mező (tér) segítségével Sugárzás és anyag kölcsönhatása	Erőhatások, tehetlenségi törvény, kölcsönhatás törvénye, impulzus Elektromos, mágneses és gravitációs kölcsönhatás Visszaverődés, törés, teljes visszaverődés, színek, üvegházhatás, felmelegedés, ionizáló sugárzás.
Rendszer	Egyensúlyi rendszerek Áramlások és rezgések Áramlások fenntartása	Erő-, nyomás- és termikus egyensúly Nyomás-, hőmérséklet- ill. potenciálkülönbség által létrehozott áramlások Elektromos áramkör, termikus áramlások
Energia	Használható energia Energia-szállítás Energia megmaradása (2. főtétel)	Fosszilis tüzelőanyagok, szél- és napenergia, atomenergia Generátor, motor, transzformátor, hatásfok, entrópia, hővesztéség Akkumulátor, hőpumpa, hűtőszekrény Hővezetés, sugárzás

Érdemes felfigyelni arra, hogy a tananyag tartalmi felosztása nem a fizika klasszikus diszciplínáinak megfelelően történik. Ennek a szempontnak az elemzésére most nem vállalkozhatunk.

A BS második kompetenciaterületét (ismeretszerzés) egy ötlépcsős megismerési folyamatra bontás jellemzi:

Észlelés	Jelenség megfigyelése és leírása, a probléma felismerése, a meglévő tudásanyag „mozgósítása”
Rendezés	Ismert dolgokra való visszavezetés, besorolás, rendszerezés
Magyarázat	A valóság modellezése, hipotézis felállítása
Felülvizsgálat	Kísérlet, annak kiértékelés, a hipotézis kritikus reflexiója
Modellalkotás	Idealizálás, összefüggések leírása, általánosítás, elvonatkoztatás, fogalomalkotás, formalizálás, elmélet felállítása

A „kommunikáció” és „értékelés” kompetenciaterületek részletesebb ismertetésétől eltekintünk.

Az egyes német tartományokban letett érettségi különböző „helyi értékkel” rendelkezett. Míg – főként a keleti tartományokban – a 12. évfolyam után lehetett érettségit szerezni, addig – főként a nyugati tartományokban – a 13. évfolyam után; az érettségi lefolyásának rendje is meglehetősen eltér egymástól. Mára általánosnak látszik az a tendencia, hogy az érettségi a 12. évfolyammal legyen elérhető. Az érettségi követelmények tekintetében ismételten egy KMK megállapodás, az ún. *EPA* (Einheitliche Prüfungsanforderungen) a mértékadó [2]. A fizikára vonatkozó rész előszavában olvassuk:

„A fizika tantárgy jelentősége a fizika szaktudomány ismertetőjegyeiből adódik. A fizika

- *elmélet által vezérelt tapasztalati tudomány*
- *a természetet meghatározott aspektusok mellett szemléli (Aspektcharakter)*
- *a formalizálás és matematizálás magas fokával rendelkezik*
- *specifikus módszerkészlettel rendelkezik*
- *erős alkalmazási vonatkozásokkal és rendkívüli társadalmi jelentőséggel rendelkezik*
- *történelmi-dinamikus folyamat.*”

Természetesen az itt felsorolt ismertetőjegyek nem akarják a fizikát „definiálni”, pusztán utalnak azokra a jellegzetességekre, amelyek az érettségi követelményekben meg kell, hogy jelenjenek. A BS-ben már előkerült négy kompetencia-terület alapján fogalmazódnak meg ezek a követelmények. A szakismeretek (tartalom) tekintetében a strukturált fizikai tudás hangsúlyozása mellett az alapelvek ismeretére, a kísérlet funkciójára és az elmélet érvényességi területére, az ésszerű általánosítás képességére és rendszerezésre kerül hangsúly. Az elsajátítandó módszerekre vonatkozóan a *„jelölteknek tudniuk kell, hogy a fizika módszerét a megfigyelés, leírás, fogalom-alkotás, kísérlet, redukció, idealizálás, modellalkotás, matematizálás jellemzi; az érettségizők legyenek képesek a megfigyeléseket és kísérleteket*

információ szerzésére bevetni és az eredményeket az ismert modellek szerkezetébe besorolni; legyen saját tapasztalatuk a *kísérletezés módszereiről* (tervezés, végrehajtás, dokumentáció, kiértékelés, hiba, értékelés, modern mérési módszerek); legyen tapasztalatuk az *ismeretszerzés és a problémamegoldás stratégiáiról* (pl. megfigyelés, intuitív-spekulatív felfedezés, hipotézis megfogalmazása, induktív, deduktív eljárás, analóg átvitel, modellalkotás).” Az igényes követelmények felsorolása a másik két kompetenciaterületre is kiterjed. A fizikán belüli és a fizikáról történő *kommunikációs* készség alapján a különböző ábrázolási módok, a megfelelően használt és alkalmazott szaknyelv, valamint a megszerzett ismeretek szabatos előadása, prezentációja és a helyes érvelés elsajátítása tartozik az előírások közé. A *reflexió* kompetenciaterületének ki kell terjednie a fizikai ismereteknek a világ- és természetképbe való beillesztésére, a fizika és technika kapcsolatának értékelésére, a fizika tudományának a történelmi és társadalmi folyamatokkal való összefüggéseire, valamint a személyes, tárgyilagos és kritikai állásfoglalás képességére.

Hogy miként érvényesülnek ezek az alapvető kompetenciák az egyes – tartományok számára készített – tantervekben, azt majd a bajor fizikatanterv bemutatásával (4.) igyekszünk érzékeltetni.

2. FIZIKATANÁROK KÉPZÉSE – DPG-ÁLLÁSFOGLALÁS

Mielőtt a német, itt konkrétan a bajor iskolarendszer elemeit ismertetnénk, néhány utalást kell tennünk a tanárképzéséről és a tanárok jogállásáról. A tartományok zömében az állami iskolák a szó szoros értelmében államiak, vagyis fenntartójuk az állam. [Ebben a fenntartásban – főként a dologi kiadásokban való részesedés területén – persze az önkormányzatoknak is jelentős szerep jut.] Ennek megfelelően a tanárok zöme állami alkalmazott, nem pusztán közalkalmazott, hanem köztisztviselő (Beamter). [Az egyházi és magániskolákra természetesen ez nem áll, de azokban is igyekeznek az állami tanárok jogállásának megfelelő ellátást biztosítani.] Ilyen módon a tanárok iskolai kinevezésüket a tartományi oktatási minisztériumtól kapják. Ez a köztisztviselői jogállás az alapja annak is, hogy a legtöbb tartományban, így pl. a bajor tartományban is a tanárok kiképzését kivették az ún. bolognai folyamat alól. A 3-5 éves egyetemi, tudományos kiképzést (a tanulmányi idő hossza attól függ, hogy később milyen iskolatípusban dolgozik majd a jelölt) a tudományos részt az ún. első államvizsga zárja le. [Az államvizsga valójában egy hosszú, 5-6 írásbeli és 7-8 szóbeli vizsgát magában foglaló, kb. egy szemeszter hosszúságú folyamat.] Ezt kétéves „iskolai gyakorlat” követi, majd az ún. második államvizsga. Az együttes eredménytől függően lehet köztisztviselői kinevezést kapni. A kinevezést követően meghatározott időszakonként az iskola vezetője „szolgálati értékelés”-t („Dienstliche Beurteilung”) készít, amelynek eredménye a további előmenetelre vonatkozóan mértékadó lehet. Az egyes fokozatokat külön szolgálati „cím” jelöli. Az „al- és bevezető fokozatoktól” eltekintve ez gimnáziumi tanárok esetében: „Studienrat” (StR), „Oberstudienrat” (OStR), „Studiendirektor” (StD), „Oberstudiendirektor” (OStD). Általában a nem kezdő, fiatalabb tanárok StR, a korosabbak, tapasztaltabbak az OStR kategóriába tartoznak. A StD és OStD címet az igazgatóságban tevékenykedők kapják. A szolgálati idő, valamint a családi, szociális helyzet mellett ezek a „titulusok” határozzák meg a béreket [3].

Bár egyes tartományokban a tanárképzést a Bologna-folyamatnak megfelelően átalakították, ez a tartományok jelentős részére nem jellemző. A Német Fizika Társulat (Deutsche Physikalische Gesellschaft – továbbiakban: DPG) a tanárképzés átalakítását fontosnak tartja, de nem feltétlenül a Bologna-folyamatnak megfelelően. Javaslatait tézisek formájában 2006. márciusában tette közzé [4]. Részletesebb elemzés nélkül a megfogalmazott hat tézis tartalmi összefoglalását adjuk.

1. tézis: A fizikatanár-képzésnek nem a fizika egyetemi tárgyalásában szokásos szakterületek szerinti beosztását kell alapul vennie, hanem sokkal erősebben kell a későbbi feladatra koncentrálnia, vagyis arra, hogyan lehet a fizikát fiatal embereknek az egész összefüggéseiben, a TV, környezeti tapasztalatok, természetélmények, számítógépes játékok stb. háttérét figyelembe véve közvetíteni.

2. tézis: A tanulók érdeklődése a megfigyelésre, kérdezésre és megértésre irányul, vagyis analízáló. „*A diákok analitikusan tanulnak és nem szintetikusán vagy szakrendszernek megfelelően. Az érdeklődő kérdezésből jön létre a részlet-ismeret, nem pedig fordítva.*” – hangsúlyozza a dokumentum.

3. tézis: A leendő tanárok úgy fogják később a saját óráikat tartani, ahogyan azt maguk az egyetemi oktatásban megtapasztalták. Ennek megfelelően egyetemi tanulmányaik során példákön keresztül meg kell élniük, hogyan alakíthatják saját óráikat később tanárként a tanulók szintjének megfelelően, magukkal ragadóan, lelkesen. Az egyetemeken tanítóknak ennek megfelelő oktatást kell biztosítaniuk.

4. tézis: A kétszakos tanárképzést a DPG helyesli. Ugyanakkor, mivel a rendelkezésre álló idő két szak alapos elsajátítására rendkívül rövid, ezért azt hatékonyan kell kihasználni. A DPG követeli a tanárképzésben előírt neveléstudományi tárgyak és óraszámok csökkentését, helyette a tanítandó szak kompetenciájának növelését, vagyis több szakdidaktikát ajánl.

5. tézis: A fizikatanárok képzése saját jogú (sui generis) stúdium kell, hogy legyen. Vagyis nem a meglévő fizikus-képzés „kistestvére”, hanem a későbbi feladatvégzést mindenkor szem előtt tartó önálló kurzus. A tanárképzés sajátos értékrendszere kell, hogy kifejezésre jusson a képzésben.

6. tézis: Az oktatást a kutatási eredményekben jártas professzoroknak kell végezniük. Így garantálható, hogy a szakmai naprakészség a szakdidaktikai szükségletekkel harmóniába kerüljön.

A DPG az említett dokumentumban a megvalósításhoz vezető utat is vázolja. Ezekre itt nem térünk ki. Utalunk azonban egy másik DPG-dokumentumra is, amely a Bologna-folyamattal kapcsolatosan látott napvilágot [5]. Ebben a PhD-megszerzését mint a Bologna-folyamat harmadik szintjét a DPG károsnak tartja, mivel az nem az igazi kutatói tevékenységre ösztönöz.

3. A NÉMET (BAJOR) ISKOLA- ÉS OKTATÁSI RENDSZER NÉHÁNY ELEME

Mielőtt a bajor fizikatanterv részleteire kitérnénk, vessünk egy pillantást a bajor tartomány iskolai rendszerére. A bajor tartomány nagyságát és lélekszámát tekintve (80 ezer km², 12 milliós lakosság) Magyarországgal összemérhető. Történelmi hagyományaink révén pedig sok szállal fűződünk egymáshoz. [Pl. A Passauban nyugvó Bajor Gizella volt az első magyar királyné.] Ugyanakkor a nemzetközi PISA-felmérésekben Bajorország minden területen a legjobbak között szerepel: a természettudományok tekintetében Finnország, Japán és Korea után a negyedik (vö. 3. sz. melléklet).

A bajor gyerekek négyéves alapiskolai (Grundschule) képzés után kerülnek a továbbvezető iskolákba [Vö. 1. sz. melléklet]. A tanulmányi eredménytől függően a legjobbak gimnáziumba, az átlagos tehetségűek reáliskolába (Realschule), a gyengébbek „felső iskolába” (Hauptschule) kerülnek. Sokat bírálják ezt a viszonylag korán történő szétválasztást. A bajor hivatalos (és általában a társadalomban is elfogadott) álláspont azt hangsúlyozza, hogy a korai szétválasztás ellenére lehetőség van a későbbi (ún. „második képzési út” szerinti) továbbtanulásra. A közoktatásban megszerezhető végzettségek mindegyike központilag szervezett vizsga-sorozattal érhető el, de a vizsgák eredményébe az utolsó egy-két évfolyam is

beszámít. A Hauptschule-t a 9. osztály utáni ún. „minősítő záróvizsga” (Qualifizierender Hauptschulabschluss) zárja, a Realschule a 10. osztály végén a „Mittlere Reife” („Mittlerer Schulabschluss”) megszerzésével fejezhető be. Ennek a követelményeit fogalmazza meg a BS. Az érettségi vizsga jelenleg a 13. osztály után tehető le. Ez változik meg 2011-től. Ebben az évben fognak az első, nyolcosztályos gimnazisták (egyszerre az utolsó kilencosztályosokkal) érettségizni. Az érettségi új változata a következő elemekből áll. Az utolsó két év ún. „kvalifikációs fázis”. A négy szemeszterben összesen negyven jegyből maximálisan 600 pont szerezhető, amihez az érettségi vizsga 300 pontja adódik hozzá. Ezt a pontszámot számítják át az iskolai rendszernek megfelelő osztályzatra, amely az érettségi eredménye lesz [6]. Németből és matematikából kötelező írásbeli vizsga van központilag meghatározott feladatokkal. Ezen kívül még három tárgyból kötelező érettségizni: egyből írásban, kettőből pedig szóban. A fennmaradó szabadon választott tárgyak közül egy, legalább négy évig tanult idegen nyelvnek kell szerepelni, valamint egy ún. társadalomtudományi tárgynak.

A bajor, de általában a német oktatáspolitikai óvakodik attól, hogy az egyetemi végzettséggel rendelkezők száma aránytalanul magas legyen. Ennek megfelelően a végzettség tekintetében nagyon nagyszámú szakmunkáshoz képest az egyetemre kerülő, érettségivel rendelkezők aránya kicsi: a szakmunkásoké 60 % feletti, az érettségivel rendelkezőké nem éri el a 20 %-t (Vö. 2. sz. melléklet).

4. A BAJOR FIZIKATANTERV

Az újonnan bevezetett bajor fizikatanterv [7] már a BS és EPA követelmények figyelembevételével készült. Itt csak a gimnáziumi fizikatanterv tartalmi jellemzőit foglaljuk össze. Ebből is láthatóvá lesz, hogy milyen szintre kívánják eljuttatni az egyes évfolyamok végére a tanulókat.

A gimnázium 5. és 6. osztályában új tantárgy, a „Természet és technika” [Natur und Technik – röv. NuT] került bevezetésre. Az 5. évfolyam általános, elsősorban kísérleteztető, érdeklődésfelkeltő kíván lenni (heti 3 órában). A 6. osztályban ennek a tárgynak a keretei között heti két órában biológiát, míg egy órában elemi informatikai ismereteket tanulnak a diákok. Az érdemi, rendszeres fizikaoktatás a 7. osztályban kezdődik meg: a heti 3 órás NuT-ből 2 óra fizika, egy óra pedig informatika. A 8. osztályban a tanulók „ágazat”-ot (Zweig) választanak: az ún. természettudományi osztályokban a fizika heti óraszám 3 lesz, míg a nyelvi (zenei, gazdasági) osztályokban 2. Ez az óraszám marad egészen a 10. osztály végéig. Miként említettük a 10. végével a tananyag egyfajta lezárására, lekerekítésére kerül sor.

Mindegyik évfolyam anyaga egy központi gondolatra épül. Hetedikben a természet és technika összekapcsolódásának fizikai vetülete fogja össze a tananyagot. Nyolcadikban az „energia” címszó veszi át ezt a szerepet. A kilencedik osztály a fizikát a modern technika alapjaként tekinti. A tizedik osztály pedig a fizikából kinövő, illetve azt részben létrehozó természettudományos világképek szempontját helyezi előtérbe.

A 7-9. évfolyamok tartalmi anyaga a „Fény és anyag”, „Mechanika” és „Elektromosság” témakörébe illeszkedik. Hogy milyen témák kerülnek tárgyalásra, azt az alábbi táblázat mutatja:

Évf.	Fény és anyag	Mechanika	Elektromosság
7 (NuT) (heti 2 ó)	„Természet és technika” – súlypont fizika		
	<ul style="list-style-type: none"> A fény alapvető tulajdonságai Fény és árnyék Tükrök és lencsék leképezése Színek 	<ul style="list-style-type: none"> Sebesség és gyorsulás Erő és mozgás – tehetetlenség tétele Összetett erők – erőfajták Kölcsönhatási törvény Erő és deformáció 	<ul style="list-style-type: none"> Egyszerű áramkörök Az áram hatásai – veszélyek Áram: mozgatott töltés Áramerősség, feszültség, ellenállás
8 (heti 2-3 ó)	Energiamegmaradás – alapvető természeti elv		
	<ul style="list-style-type: none"> Az anyag részecske-modellje Gázok, folyadékok, szilárd testek Hőmérséklet és részecske-mozgás Olvadás és forrás Belső energia 	<ul style="list-style-type: none"> Az energia mint megmaradó mennyiség Mechanikai energiafajták Egyszerű gépek Mechanikai munka és teljesítmény 	<ul style="list-style-type: none"> Az elektromos mennyiségek pontosítása Egyszerűen összetett áramkörök Ohm-törvény Elektromos energia és teljesítmény Energiaellátás
9 (heti 2-3 ó)	A fizika mint a modern technika alapja		
	<ul style="list-style-type: none"> Az atomok felépítése és nagysága Az energia diszkrét felvétele és leadása Energiaszintek és fotonok Az atommagok alapvető tulajdonságai Radioaktivitás és egyszerű magreakciók 	<ul style="list-style-type: none"> Egyenes vonalú mozgások Kinematika – ábrázolás diagrammokkal segítségével Mozgások állandó erő hatására 	<ul style="list-style-type: none"> Elektromos és mágneses tér (kvalitatív) Elektromágneses és elektromotor Mozgó töltések reható erő terekben (kvalitatív) Elektromágneses indukció (kvalitatív) Generátor és transzformátor

A tizedik osztály egyrészt igyekszik bemutatni a klasszikus newtoni fizika történelmi előzményeit, annak kiteljesedését, valamint utat nyitni a kvantumfizika felé. Ez utóbbit a klasszikus fizika hullámelméletéből kiindulva teszi meg. Nagyon érdekes elem a tantárgyakon átívelő (a táblázatban sárgával jelzett) asztronómiai világképek tárgyalása. Ez lehetőséget nyújt a történelem, filozófia, vallástörténet irányában történő kitekintésre, de alkalmat teremt a modern kozmológiai elméletek, illetve azok korlátainak megmutatására is.

	Fény és anyag	Mechanika
10 (heti 2-3 ó)	Fizikai világképek	
	<ul style="list-style-type: none"> • Asztronómiai világképek az ókortól Keplerig • A modern kozmológia aspektusai 	
	<ul style="list-style-type: none"> • A hullámtan alapjai • A fény hullám- és részecske-természete • Az elektron hullám- és részecske-természete • Kvantum-objektumok 	<ul style="list-style-type: none"> • Newton törvények – általános eset • Egydimenziós mozgások • Egyszerű kétdimenziós mozgások • A Newton törvények korlátai

Hogy milyen szintű számonkérést von maga után ez a szint, azt kívánja illusztrálni a 7. sz. mellékletben bemutatott nagydolgozat. Ez a nagydolgozat egy félévnyi anyagból íródik és a másik félévben megírt nagydolgozattal együtt szolgáltatja a bizonyítványba kerülő jegy egyik felét, míg a másik felét az évközben szerzett egyéb teljesítményekből (röpdolgozat, felelet, órai munka, stb.) adódó átlagjegyek adják.

A 11. évfolyammal megkezdődik az ún. kvalifikációs fázis. Ez azt jelenti, hogy az egyes szemeszterekben elért teljesítmények – megfelelő súlyozással – az érettségi eredményében is megjelennek. Minden tanuló köteles legalább egy természettudományt választani (fizika, biológia, kémia). A fizika elmélyítésére nyújt további lehetőséget a kötelezően választandó kétfajta szeminárium (ezek eredménye is bekerül az érettségibe): az ún. W (tudományos) és P (gyakorlati) szeminárium. A W-szemináriumhoz kapcsolódóan egy szemináriumi munka is megírásra kerül. Ebben az önálló feldolgozás, információgyűjtés lényeges szerepet játszik.

A 11. évfolyam lényegében a klasszikus elektrodinamika tárgyalását jelenti, amely természetes módon egészül ki a speciális relativitáselmélet lényeges elemeinek tanításával heti három órában. A 12. évfolyamon a kurzus vezetője választhat: vagy a kvantumelmélet nyomán az atomfizika és a magfizika elemeit tárgyalja, vagy pedig az asztrfizika mellett dönt. Mindkét évfolyam esetében fennáll annak a lehetősége, hogy biofizikát tanuljanak a diákok. Ebben az esetben azonban írásbeli vizsgát nem tehetnek, hanem csak szóbelit.

A feldolgozandó témák listáját az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

Évf.			
11 (heti 3 ó)	Elektromos és mágneses terek - Relativitáselmélet		
	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromos térerősség és potenciál • Ponttöltés és síkkondenzátor • Mágneses indukció (B) • Energia és impulzus 	<ul style="list-style-type: none"> • A speciális relativitás-elmélet alapvető állításai • Részecskék mozgása elektromos és mágneses térben 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromágneses indukció (kvantitatív) • Elektromágneses rezgések és hullámok • Alkalmazások (Valamennyi terület)
12 (heti 3 ó)	Fizikai világgépek	12 Ast (heti 3 ó)	Asztrofizika (alt.)
	<ul style="list-style-type: none"> • Kvantumobjektumok, de Broglie hullámhossz • Kvantummechanikai atommodell – Elektronok potenciálgödörben • Hidrogénatom • Az atomok felépítése és elemi részecskék – Stuktúravizsgálatok • Protonok és neutronok a magerő potenciálgödörében • Radioaktivitás és magreakciók 		<ul style="list-style-type: none"> • Tipikus asztronómiai objektumok és azok mozgása • A Naprendszer felépítése – a bolygók tulajdonságai • Nap-színkép • Energiaviszonyok a Nap esetében • A csillagok állapotjelzői – Hertsprung-Russel-diagramm • A galaxisok tulajdonságai - kozmológia

Hogy milyen szintre kívánja ez a tanterv az érettségiig eljuttatni a tanulókat, arra példaként mellékelünk egy érettségi dolgozat-mintát [9. sz. melléklet]. Hogy a korábbi, immáron „kimenő modellnek” számító ún. Leistungskurs-zal (megfelel kb. a magyar fakultációnak) való összehasonlításra módot adjunk, egy ilyennek (a 2008-asnak) a szövegét is mellékeljük [8. sz. melléklet]. Mindkettőnek érdekes vonása, hogy egységes problémákra épülő, egymással összefüggő részfeladatokból állnak össze az egyes területek feladatai.

A részletes tanterv természetesen nem csak a tartalmi leírásokra, hanem az alkalmazott módszerekre, valamint a további kompetenciaterületekre vonatkozóan is ad támpontokat.

Az oktatási célok megvalósításához a hagyományos eszközökön kívül rendkívül hatékonyak bizonyulnak azok az internetes oldalak, amelyek a tantervhez csatlakozóan rendkívül sokrétű segítséget nyújtanak. Az egyik az immár hosszú ideje működő és a müncheni egyetem fizika didaktikájával foglalkozók által felügyelt LEIFI-oldal [8], a másik ugyancsak említésre méltó oldalt a kaiserslauterni műszaki egyetem üzemelteti [9].

5. KRITIKÁK

Természetesen az új bajor fizikatanterv sem nyerte el mindenkinek a tetszését. Az első és legfőbb kritikusok maguk a fizikatanárok voltak. A legtöbben közülük sajnálattal vették tudomásul, hogy az új tanterv nyomán megszűnik a sokak által csúcsteljesítménynek tekintett „Leistungskurs”. Sok bírálat éri azt is, hogy a tantervben megadott tananyag nem felel meg a

tanulók életkori sajátosságainak. Az erre adott hivatalos válasz szerint, ha a megfelelő mélységig megyünk csak el, akkor ez a probléma kiküszöbölhető. Egyes tantervi fejezetek rendkívül sok tananyagot tartalmaznak, tisztességes begyakorlásukra, feldolgozásukra nem jut elegendő idő. A tanári oldal sok képviselője bírálja azt, hogy egyes, tananyagban megfogalmazott részek nem rendelkeznek egyértelműen egyetlen fizikai szakterületekhez. [10]

Az új bajor fizikatantervet a szövetségi jogosítványokkal felruházott oktatási minőségfejlesztési intézet, hivatalos nevén Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen is véleményezte [11]. Állásfoglalásuk szerint a tanterv maximálisan teljesíti (sőt bizonyos értelemben túlságosan is) a tartalmi elvárásokat. A „megismerési módszerek” kompetencterületén a kísérletezést hangsúlyozza ugyan, de a leírás és kiértékelés módszerként való ajánlása hiányos. A „kommunikációra” való utalás nem kerül elegendő súllyal a tantervbe. Az „értékelés” során kevés helyen szerepelnek csak az alternatív műszaki megoldások, valamint a köznapi nyelvi értékelés gyakorlása sem elegendő az intézet munkatársainak megítélése szerint.

6. ZÁRSZÓ HELYETT IDÉZ(G)ETEK

Ez a bemutatásra szánt dolgozat (az alapjául szolgáló előadásnak megfelelően) nem akar nagy tanulságokat levonni. Hogy a fizika iskolai szerepe ennyire megfakult, nyilván sok tényező együttes hatásával magyarázható. Zárásként itt az okok keresése helyett két olyan gondolatot szeretnék megosztani, amely a lelkes fizikatanításhoz segítség lehet.

Az egyik talán annak a hangsúlyozása lehetne, hogy szeretett tudományunk, a fizika sem „mindenható”, vagy miként C. F. von Weizsäcker fogalmaz: „A fizika nem magyarázza meg a természet titkait, pusztán mélyebben rejlt titkokra vezeti vissza.” Talán sokszor feledkeztünk meg erről.

A másik gondolat abból a meggyőződésből fakad, amelyet W. Heisenberg platóni dialógusának (A rész és az egész) záró soraiként fogalmaz meg: „Túlcsorduló öröm, életerő áradt a muzsikából; a *lényegi rendbe vetett bizakodás* hangján szóltak a hangszerek, a bizakodás hangján, amely elől *minden csüggedés és kishitűség meghátrál*. Míg hallgattam, ebben a zenében öltött formát számomra a bizonyosság, hogy – emberi időmértékkel mérve – az élet, a zene, a tudomány örökké fennmarad, jóllehet mi magunk csak rövid ideig vagyunk vendégek, vagy másként, Niels szavaival, *nézők és szereplők* az élet nagy színjátékában.”

JEGYZETEK

[1] A KMK nem csak a 10. évfolyam végével esedékes ún. „Mittlerer Schulabschluss”-ra vonatkozóan, hanem a 9. évvégi ún. „Hauptschulabschluss”-ra vonatkozóan is kiadott követelményi megállapodásokat. Ezekről itt nem ejtünk szót, hiszen a fizika képzés lényegi része itt nem kerül szóba. A nevezett dokumentumok letölthetők a KMK-honlapjáról: <http://www.kmk.org/dokumentation/veroeffentlichungen-beschluesse/bildung-schule/allgemeine-bildung.html>. A témánk szempontjából lényeges dokumentum: *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss, Beschluss vom 16.12.2004*, Luchterhand kiad., letölthető az alábbi honlapról: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf.

[2] A részletes dokumentáció megtalálható az [1]-ben megadott honlapon. A fizikára vonatkozó megállapodás 2004. február 5-ikével került elfogadásra: *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik*, letölthető az alábbi honlapról: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_24-VB-EPA.pdf

[3] Az aktualizált bértáblázatok megtalálhatóak az alábbi internetes címen: <http://oeffentlicher-dienst.info/beamte/>

[4] Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik, Eine Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e. V., März 2006. A dokumentum letölthető a DPG honlapjáról: http://www.dpg-physik.de/static/info/lehramtsstudie_2006.pdf.

[5] Zur Promotion im Fach Physik an deutschen Universitäten, Eine Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e. V., September 2007. A dokumentum letölthető a DPG honlapjáról: http://www.dpg-physik.de/static/info/promotion_2007.pdf

[6] Vö. <http://www.gymnasium.bayern.de/gymnasialnetz/oberstufe/abiturpruefung/gesamtqualifikation/>

[7] Valamennyi tantárgy hivatalosan elfogadott tanterve elérhető az alábbi honlapról: <http://www.isb.bayern.de/isb/index.asp?MNav=0&QNav=4&TNav=0&INav=0&Fach=&LpSta=6&STyp=14>

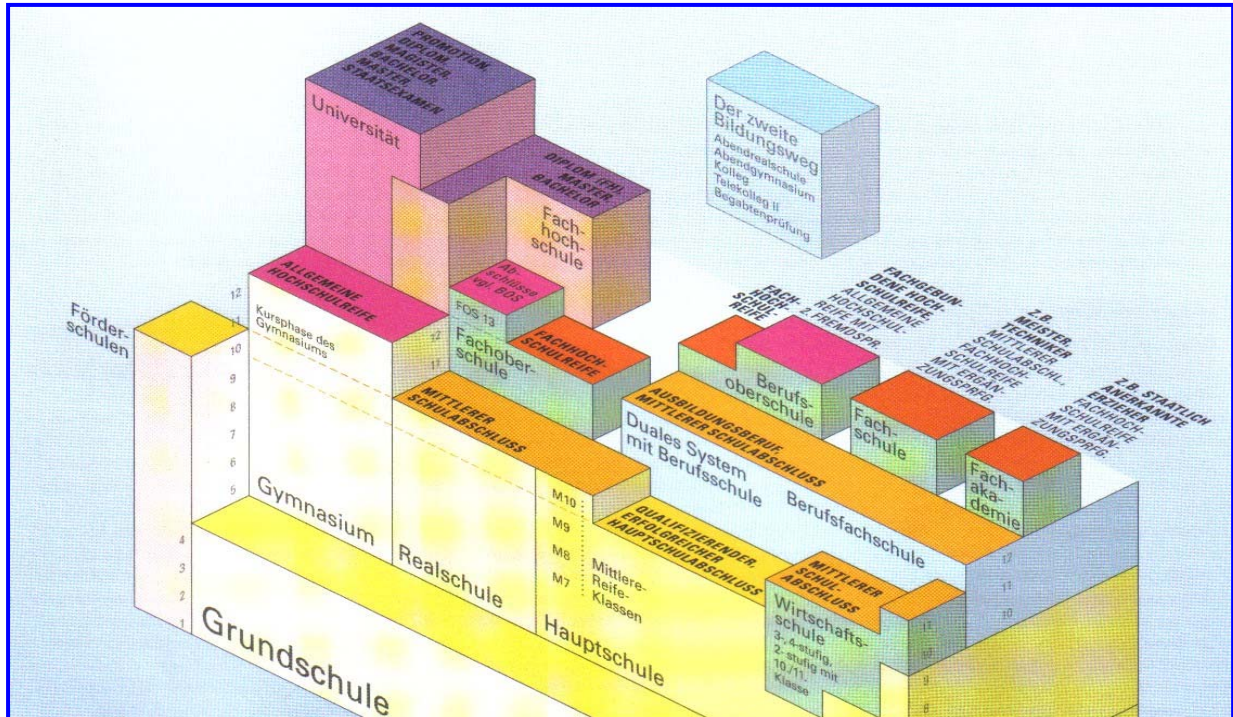
[8] <http://leifi.physik.uni-muenchen.de/>

[9] <http://rcl.physik.uni-kl.de/>

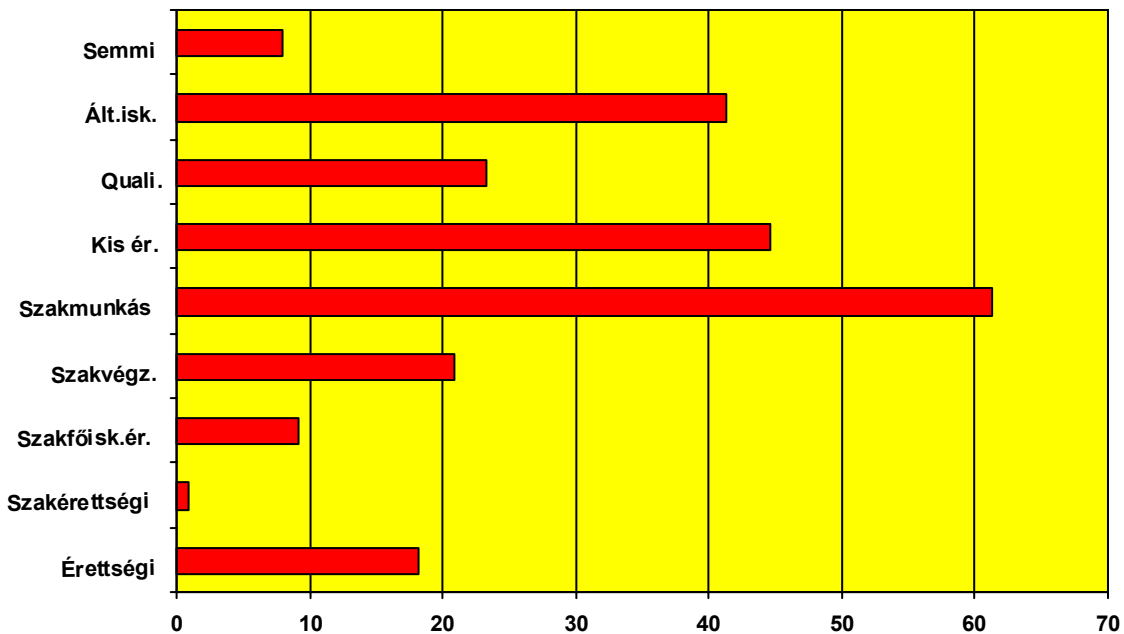
[10] Vö. Kontaktbrief 2008, Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, Abteilung Gymnasium – Referat Naturwissenschaften/Physik, Juli 2008.

[11] Dr. Walther Kösters, Prof. Dr. Olaf Köller: Stellungnahme zu den neuen bayerischen G8-Lehrplänen, 11.09.2008; Humboldt-Universität zu Berlin, Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen.

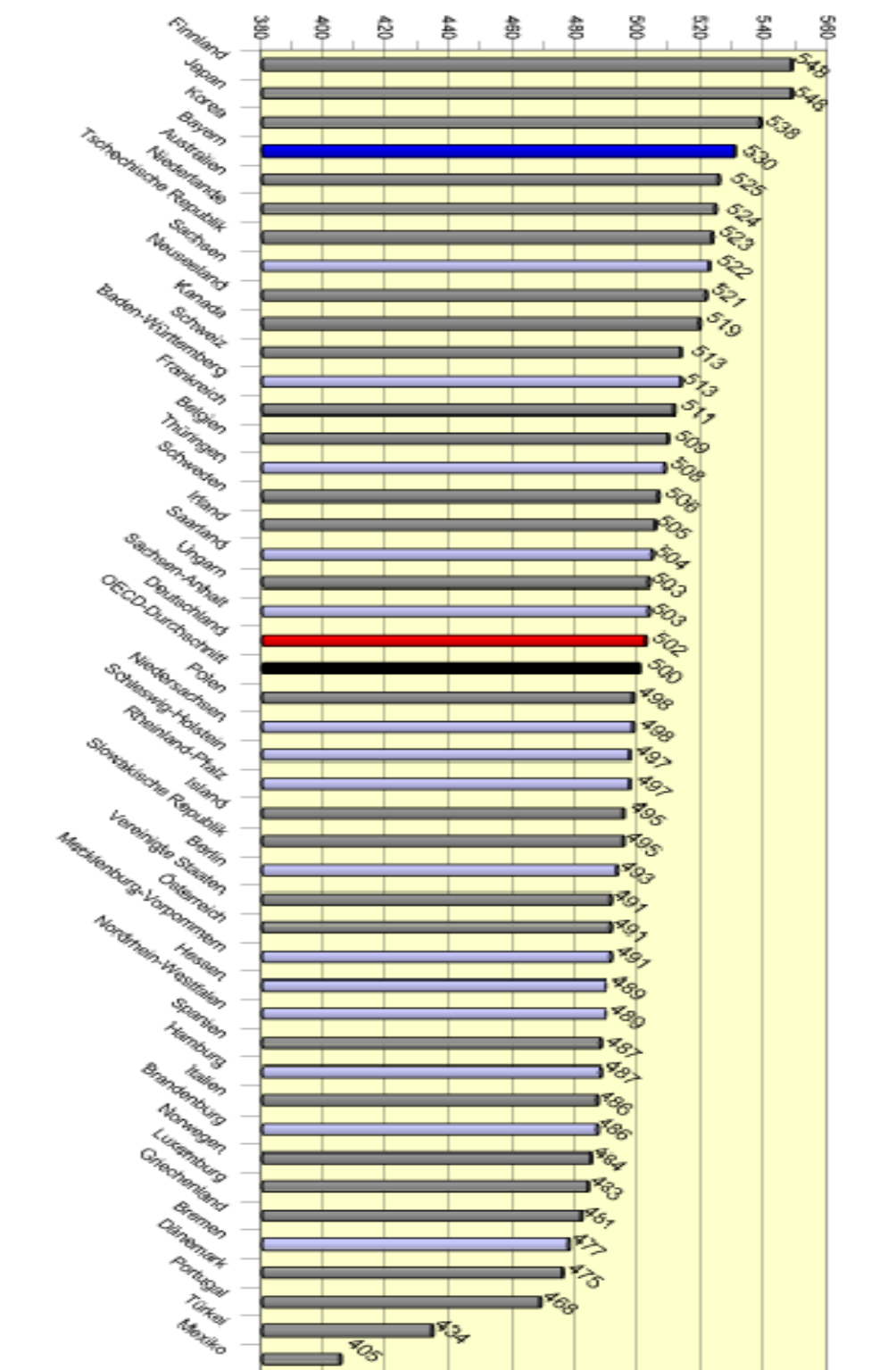
MELLÉKLETEK



1. SZ. MELLÉKLET: A BAJOR OKTATÁSI RENDSZER



2. SZ. MELLÉKLET: ISKOLAI VÉGZETTSÉG SZÁZALÉKOS ELOSZLÁSA BAJORORSZÁGBAN



3. SZ. MELLÉKLET: PISA-EREDMÉNYEK (TERMÉSZETTUDOMÁNY)

Sprachliches (einschl. Humanistisches) Gymnasium (SG)

Pflichtfächer ²⁾	Jgst.	5	6	7	8	9	10
Religionslehre/Ethik		2	2	2	2	2	2
Deutsch ³⁾		5	4	4	4	4	3
Englisch/Französisch/Latein ^{3) 4) 5) 6) 7)}		5	4	4	3	3	3
Englisch/Französisch/Latein ^{3) 4) 5) 6) 7)}			4	4	4	3	3
Profil (3. Fremdsprache) ⁸⁾					5	4	4
Intensivierung ⁹⁾		3	3	2	2	2	2
Mathematik ³⁾		4	4	4	3	4	3
Physik ³⁾					2	2	2
Chemie						2	2
Biologie					2	2	2
Natur und Technik		3	3	3			
Geschichte			2	2	2	2	2
Geographie		2		2	2		2
Sozialkunde							2
Wirtschaft und Recht						2	2
Kunst		2	2	2	1	1	1
Musik		2	2	2	1	1	1
Sport		3 ¹⁴⁾	3	3 ¹⁴⁾	2	2	2
Summe		31	33	34	35	36	36

4. SZ. MELLÉKLET: ÓRASZÁMOK GIMNÁZIUM (NYELVI ÁGAZAT) 5-10. ÉVFOLYAM

Naturwissenschaftlich-technologisches Gymnasium (NTG)

Pflichtfächer ²⁾	Jgst.	5	6	7	8	9	10
Religionslehre/Ethik		2	2	2	2	2	2
Deutsch ³⁾		5	4	4	4	4	3
Englisch/Französisch/Latein ^{3) 4) 6) 7)}		5	4	4	3	3	3
Englisch/Französisch/Latein ^{3) 4) 6) 7)}			4	4	4	3	3
Intensivierung ⁹⁾		3	3	2	2	2	2
Mathematik ³⁾		4	4	4	3	4	3
Informatik					2	2	2
Physik ³⁾					2	2	2
Chemie ³⁾					2	2	2
Biologie					2	2	2
Natur und Technik		3	3	3			
Profil ⁸⁾					1	2	2
Geschichte			2	2	2	2	2
Geographie		2		2	2		2
Sozialkunde							2
Wirtschaft und Recht						2	2
Kunst		2	2	2	1	1	1
Musik		2	2	2	1	1	1
Sport		3 ¹⁴⁾	3	3 ¹⁴⁾	2	2	2
Summe		31	33	34	35	36	36

5. SZ. MELLÉKLET: ÓRASZÁMOK GIMNÁZIUM (TERMÉSZETTUDOMÁNYI/TECHNOLÓGIAI ÁGAZAT) 5-10. ÉVFOLYAM

11		12		Fächer
2		2		Religionsl./Ethik
4		4		Deutsch
4		4		Fremdsprache 1
				Fremdsprache 2
8				Profilbelegung ³⁾
4		4		Mathematik
				Physik
				Chemie
3		3		Biologie
				(+ ggf. Informatik im Rahmen des Profils)
2 +		2 +		Geschichte
1		1		+ Sozialkunde
2		2		Geographie
				Wirtschaft/Recht
2		2		Kunst
				Musik
2		2		Sport
2	2	1	1	Seminare 1/2 ⁴⁾
34		32		

**6. SZ. MELLÉKLET: ÓRASZÁMOK GIMNÁZIUM 11-12. ÉVFOLYAM
(ÉRETTSÉGI KVALIFIKÁCIÓ)**

7. SZ. MELLÉKLET: NAGYDOLGOZAT 9. OSZTÁLY MÁSODIK FÉLÉV

2. Schulaufgabe aus der Physik

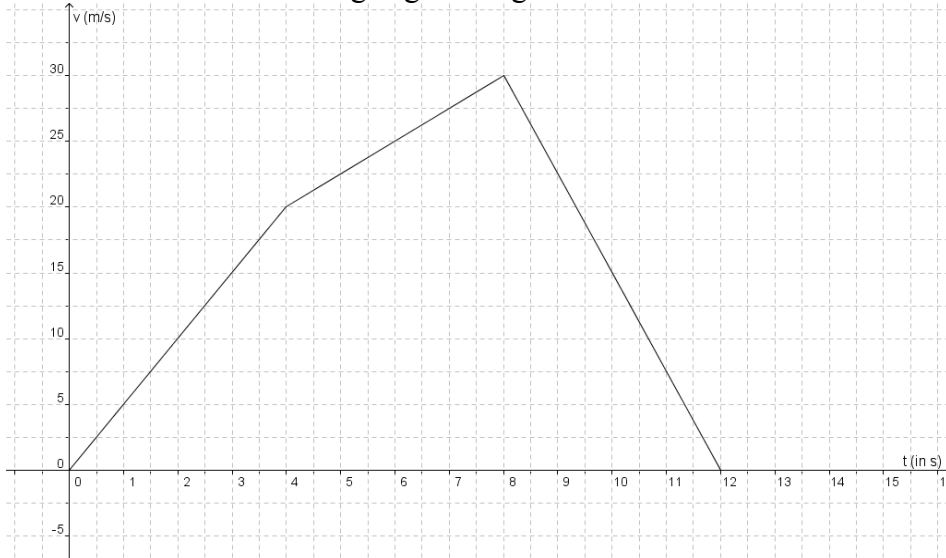
3. 07. 2009

9a

1. Kinematik

In der Abbildung ist ein t - v -Diagramm dargestellt.

- a) Berechne die Beschleunigungen in den einzelnen Zeitabschnitten und zeichne ein t - a -Diagramm!
b) Berechne den in 12 s zurückgelegten Weg!

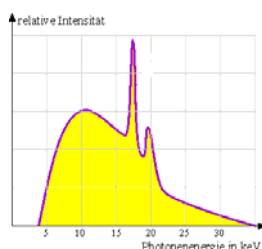


2. Aufbau der Atome

- a) Beschreibe den Aufbau eines Heliumatoms ${}^4_2\text{He}$.
b) „Das war die unglaublichste Begebenheit, die sich in meinem ganzen Leben zutrug. Mir erschien es so unglaublich, als würde man mit einer Granate auf Seidenpapier schießen, und das Geschoss käme geradewegs zurück und würde den Schützen treffen.“
(1) Wovon berichtet Rutherford hier?
(2) Was ist in dem Vergleich die Granate, was das Seidenpapier?
(3) Warum kommt die „Granate“ zurück?
c) Stelle dir vor, der Atomkern hätte die Größe einer Murmel ($d = 1,0$ cm). Wie groß wäre dann ein Atom?

3. Spektren und Röntgenstrahlung

- a) Beschreibe die Vorgänge im Atom bei der Abgabe von Licht! Begründe, weshalb ein bestimmter Stoff ein Linienspektrum aussendet.
b) Skizziert ist das Spektrum einer Röntgenröhre:



- (1) Gib die wichtigsten Eigenschaften des Röntgenspektrums an.
(2) Lies aus dem Spektrum ab, mit welcher Spannung die Röntgenröhre betrieben wurde. (Begründung!)

4. Radioaktivität

- a) Radioaktive Strahlung wird durch ein Magnetfeld gelenkt. Eine Strahlung von links kommend wird nach oben abgelenkt. Das Magnetfeld zeigt in die Blattebene hinein. Um welche Art könnte es sich handeln? Begründe mit Hilfe einer Skizze!
- b) Bei dem schweren Reaktorunfall im Kernkraftwerk Tschernobyl im Jahr 1986 wurden große Mengen an radioaktiven Stoffen ausgestoßen. Radioaktives Iod-131 und Caesium-137 gelangten bis Deutschland. Insgesamt wurden 0,8 g Iod und 660 g Cäsium auf der Fläche der damaligen BRD verteilt. Die Halbwertszeit von Iod beträgt 8 Tage, die von Caesium ca. 30 Jahre. Wie viele Gramm Iod waren Mitte Juni 1986 (40 Tage nach dem Unfall) noch vorhanden?
- c) Welche physikalische Größe ist für die biologische Wirkung ionisierender Strahlung entscheidend? (Auch Formel und Einheit angeben!)

5. Kernumwandlungen

- a) Berechne die Bindungsenergie je Nukleon (in MeV) für $^{11}_5\text{B}$ (Kernmasse: $m = 11,00656 \text{ u}$; $m_p = 1,0086649 \text{ u}$; $m_n = 1,0072765 \text{ u}$; $1 \text{ uc}^2 = 931 \text{ MeV}$).
- b) Ergänze die folgenden Kernreaktionsgleichungen (Energieangaben muss man nicht eintragen!):
$$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{36}\text{Kr} + ^{144}\text{Ba} + 2^1_0\text{n} \qquad ^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{51}\text{Sb} + ^{104}\text{Nb} + 3^1_0\text{n}$$
- c) Was gilt sowohl für die Kernspaltung als auch für die Kernfusion?

Viel Erfolg!

**8. SZ. MELLÉKLET: A 2008-AS BAJOR FIZIKA ÉRETTSÉGI FELADATOK
(LEISTUNGSKURS)**

Munkaidő: 240 perc

(A vizsgázónak két, a szakbizottság által kiválasztott feladatsort kell
kidolgoznia)

L Ph 1

1. Kozmikus részecskék mozgása a Föld mágneses terében

A napszél protonjait a Föld mágneses tere befogja, amelyek így egy ún. Van-Allen-féle sugárzási övet hoznak létre. Ez a sugárzási öv a Föld mágneses pólusai közötti légkör fölött nagy magasságban helyezkedik el. Egyszerűsített feltételek figyelembevételével 3,0 keV mozgási energiájú proton mozgását vizsgáljuk.

a) Számítsa ki proton v sebességét. [Ellenőrzésül:
 $v = 7,6 \cdot 10^5$ m/s] [4 pont]

Az Egyenlítő fölötti közelítőleg homogén földi mágneses térben a proton (a mágneses indukció nagysága $B = 4,4 \mu\text{T}$) a \mathbf{B} -vonalakkal $\alpha = 80^\circ$ szög alatt mozog.

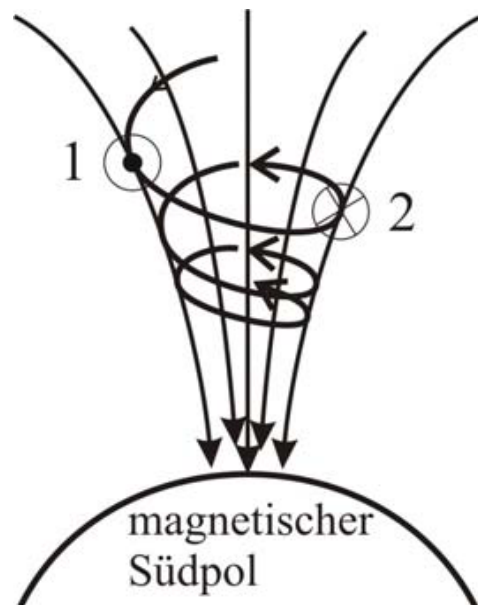
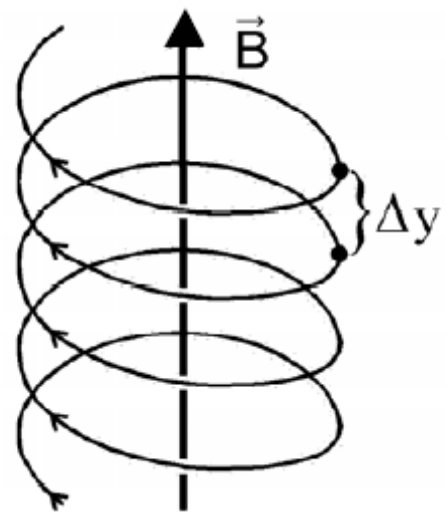
b) Indokolja meg, miért ír le a proton csavarpályát. [5 pont]

c) Számítsa ki a csavarpálya r sugarát, a keringés T idejét, valamint az egy fordulat során bekövetkező emelkedés Δy nagyságát. [10 pont]

d) Hogyan változna meg a protonok T keringési ideje, ha $v \ll 0,1c$ lenne? Válaszát indokolja! [5 pont]

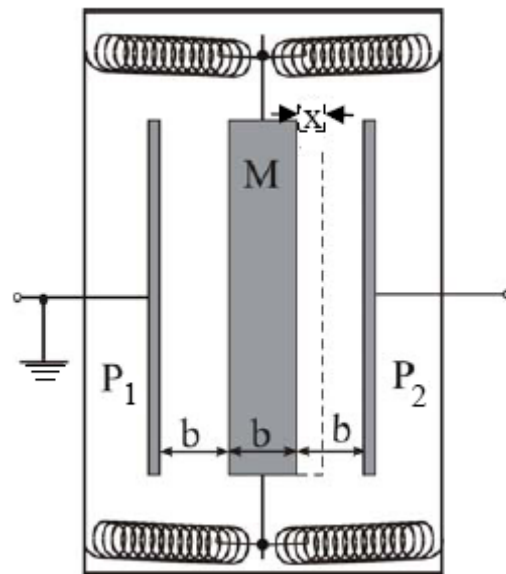
A proton az erővonalak mentén haladva végül az erősen inhomogén mágneses déli póluson csapódik be (l. mellékelt ábra).

e) Indokolja meg, miért csökken az egy fordulat alatti emelkedési magasság és miért mozog a proton végül felfelé. Részletesen tárgyalja a bejelölt 1 és 2 pontban a Lorentz-erő irányát. Hogyan mozognak a protonok hosszabb időtartamokat figyelembe véve az eddigi megfontolások alapján, amennyiben semmilyen másfajta kölcsönhatás nem jön létre? [10 pont]



2. Kapacitív gyorsulásérzékelő

A mellékelt ábra egy kapacitív miniatűr gyorsulás-érzékelő elvi felépítését mutatja. A három fémlemezből (P_1 , M és P_2) álló szerkezet mindegyikének $0,34 \text{ mm}^2$ a területe. Az M lemez (tömege $m = 1,0 \text{ } \mu\text{g}$, vastagsága $b = 1,5 \text{ } \mu\text{m}$) a P_1 és P_2 között (távolság $3b$) középen helyezkedik el és rugalmas felfüggesztésű. A P_1 és P_2 közti elektromos feszültség $U_0 = 6,0 \text{ V}$, M -nek nincs töltése.



Az egész érzékelőt vízszintesen (a lemezekre merőlegesen) a gyorsulással gyorsulásba hozzuk, így M – tehetetlensége révén x nagysággal kitér (1. ábra).

a) Számítsa ki a kitérés x mértékét ötszörös nehézségi gyorsulásnak megfelelő nagyságú,

vízszintes gyorsulás esetén, ha a rugórendszer rugóállandója $D = 61 \frac{\mu\text{N}}{\text{mm}}$.

[4 pont]

b) Indokolja meg, miért azonos nagyságú a P_1 -n, P_2 -n és az M P_1 , ill. P_2 felőli oldalán a felületi töltéssűrűség, valamint azt is, hogy ez miért marad fenn M helyzetétől függetlenül! Következtesen ebből arra, hogy az E elektromos térerősség az érzékelő mindkét felén, vagyis az M -től jobbra és balra azonos nagyságú.

[5 pont]

c) Mutassa meg, hogy U_0 és E között az alábbi összefüggés érvényes:
 $U_0 = U_1 + U_2 = E \cdot 2b$, ahol U_1 a P_1 és M , U_2 pedig az M és P_2 közti feszültség.

[5 pont]

A mellékelt ábra az érzékelő külső kapcsolását mutatja. Mindkét ohmos ellenállás azonos R nagyságú.

d) Számítsa ki az 1-es és 2-es pontban (1. ábra) az elektromos potenciált, valamint az ezen pontok közötti U_D feszültséget.

$$[\text{Ellenőrzésül: } U_D = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{x}{b}]$$

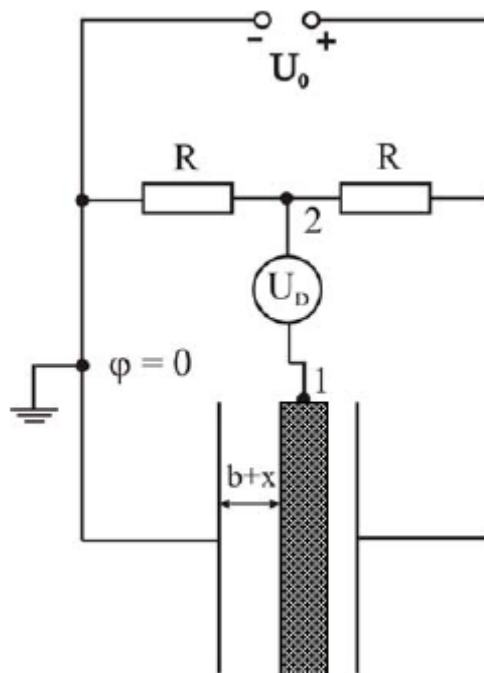
[5 pont]

e) Mutassa meg, hogy az a gyorsulás és az U_D feszültség egyenesen arányos.

[3 pont]

f) A gyorsulásérzékelőt a Föld nehézségi tere irányába állítva, vagyis úgy, hogy a lemezek vízszintesek, $U_D = 1,2 \text{ mV}$ feszültséget mérünk. Egy függőlegesen startoló rakétával végzett gyorsulási kísérletben a mért feszültségérték $U'_D = 5,4 \text{ mV}$. Számítsa ki a rakéta gyorsulását.

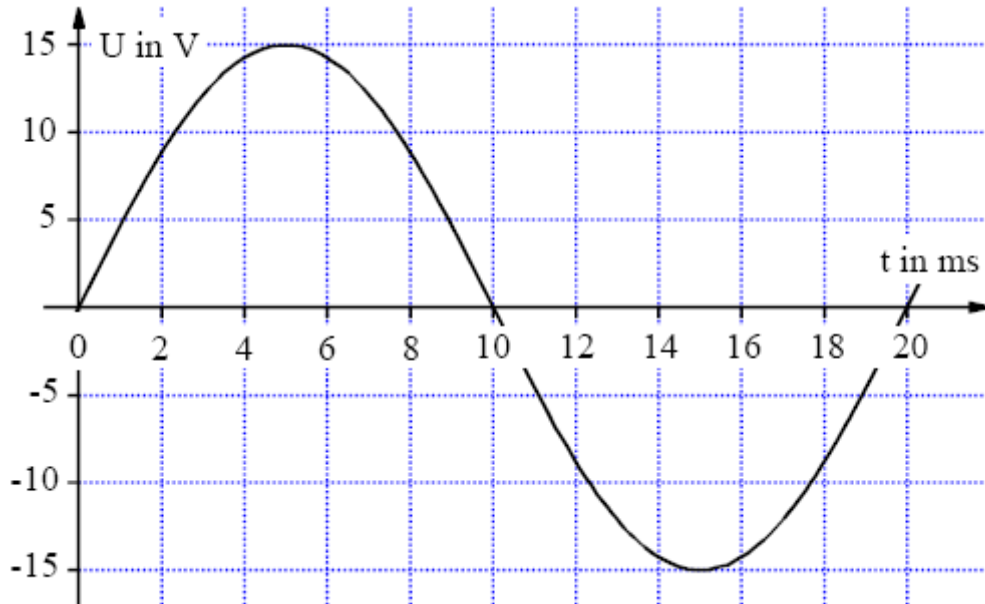
[4 pont]



L Ph 2

1. Tekercs és kondenzátor váltóáramú körben

Elhanyagolható ohmos ellenállású tekercset $U(t)$ szinuszos váltófeszültségre kapcsolunk. A feszültség időbeli változását mutatja az alábbi diagramm. A tekercsben az effektív áramerősség 4,8 mA.



- a) Számítsa ki az induktív ellenállást és a tekercs induktivitását. [Ellenőrzésül: $L = 7,0 \text{ H}$] [6 pont]
- b) Adja meg a tekercsben folyó áram $I(t)$ függvényét és rajzolja meg a t - I -diagrammot a $[0; 20 \text{ ms}]$ időintervallumra. [6 pont]

A tekercset helyettesítsük kondenzátorral.

- c) Mekkora a kapacitása annak a kondenzátornak, amellyel ugyanakkora 4,8 mA effektív áramerősség érhető el mint a tekercssel. [Ellenőrzésül: $C = 1,4 \text{ } \mu\text{F}$] [5 pont]
- d) Döntse el, hogy az alábbi állítások igazak-e vagy hamisak. Állítását indokolja!
- (α) Ha a kondenzátor kapacitása $1,4 \text{ } \mu\text{F}$, akkor az áramerősség t - I -diagrammjá megegyezik az 1b)-ben rajzolttal.
- (β) A fentebb megadott váltófeszültség esetén a kondenzátor kapacitása és az effektív áramerősség egyenesen arányos.
- (γ) Azonosan tartott csúcserték esetén a váltófeszültség frekvenciájának megduplázása a kondenzátorban az effektív áramerősség megnégyszerezését vonja maga után.

[9 pont]

2. Mikrohullámok

a) Adja meg, miben különböznek egymástól a longitudinális és transzverzális hullámok. Magyarozza meg, hogyan lehet kísérletileg megvizsgálni, hogy a mikrohullámok melyik kategóriába tartoznak. [6 pont]

b) Írjon le egy eljárást az álló mikrohullámok létrehozására és magyarázza meg, hogyan lehet ennek segítségével a hullámhosszat meghatározni. [6 pont]

2,6 cm hullámhosszúságú mikrohullám érkezik két függőleges párhuzamos résre. A rések közepe közti távolság 6,0 cm. Elegendően nagy távolságra a kettős rés középpontja körül vízszintesen forgatható vevődipól található.

c) Számítsa ki azt a szöveget, amelyet a két elsőrendű vételi maximum egymással bezár. [4 pont]

d) Hány maximum léphet összesen fel? [6 pont]

Ha egy d vastagságú üvegtéglátetet helyezünk a felső rés elé, akkor a nullarendű maximum az eredeti irányhoz képest α szöggel eltolódik (1. ábra). A mikrohullámok az üvegben kisebb (c') sebességgel terjednek mint a vákuumban.

Nullarendű maximum jön létre, ha a szomszédos részhullámoknak útjuk megtételéhez ugyanannyi időre van szükségük.

e) Az $E \rightarrow D$, valamint $A \rightarrow B \rightarrow C$ utakhoz tartozó futamidők segítségével vezesse le a nullarendű interferenciamaximum alábbi feltételét:

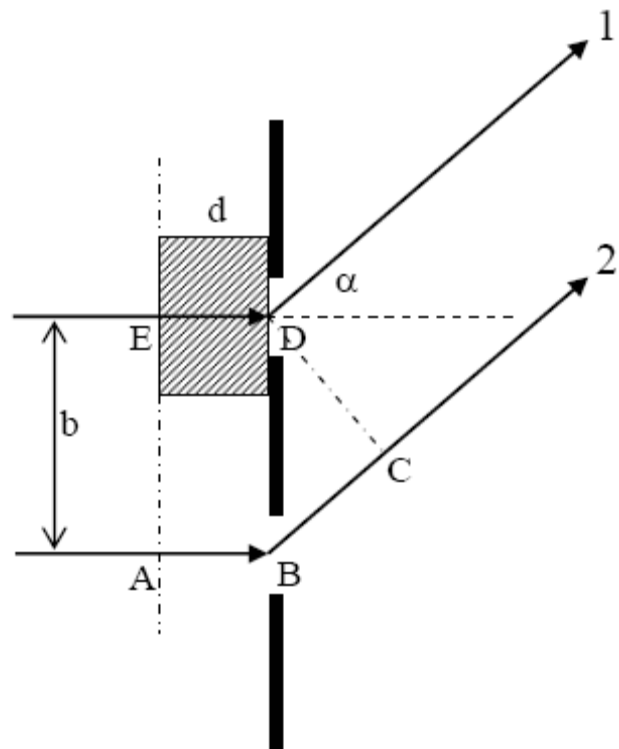
$$\frac{d}{c'} = \frac{d + b \sin \alpha}{c}$$

[7 pont]

f) 3,0 cm vastagságú üvegtéglátet

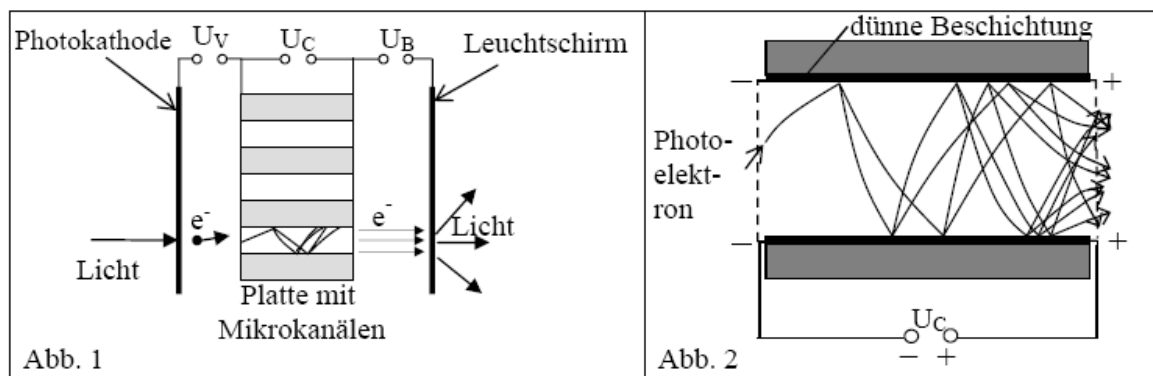
alkalmazásakor a nullarendű maximumot $\alpha = 35^\circ$ -nál mérjük. Számítsa ki ebből a c' terjedési sebességet az üvegben!

[5 pont]



L Ph 3

1. Maradék-fény-erősítő (Éjjellátó-készülék)



A bal oldali ábrán (Abb. 1) egy maradék-fény-erősítő felépítésének sematikus képe látható: a tárgyról beeső maradék-fény a fotókatódban elektronokat vált ki. Ezek az elektronok ezt követően elérnek egy úgynevezett mikrocsatorna-lemezt és ott a másodlagos elektronok egész lavináját hozzák létre (jobb oldali ábra, Abb. 2). Ezeket egy világítóernyő felé gyorsítják, ahol megérkezésükkor az atomok gerjesztésével fénykvantumok kibocsátását idézik elő. A felerősített kép a világítóernyőn megfigyelhető.

a) Magyarázza el a fotóeffektust a fény kvantumelmélete segítségével! Adja meg a fotóeffektusnál előforduló, a klasszikus hullámelmélettel való ellentmondásokat!

[7 pont]

Az 1,7 eV kilépési munkájú ólom-szulfid fotókatódra 450 nm hullámhosszú monokromatikus fény bocsátanak $1,70 \cdot 10^{-8}$ W teljesítménnyel. Ennek során a „kvantumzármány” 10 %, vagyis a beérkező fotonok 10,0 %-a vált ki mindenkor egy elektront.

b) Számítsa ki az alkalmazott fotókatód határhullámhosszát! Indokolja, miért alkalmazhatók nagyon rosszul a látható fény erősítésére szolgáló erősítőkből mind az 1,70 eV kilépési munkánál lényegesen nagyobb ill. lényegesen kisebb kilépési munkájú anyagok! Miért kell az anyag kvantumzármányának lehetőleg nagy lennie?

[8 pont]

c) Határozza meg a másodpercenként kibocsátott fotóelektronok számát! Milyen értékek között mozog a fotókatód közvetlen közelében a kibocsátott fotóelektronok mozgási energiája?

[8 pont]

A fotóelektronokat felgyorsítják ($U_v = 40$ V), majd azok az egymáshoz szorosan csomagolt üvegcsövecskéből álló mikro-csatorna lemezbe jutnak. Ezek belső oldalát vékony, elektromosan gyenge vezető réteg borítja. Az elektronokat a csövek hosszában felgyorsítják és így kaszkádszerűen másodlagos elektronokat váltanak ki, vagyis az elektronok száma a csatorna végéig megsokszorozódik (l. jobb oldali ábra, Abb. 2).

d) Leegyszerűsítve a mikro-csatornában lejárló folyamatokat a következőképpen tekinthetjük: egy 40 eV-os elektron a csatorna falának ütközve leadja mozgási energiáját és ennek során egy további elektront vált ki. Ezután mindkét elektron ismét gyorsul. 40 V potenciálkülönbség átrepülése után mindegyik elektronnak van annyi energiája, hogy egy további elektront váltson ki. Ezen feltétel alapján becsülje meg,

- legalább mekkora U_c feszültségre van ahhoz szükség, hogy egyetlen, a csatornába belépő elektron átlagosan 10^4 kilépő elektront eredményezzen! [6 pont]
- e) Adjon meg egy lehetséges okot arra, miért kell a mikro-csatornákban lévő rétegnek elektromosan enyhén vezetőnek lennie! [3 pont]
- f) Mekkora összfényerősítést lehet a leírt készülékkel elérni 450 nm hullámhosszúságú fény esetén, ha a készülék a d) részfeladat U_c feszültségével üzemel? [4 pont]

2. Világító anyagok

Fénycsövek alacsony nyomású gázkisülési lámpák, amelyeket gyakran higanygőzzel töltenek. Üzem közben a higanyatomok többek között ultraviola-sugárzást bocsátanak ki.

- a) Magyarázza meg röviden, hogyan jön létre ez a sugárzás! [4 pont]

A fénycsövek bevonatán olyan molekulák találhatók, amelyek a higanyatomok UV-sugárzását látható fénné alakítják át. A világító anyag molekuláinak gerjesztett állapotai jó közelítéssel az egydimenziós potenciálgödör modelljével írhatók le.

- b) Magyarázza el az elektron modelljét a végtelen mély, egydimenziós potenciálgödörben és mutassa meg, hogy ebben a modellben az energianívók az

$$E_n = \frac{h^2}{8m_e L^2} \cdot n^2 \text{ összefüggéssel írható le, ahol } L \text{ a potenciálgödör hossza! [7 pont]}$$

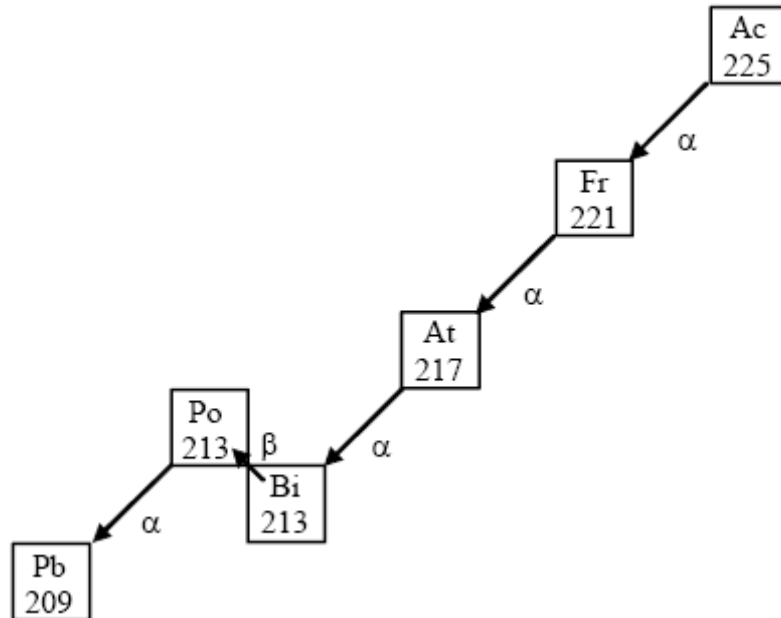
253 nm hullámhosszúságú ultraviola sugárzás a világítóanyag molekuláját alapállapotból a második gerjesztett állapotba juttatja.

- c) Igazolja, hogy a potenciálgödör hossza $7,83 \cdot 10^{-10}$ m! [6 pont]
- d) Rajzolja fel a világítóanyag molekulájának energiaszint-sémáját (energia eV-ban) a második gerjesztett állapotig és mutassa meg, hogy a látható fénné való átalakulás lehetséges! [7 pont]

L Ph 4

1. Rákos sejtek elpusztítása ^{213}Bi Bizmut-izotóppal

Bizonyos típusú rákos megbetegedések gyógyítására a rövid hatótávolságú α -sugárzás rendkívül alkalmas. Különös szerepe van ezekben az eljárásokban a ^{213}Bi Bizmut-izotópnak, amely rátapadva bizonyos antitestekre közvetlenül a rákos sejtekhez jut el.



Miként a fenti ábra mutatja, ^{213}Bi az ^{225}Ac actinium-izotópból nyerhető (felezési idő $T_{Ac} = 10$ d). ^{225}Ac pedig a ciklotronokban előállított energiadús protonok segítségével ^{226}Ra -ból hozható létre.

- Egy ábra segítségével írja le, hogyan működik a ciklotron és magyarázza meg, hogyan lehetséges az, hogy a részecskék gyorsításához állandó frekvenciájú váltófeszültséget használnak! [7 pont]
 - Írja fel az ^{225}Ac -nak ^{226}Ra -ból való előállításához tartozó magreakció egyenletét! Adja meg mind a kiindulási maghoz, mind pedig a reakciótermékhez, hogy melyik bomlási sorhoz tartoznak és indokolja meg, miért fordul elő ^{226}Ra a természetben, míg ^{225}Ac egyáltalán nem! [7 pont]
 - Meddig kell a ^{226}Ra -célpontot protonokkal besugározni, hogy egy $5,0 \cdot 10^9$ Bq-es ^{225}Ac -aktivitás jöjjön létre, ha a protonsugár áramerőssége $100 \mu\text{A}$ és a protonok 1,2 %-a hozza létre e kívánt magreakciót? [7 pont]
- A ^{213}Bi nuklid szinte kivétel nélkül $T_{Bi} = 46$ perces felezési idővel, β -bomlással az α -sugárzó ^{213}Po -má alakul át, melynek felezési ideje $T_{Po} = 4,2 \mu\text{s}$. Az α -részek mozgási energiája $E_{\alpha} = 8,38$ MeV.
- A ^{213}Bi -ot az antitestek a mintegy $2 \cdot 10^{-4}$ m átmérőjű rákos sejtekbe szállítják. A testszövetben a β -sugárzás hatótávolsága néhány mm, az α -részecske μm -enként mintegy 100 keV-ot veszít. Mutassa meg, hogy a ^{213}Bi -bomlás következtében fellépő α - és β -sugárzás a környező szövetet összességében gyengén terheli, míg a rákos sejt az α -sugárzás révén erősen sérül! [7 pont]
 - Számítsa ki a ^{213}Po szóban forgó Q bomlási energiáját és magyarázza meg kvalitatív módon a számított értéknek az E_{α} mozgási energiától való eltérését! [6 pont]

- f) Klasszikus becslés szerint a ^{213}Po -bomlásakor a mag felszínéről leváló és elektromosan eltaszított α -részecskének kerekén 22 MeV mozgási energiájának kellene lennie. Alkalmos modell segítségével magyarázza meg, hogy valójában miért ennél lényegesen kisebb α -energiák lépnek fel! A modell segítségével indokolja meg, hogy az α -sugárzó anyagok rendszerint annál nagyobb felezési idővel rendelkeznek, minél kisebb a bomlási energiájuk. [7 pont]

2. Kőzetminta kormeghatározása

A kálium-argon módszer alkalmas kőzetminták kormeghatározására. Az $1,28 \cdot 10^9$ a felezési idejű ^{40}K bomlásakor a bomlások 10,7 %-a a stabil ^{40}Ar -t hozza létre, míg a többi esetben stabil ^{40}Ca keletkezik. A kőzet felmelegedésekor (pl. vulkáni tevékenység következtében) a keletkezett argon elillan. A kőzet megszilárdulása utáni időpontban keletkező argon elzárul a kőzet belsejében és radioaktív órát indít el.

Egy vulkáni kőzetből származó próba esetén először a benne lévő ^{40}K (atomtömeg $m_a = 39,96 \text{ u}$) tömegét 2,18 mg-nak mérik. Ezt követően erős hevítéssel kivonják a próbában lévő ^{40}Ar -t és megméri annak tömegét, amelyre 184 μg adódik.

- a) Milyen korú a kőzetminta? [10 pont]
- b) Túlságosan fiatalnak vagy túlságosan öregnek besülnék a mintát, ha a ^{40}Ar a vulkáni tevékenység révén nem távozott volna el teljesen? Indokolja válaszát! [4 pont]
- c) A Föld légköre az ismert arányokban az alábbi izotópok formájában tartalmaz argont: ^{36}Ar , ^{38}Ar és ^{40}Ar . Ennélfogva fennáll az a veszély, hogy a kormeghatározás rossz lesz, amennyiben a kőzet az idők során ^{40}Ar -t vett fel a levegőből. Magyarázza meg, hogyan lehet elkerülni ezt a problémát a próbából származó argon tömegspektroszkópiai vizsgálata segítségével! Milyen feltétel teljesülését vesszük ennek során alapul? [5 pont]

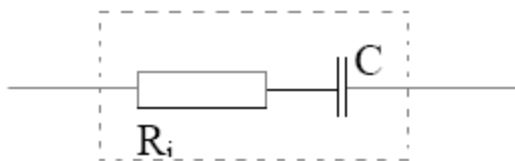
L Ph 5

1. Power-kondenzátor

Az autóban a 12 V-os üzemi feszültség stabilizálására a rövid ideig tartó megnövekedett áramfelhasználás esetén power-kondenzátort használnak. A kondenzátor előállításakor többek között nagy hangsúlyt fektetnek a nagy

w_e energiasűrűsége:

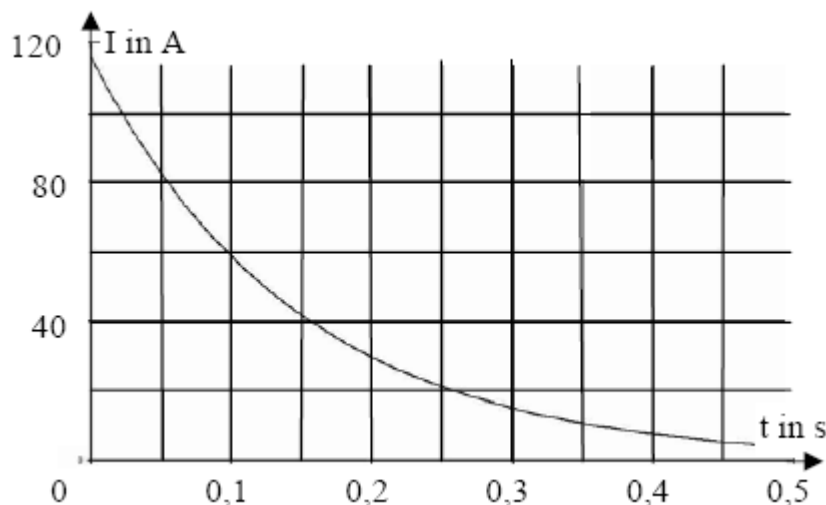
$$w_e = \frac{\text{tárolt elektromos energie}}{\text{kondenzátor térfogata}}.$$



A kondenzátor adatai: henger alakú (átmérő $d = 8,0$ cm , magasság $h = 28$ cm), kapacitás $C = 1,50$ F , belső ellenállás $R_i = 2,0$ m Ω , töltőfeszültség $U = 12,0$ V).

- a) Mekkora a teljesen feltöltött kondenzátorban tárolt energia és az energiasűrűség? [5 pont]
- b) Mekkora kellene választani a kör alakú lemezekből álló kondenzátor D átmérőjét, ha annak belsejét levegő tölti ki, lemezeinek d' távolsága 1,0 mm és kapacitása szintén 1,50 F nagyságú? Mekkora lenne az elektromos mező energiasűrűsége ennek a síkkondenzátornak a belsejében 12,0 V feszültség esetén? [5 pont]

A feltöltött Power-kondenzátort egy terhelő ellenálláson (R_a) keresztül kisütjük. Az alábbi diagramm a kisülési áramerősséget mutatja az idő függvényében.

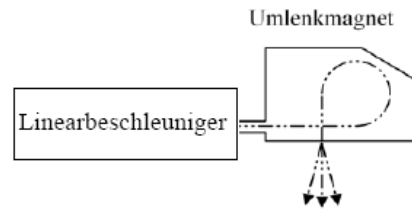


- c) A diagrammról olvassa le a kisülési áram nagyságát a $t_1 = 0$ és $t_2 = 0,30$ s között 50 ms-onként! Készítsen megfelelő értéktáblázatot és rajzolja fel a $t - \ln\left(\frac{I(t)}{I_0}\right)$ -diagrammot! [7 pont]
- d) A kisülési folyamatot az $I(t) = I_0 e^{-kt}$ függvény írja le, ahol $k = \frac{1}{(R_a + R_i)C}$. Hogyan erősíthető meg ez az összefüggés az 1c) feladatban kapott diagramm segítségével? Határozza meg a diagramm a k állandó értékét és számítsa ki R_a értékét! [Ellenőrzésül: $R_a = 96$ m Ω] [6 pont]

- e) Adjon becslést annak az elektromos energiának a nagyságára, amelyet a Power-kondenzátor az első 50 ms-ben a kisülés során lead. [4 pont]

2. Sugárterápia

Daganatok sugárterápiájához modern lineáris gyorsítókat alkalmaznak nagyenergiájú sugárzás előállítására. Ennek során elektronokat 10,0 MeV mozgási energiára gyorsítanak, majd eltérítő mágnes segítségével a daganatra irányítva besugároznak.

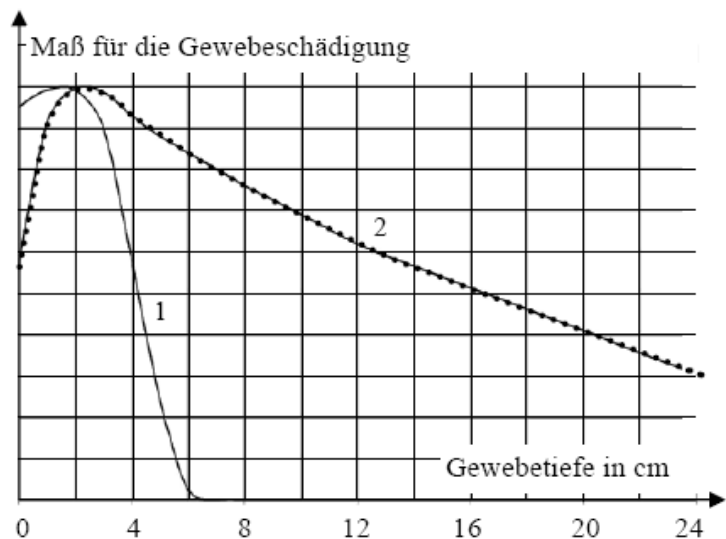


- a) Határozza meg az elektronok sebességének a fénysebességtől való százalékos eltérését! [7 pont]
- b) Adjon becslést a mágneses indukció nagyságára az eltérítő mágnesben, ha annak geometriai kiterjedése 1 m nagyságrendű! [6 pont]

Amennyiben az eltérítő mágnesből kilépő elektronok útjába fém targetet (cél) helyeznek, akkor besugárzás céljára nagyenergiájú fotonok (ultra-kemény röntgensugárzás) állíthatók elő.

- c) Magyarozza meg ezeknek a fotonoknak a keletkezését és határozza meg hullámhosszuk alsó határát! [5 pont]

A mellékelt diagramm a szövetkárosodás mértékét mutatja a szövetbe való behatolás mélységének függvényében nagyenergiájú elektronok (1), ill. ultrakemény röntgensugárzás (2) esetén. A szövetkárosodás növekedése egy bizonyos mélyséig ultrakemény röntgensugárzás esetén lényegében a Compton-effektus következményeként megjelenő energiában gazdag elektronok megjelenésére vezethető vissza.



- d) Magyarozza meg röviden a Compton-effektusnál fellépő fizikai folyamatokat! [4 pont]
- e) Számítsa ki azt a maximális mozgási energiát, amelyet egy kezdetben nyugvó elektron a Compton-effektus révén 8,0 MeV fotonenergia esetén kaphat! [7 pont]
- f) Sugárterápia esetén mindig egészséges szövet is károsodik. Milyen kijelentések tehetők a terápiás hatékonyság, valamint a lehetséges mellékhatások tekintetében a két sugárzás esetén a fentebbi diagramm alapján? [4 pont]

9. SZ. MELLÉKLET: BAJOR FIZIKA ÉRETTSÉGI FELADATOK

(TERVEZET – G8 – 2011-TŐL)

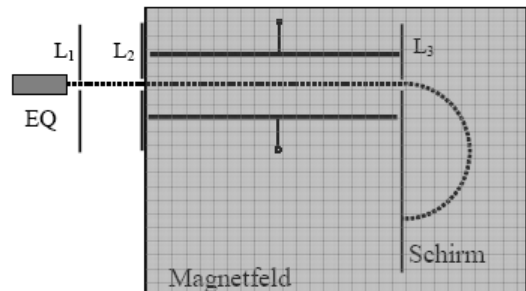
Munkaidő: 180 perc

(A vizsgázónak két, a szakbizottság által kiválasztott feladatsort kell kidolgoznia. A két feladatsor nem származhat azonos témakörből.)

Ph 11 – 1

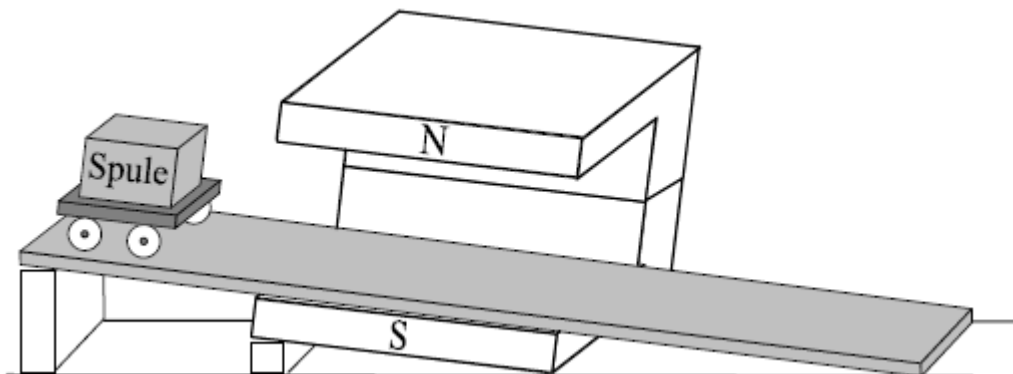
1. Az elektronok tömegének meghatározása

Az EQ elektronforrás különböző sebességű elektronokat bocsát ki. Az elektronok az ábrának megfelelően az L_1 és L_2 résen áthaladva a $B = 4,0$ mT indukciójú mágneses térbe érkeznek. A mágneses tér a besatírozott területen hat, az elektromos pedig csak a kondenzátorlapok között.



- Adjon részletes magyarázatot arra, hogy a két tér alkalmas megválasztásával miért érhető el, hogy csak meghatározott sebességű elektronok haladjanak át egyenes vonalban a kondenzátoron, majd lefelé eltérüljenek! Rajzolja meg ehhez a mágneses tér irányát és a kondenzátor polaritását! [6 pont]
- Vezesse le az L_3 résen áthaladó elektronok sebességére érvényes $v = \frac{E}{B}$ összefüggést és számítsa ki az elektromos térerősség E nagyságát, ha az elektronok sebessége a vákuumbeli fénysebesség 5,0 %-a! [4 pont]
- Magyarázza meg, hogyan határozható meg ismert elektrontöltés esetén a fenti elrendezéssel az elektronok m_e tömege! Adja meg az összes szükséges mérési mennyiséget és vezessen le egy képletet az m_e kiszámítására. [7 pont]
- Nagy sebességek esetén az elektron nyugalmi tömegétől jelentős eltérés adódik. Számítsa ki, mekkora sebesség esetén lesz ez az eltérés 10 %! [5 pont]

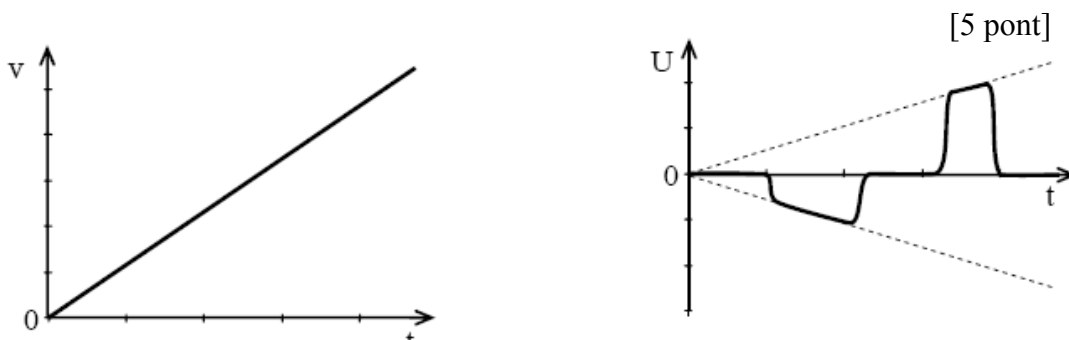
2. Mozgás mágneses térben



Egy műanyagból készült laboratóriumi kiskocsin téglatest alakú tekercs nyugszik. A kiskocsi legurul a lejtőn és e közben egy, a lejtőre merőleges irányú mágneses téren halad

át. A következőkben abból indulhatunk ki, hogy a mágneses tér a két pólus közé korlátozódik és homogén. A súrlódás elhanyagolható.

- a) Indokolja meg röviden, hogyan kell elhelyezkednie a tekercsnek, hogy indukció keletkezzék! [3 pont]
- b) A tekercs pólusai nincsenek egymással összekötve. Az alábbi diagrammok a kiskocsi v sebességét, valamint a tekercs két kivezetése között indukált U feszültséget adják meg a t idő függvényében. [5 pont]



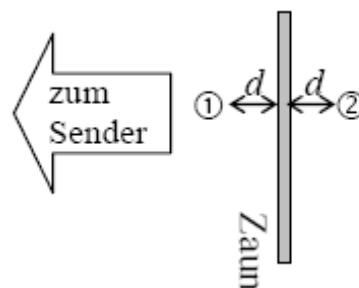
Írja le és magyarázza meg a diagrammok létrejöttét! [8 pont]

- c) A tekercs kivezetéseit egy árammérő készülékre kapcsoljuk és a folyamatot megismételjük. Írja le kvalitatív módon, hogy mi változik a kiskocsi mozgása során a b) részfeladathoz képest! Mely időintervallumokra várható az árammérő készülék kimozdulása? [5 pont]

3. Zavaros rádióvétel

Sportpálya egyik oldalát fémlapokból álló kerítés határolja le. A kerítéstől nagyobb távolságra egy URH-adó dipólját helyezték el.

A kerítés mindkét oldalán egy bizonyos d távolságra hordozható rádiókészülékkel áll egy-egy sportoló [l. ábra 1 és 2]. Bár vevőkészülékük optimálisra állított, mégis csak nagyon rossz minőségű vételt észlelnek. Egyikük a kerítéstől való távolság kis mértékű megváltoztatásával jelentősen javíthat vételi helyzetén, másikuk azonban nem.

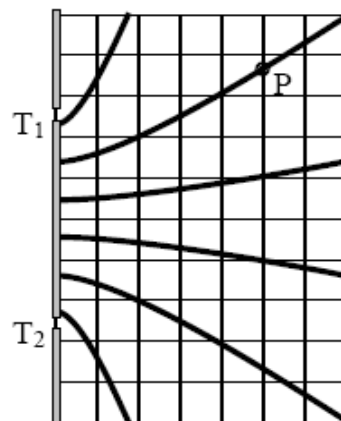


- a) Magyarázza meg, hogy kezdetben miért rossz mindkét sportoló rádióvétele, illetve hogy miért csak egyikük esetében lesz jobb a vétel kis mértékű távolságváltoztatás esetén! [8 pont]

A fémlapok között van két ajtó, T_1 és T_2 . Ha mindkettő nyitva van, akkor a kerítés mögött a bejelölt hat vonal mentén gyakorlatilag nincs vétel. Az ajtók közepe egymástól 10 m távolságra van.

- b) Számítsa ki az adó hullámhosszát és f frekvenciáját a P pont segítségével. Egy négyzetrács szélessége a rajzon 2 m-nek felel meg a valóságban. Írja le, hogy mely helyeken lesz különösen jó a vétel! [Ellenőrzésül: $f = 8 \cdot 10^7$ Hz] [11 pont]

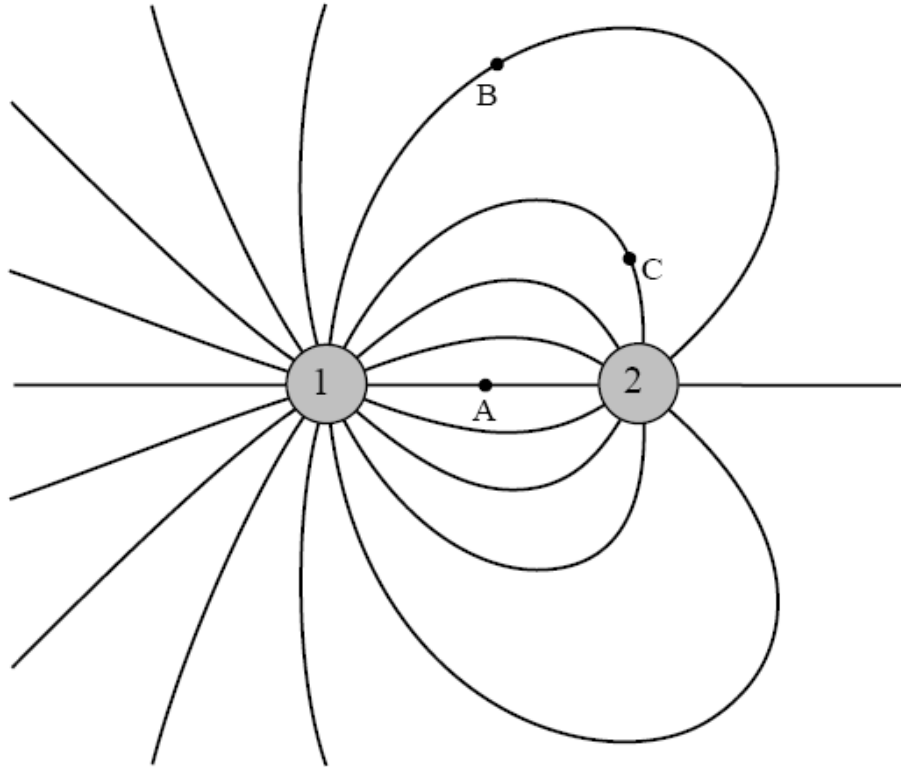
- c) Határozza meg az optimálisan hangolt adódipól egy lehetséges hosszát! [3 pont]



Ph 11 – 2

1. Elektromos térszerkezetek

Az 1-gyel és 2-vel jelölt töltött golyók 20 cm távolságra helyezkednek el egymástól. Az A pont a két golyó közötti szakasz középpontját jelöli. Az 1-es golyó töltése $Q_1 = +3,2 \cdot 10^{-9}$ As, a 2-es töltésének nagysága fele akkora.



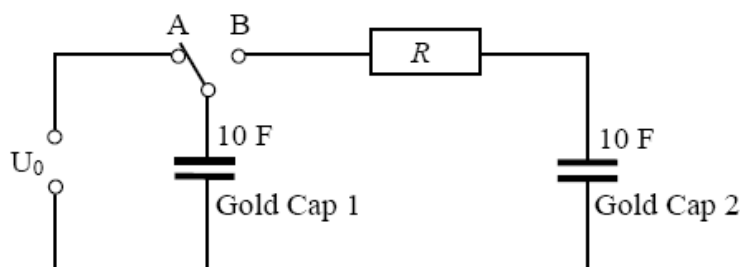
- Határozza meg az elektromos térerősség irányát és nagyságát az A pontban. [7 pont]
- Egészítse ki a fenti ábrát a térerősség-vonalak irányának megadásával! Rajzolja be az A, B és C pontokon átmenő ekvipotenciavonalakat! [7 pont]
- Milyennek látja az elektromos teret egy nagyon nagy távolságban lévő megfigyelő? [3 pont]
- Írjon le egy olyan szabadon választott természeti jelenséget vagy technikai alkalmazást (pl. zivatar keletkezése vagy a xerográfia működési elve), amelynek során az elektromos terek döntő szerepet játszanak. [6 pont]

2. Gold-Cap-kondenzátorok

A „Gold Cap” egy nagyon nagy kapacitású, kis méretű kondenzátor. Egy kereskedelemben kapható példányon az alábbi felirat található: „Gold Cap 2,3 V 10 F”.

- Számítsa ki a lemezek területét, ha a síkkondenzátor lemezeinek távolsága $10 \mu\text{m}$ és kapacitása 10 F? [6 pont]

Két „Gold Cap”-ot a mellékelt kapcsolás szerinti kapcsolásban kapcsolnak össze. A kapcsoló először az „A” állásban van.



- b) Az U_0 feszültséget 12,0 V-ra állítják be. Határozza meg a Gold Cap 1 Q_A töltését, és azt az E_A energiát, amelyet elektromos térben tárol! [5 pont]

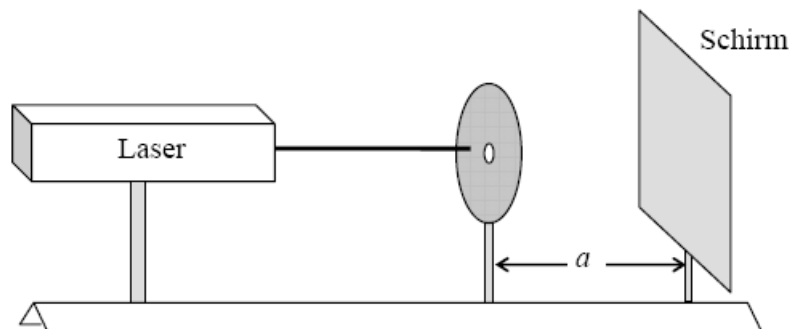
A kapcsolót ez után az „A” állásból a „B” állásba állítjuk át.

- c) Számítsa ki azt a feszültséget, amely a két kondenzátoron a kapcsoló átállítása után hosszabb idő elteltével beáll, valamint a két térben tárolt összenergiát. Magyarázza meg, miért tárolnak a terek kevesebb energiát most mint a b) részfeladatban! [8 pont]

- d) A Gold Cap 2 helyett egy tekercset építenek be. A kapcsolót ismét előbb az „A” állásba hozzák, majd átkapcsolják a „B” állásba. Váolja kvalitatív módon a Gold Cap 1 kondenzátoron eső feszültség időbeli változását, valamint az ellenálláson átfolyó áramerősséget az átkapcsolás időpontjától kezdve! [6 pont]

3. CD mint elhajlási rács

A CD-n az információkat digitális formában spirálformájú nyomvonalakban tárolják, amelyeket a CD-lejátszó lézer segítségével olvas le. Az egymás melletti nyomvonalak g távolsága $1,6 \mu\text{m}$. Ha az etikettréteget a CD-ről levesszük, akkor a CD elhajlási rácsként alkalmazható.



- a) Az ábrán látható kísérlet a lézer hullámhosszának meghatározására szolgál. Váolja az ernyőn megjelenő interferenciaképet, valamint a hullámhossz meghatározásának módját! [5 pont]
- b) Egyik kísérlet során a nulladik és első maximum közti távolság 8,6 cm volt, az ernyő és a CD közöttié pedig $a = 20 \text{ cm}$. Számítsa ki az alkalmazott lézer hullámhosszát! [6 pont]
- c) Írja le az interferenciakép várható változásait, ha az először alkalmazott vörös lézer helyett zöldet alkalmazunk, majd a CD helyett egy sűrűbb nyomvonalakkal rendelkező DVD-t használunk. [4 pont]

Ph 12 – Asztrofizika 1

1. A Nap

A csillagászok számára a Nap rendkívüli jelentőségű, hiszen a hozzánk legközelebbi csillag, másrészt a legrészletesebben vizsgálhatjuk. A Nap tulajdonságairól fontos ismeretek szerezhetők spektrumának vizsgálatával. A Nap-spektrumban a $\lambda = 656$ nm hullámhosszúnál erős abszorpciós vonal található, az úgynevezett H_α -vonal.

a) Magyarázza meg a Nap spektrumában lévő abszorpciós vonal létrejöttét!

[5 pont]

b) A hidrogénatom $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ sorozat-képlete segítségével kiszámítható annak a

fotonnak a hullámhossza, amely a gerjesztett hidrogénatom n_2 állapotából az alacsonyabb energiájú n_1 állapotba való átmenete során kibocsátódik.

$R_H = 1,0967758 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ a hidrogénatom Rydberg állandója. A H_α -vonal az első gerjesztett állapotba ($n_1 = 2$) való átmenet során keletkezik. Melyik volt a kiindulási állapot? Válaszát indokolja!

[4 pont]

c) Az Egyenlítő mentén a Napnak egy körbeforduláshoz 24,0 napra van szüksége. Ez a H_α -vonal a látható napkorong különböző helyein felvett spektrum segítségével határozható meg. A különböző helyeken a H_α -vonal különböző hullámhosszokon jelenik meg. Magyarázza meg ezt a jelenséget! Határozza meg a H_α -vonal maximális eltolódását! A Nap sugara $6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$.

[7 pont]

d) Írjon le egy további lehetőséget, amelynek segítségével a Nap forgási sebességére vonatkozóan megállapítások tehetők!

[4 pont]

e) Az M5 színeképtípushoz tartozó fősorozatbeli csillag (hőmérséklete a Napénál alacsonyabb) spektrumában a H_α -vonal csak nagyon gyengén jelenik meg. Mire vezethető vissza ez az effektus?

[5 pont]

A Nap középpontjában négy hidrogénatommag héliummaggá egyesül és ennek során energia szabadul fel.

f) Adja meg a fúziós folyamat teljes reakcióegyenletét és számítsa ki a folyamatban felszabaduló energiát! A közbülső termékek megadása nem szükséges.

[6 pont]

g) Miért csak a Nap legbenső központi tartományában zajlik le a hidrogén égése?

[4 pont]

2. Megfigyelések a Virgo Galaxiscsoportban

A Virgo galaxiscsoport közepén elhelyezkedő elliptikus, nagy tömegű M 87 galaxis tőlünk 15 Mpc távolságra van. Látszólagos fényessége 8,2.

a) Határozza meg az M 87 fényességét a Nap fényessége többszöröseként!

[7 pont]

b) 2004-ben spektroszkópiai vizsgálatok segítségével megállapították, hogy több planetáris köd mozog közelítőleg kör alakú pályán az M 87 magja körül. A pálya sugara 65 kpc, a sebessége $1,25 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Számítsa ki ebből az M 87 bezárt tömegét!

Eredményét a Nap tömegének többszöröseként adja meg!

[6 pont]

c) Minthogy az egyik planetáris köd legerősebb oxigén-kibocsátási vonalának Földön mért besugárzási erőssége csak maximálisan $1,0 \cdot 10^{-19} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$, a megfigyelésekhez

hatalmas tükrökre van szükség, olyanokra, mint pl. az ESO-é, amelynek átmérője 8 m. Számítsa ki, a Földtől mekkora távolságra lenne egy 100 W teljesítményű izzólámpa besugárzási erőssége ugyanekkora! Hasonlítsa össze a kapott távolságot a Föld és Hold közötti távolsággal!

[7 pont]

2007. március 1-én felfedeztek egy nagyon fényes objektumot, az SN 2007af szupernóvát.

d) Magyarozza meg egy olyan csillagnak a középpontjában lezajló folyamatokat, amelyek II típusú szupernóvára vezetnek! Röviden térjen ki a nehéz elemek keletkezésére is!

[5 pont]

Ph 12 – Asztrofizika 2

1. Ütközések a Naprendszerben

Clyde W. Tombaugh 1930-ban fedezte fel a Plútót, amelyet hosszú ideig a kilencedik bolygónak tartottak. Mintegy hetven évvel később egy további objektumot találtak Naprendszerünkben, amely a Plútónál mind kiterjedésére, mind pedig tömegét tekintve nagyobbak bizonyult. Ennek következtében 2006 augusztusában a Plútót „lefokozták” és bevezették a törpebolygók új osztályát.

- Magyarázza meg röviden az „ekliptika” fogalmát! [3 pont]
- A Plútó törpebolygó erősen excentrikus pályán mozog a Nap körül. Számítsa ki a Plútó r_p perihélium távolságát! [Ellenőrzésül: $r_p = 30 \text{ AE}$]
Hasonlítsa össze eredményét a Neptunusz pályájával és indokolja meg, miért nem ütközhet össze a Neptunusz a Plútóval belátható időn belül! [7 pont]
- Adjon meg két, a bolygók és a törpebolygók közötti tipikus különbséget! [4 pont]

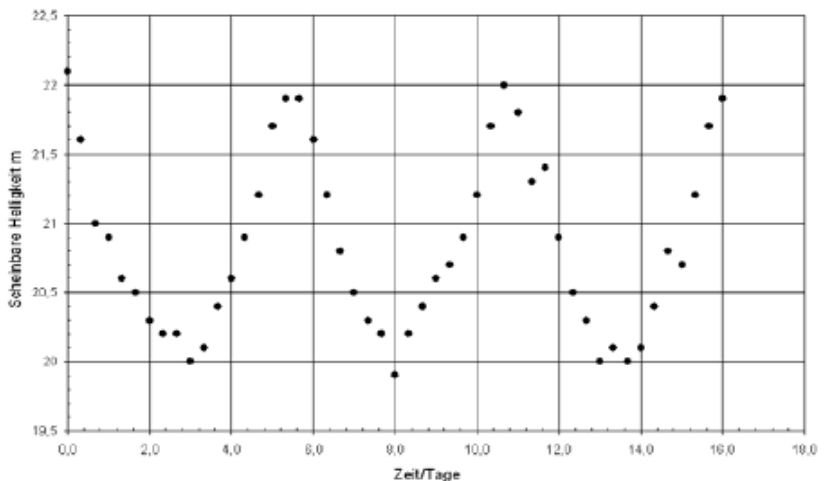
2. A Szíriusz mint kettős csillag

A Nagy Kutya csillagképben található a Szíriusz nevű objektum, amely a legfényesebb állócsillagként jelenik meg az égbolton. A Szíriusz azonban egy kettős csillag a Földtől 8,6 fényév távolságra. A fényesebb Szíriusz A nevű összetevőjének a hőmérséklete 9900 K, a kevésbé fényesebbé, a Szíriusz B-é pedig 25200 K. A további vizsgálódáshoz egyszerűség kedvéért feltesszük, hogy mindkét összetevő 50 éves keringési idővel a közös súlypont körüli körpályán mozog; távoláguk egymástól $3,0 \cdot 10^{12} \text{ m}$.

- A megadott adatok segítségével számítsa ki a két csillag össztömegét! [Ellenőrzésül: $m_{\text{összes}} = 3,2m_{\odot}$] [7 pont]
A Szíriusz A egy fősorozatbeli csillag $L_{\text{Szíriusz A}} = 25L_{\odot}$.
- Ebből kiindulva becsülje meg a Szíriusz A és a Szíriusz B tömegét! [Ellenőrzésül: $m_{\text{Szíriusz A}} = 2,9m_{\odot}$] [6 pont]
- Indokolja meg, hogy a Szíriusz B esetén miért beszélhetünk fehér törpéről! [4 pont]
- Készítsen egy Hertsprung-Russel-diagrammot és jelölje be a Szíriusz A-t, a Szíriusz B-t, valamint a Napot! [5 pont]

3. Galaxisok az Androméda csillagképben

Az „Androméda” csillagképben szabad szemmel is felismerhetünk egy ködöt. Csak amikor E. Hubble abban a Delta-Cephei-csillagokat felfedezte, vált világossá, hogy itt egy galaxisról van szó. Egy Delta-Cephei csillag fényességének ingadozását mutatja a mellékelt grafikus ábrázolás.



- Az ábra segítségével határozza meg az Androméda galaxis távolságát! [10 pont]
- Az Androméda galaxis spektrumában megtalálható H_{α} -vonal hullámhossza 656,14 nm [laboratóriumi hullámhossz: $\lambda_{\alpha} = 656,28$ nm].
Határozza meg ebből az Androméda galaxis radiális sebességét és indokolja meg, hogy az Androméda galaxis hozzánk közeledik vagy tőlünk távolodik-e! [6 pont]
Ugyancsak az „Androméda” csillagképben található a TEX 01445+336 galaxis, egy $3,7 \cdot 10^9$ fényév távolságra lévő kvazár.
- Írja le, hogyan határozható meg egy kvazár távolsága! [7 pont]
- Az Androméda galaxisra nyilvánvalóan nem teljesül a Hubble-törvény. Adja meg ennek okát! [4 pont]

A Naprendszer kiválasztott objektumainak az adatai

Objektum	Fél nagytengely a	Keringési idő T	Excentricitás ϵ
Vénusz	0,723 AE	0,615 a	0,007
Föld	1,000 AE	1,000 a	0,017
Jupiter	5,20 AE	11,86 a	0,048
Neptunusz	30,1 AE	164,8 a	0,009
Plútó	39,5 AE	247,7 a	0,25

Ph 12 – 1

1. Neutron

1930-ban Walther Bothe asszisztensével berilliumot sugárzott be 4,5 MeV energiájú alfarészecskékkel. A maradék-magon kívül egy akkor még ismeretlen fajtájú sugárzás is keletkezett. Két évvel később Chadwick kitalálta, hogy ez a sugárzás a protonnal nagyjából azonos tömegű, elektromosan semleges részecskékből, neutronokból áll.

- a) Adja meg a fenti kísérlet reakcióegyenletét! Leegyszerűsítve abból induljon ki, hogy a berillium tiszta ${}^9\text{Be}$ izotópból áll. [3 pont]
- b) A felszabaduló kötési energia kiszámításával mutassa meg, hogy ez a reakció elvileg lehetséges! [3 pont]
- c) Lényegesen kisebb mozgási energiájú α -részecskék alkalmazásakor ez a reakció nem következik be, jóllehet az energia-megmaradás törvénye szerint még mindig végbemehetne. Miért van ez így? [3 pont]

Mint a többi kvantumobjektumnak, úgy a neutronnak is vannak a hullámtulajdonságai. Ezért rendkívül alkalmas bizonyos szilárdtestek tulajdonságainak vizsgálatára, például a kristályok szerkezetének elemzésére. Az alkalmazott neutronok hullámhosszának ilyenkor a vizsgálandó szerkezet méretének nagyságrendjébe kell esnie, egyébként nem kaphatók értékelhető eredmények.

- d) A de Broglie képletből kiindulva vezesse le a nemrelativisztikus neutronokra vonatkozóan az E mozgási energia és a λ hullámhossz között fennálló $E = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$ összefüggést! [7 pont]
- e) A fenti kísérletben keletkező neutronok mozgási energiája 4,5 MeV fölött van. Mutassa meg, hogy ezek a neutronok túlságosan nagy energiájúak ahhoz, hogy segítségükkel a 10^{-10} m nagyságrendű atomos szerkezetek vizsgálhatóak lennének! [5 pont]
- f) Ilyen módon a neutronokat alkalmazásuk előtt le kell fékezni. Az alábbi három lehetőség áll rendelkezésre:
1. A neutronokat néhány ólomlemezen vezetjük át.
 2. A neutronokat vízben vezetjük át.
 3. A neutronokat erős mágneses téren vezetjük át.
- Indokolja meg, a három változat melyike alkalmas a fékezésre és melyike nem. [7 pont]
- g) A neutronforrástól a kísérleti laboratóriumig a neutronok 250 m-es utat tesznek meg. Szabad neutronok 11,7 perces felezési idővel elbomlanak. Indokolja meg, hogy a 0,1 nm hullámhosszúságú neutronok esetén ez az elbomlás a sugárintenzitás tekintetében ezen az úton nem játszik szerepet. [6 pont]

2. Hullámfüggvények

A diagrammon egydimenziós, véges mélységű potenciálgödör lefolyása látható. Alatta egy kötött állapotú elektron alapállapotának és első három gerjesztett állapotának a hullámfüggvénye található.

a) Indokolja meg, miért nem lehet a Φ_e és a Φ_f kötött állapotú elektron hullámfüggvénye!

[3 pont]

b) A Ψ_a , Ψ_b , Ψ_c és Ψ_d hullámfüggvények értéke a potenciálgödör peremén kívül sem nulla. Mi jelent ez a szóban forgó elektron esetén? Mennyiben különbözik a kvantummechanikai világkép klasszikus elképzelésünktől?

[5 pont]

c) A potenciál megváltozik oly módon, hogy a gödör mélyebb lesz. Hogyan változnak a hullámfüggvények értékei a potenciálgödörön kívül? Indokolja válaszát!

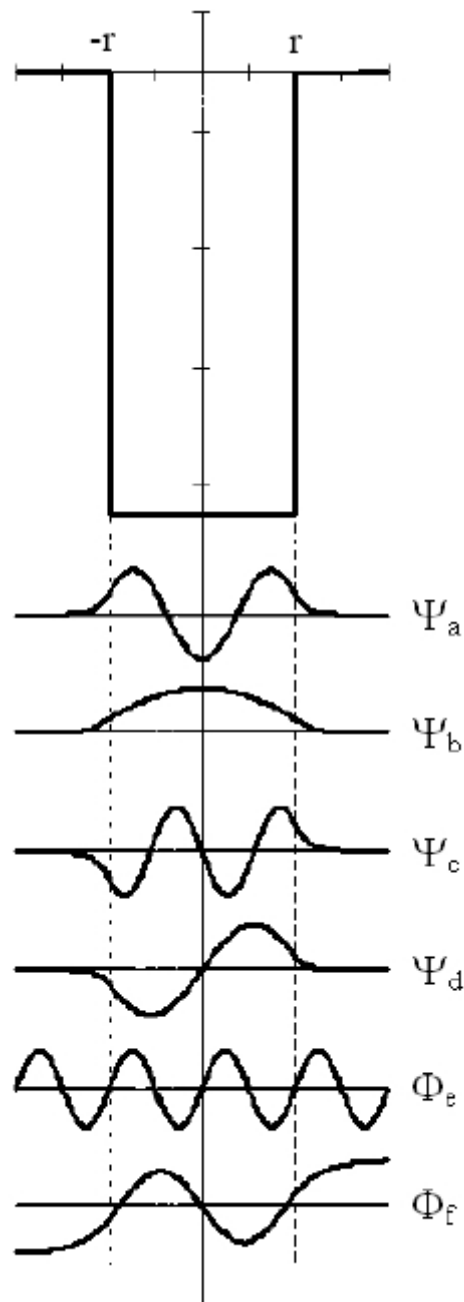
[4 pont]

d) Sorolja be a Ψ_a , Ψ_b , Ψ_c és Ψ_d hullámfüggvényeket a nekik megfelelő energia szerint! Választását indokolja!

[5 pont]

e) Az elektron a Ψ_a által leírt állapotban van. Jelölje be azokat az $-r$ és r közötti helyeket, amelyekben az elektron megtalálási valószínűsége a legnagyobb ill. a legkisebb. Választását röviden indokolja!

[5 pont]



Atomtömegek:

Nuklid	Atomtömeg (u)	Nuklid	Atomtömeg (u)
^1_0n	1,008 665	$^{11}_5\text{B}$	11,009 305
^1_1H	1,007 825	$^{12}_6\text{C}$	12,000 000
^4_2He	4,002 603	$^{13}_6\text{C}$	13,003 354
^6_3Li	6,015 126	$^{14}_7\text{N}$	14,003 074
^7_3Li	7,016 005	$^{16}_8\text{O}$	15,994 914
^9_4Be	9,012 182	$^{17}_8\text{O}$	16,999 133
$^{10}_5\text{B}$	10,012 938	$^{18}_8\text{O}$	17, 999159

Ph 12 – 2

1. Színeképek

Különböző objektumok kémiai összetételének azonosítására több mint 150 éve az abszorpciós és emissziós színeképeket használjuk. Minden elemnek és minden egyes molekulának megvan a saját jellegzetes színeképe, amely alapján egyértelműen azonosítható. Az ábra az atomi hidrogén színeképének egy részletét vázolja:

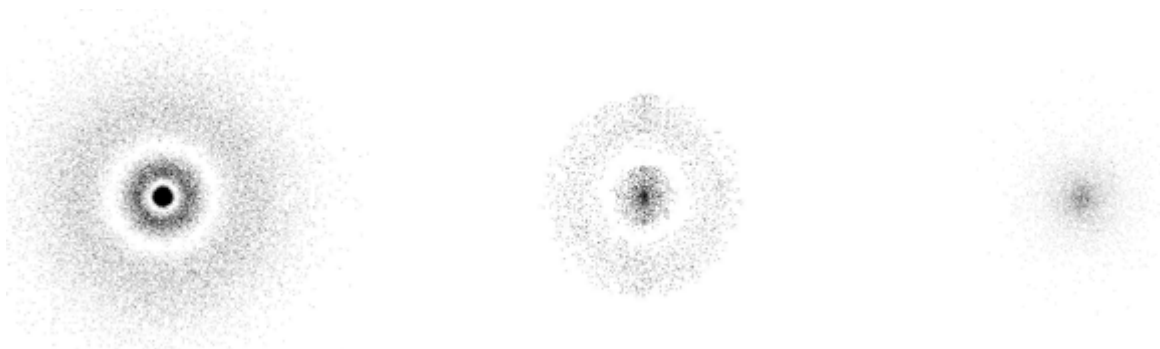


- a) Írjon le egy olyan kísérletet, amelynek segítségével a látható fény tartományába eső színekép egy része megmutatható! Hogyan határozható meg alkalmas mérések segítségével egy adott színekép hullámhossza? [6 pont]

A hidrogénatom egyes energiaszintjeihez tartozó E_n energiaértékeire érvényes az

$$E_n = -13,6\text{eV} \cdot \frac{1}{n^2} \quad (n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots) \text{ összefüggés.}$$

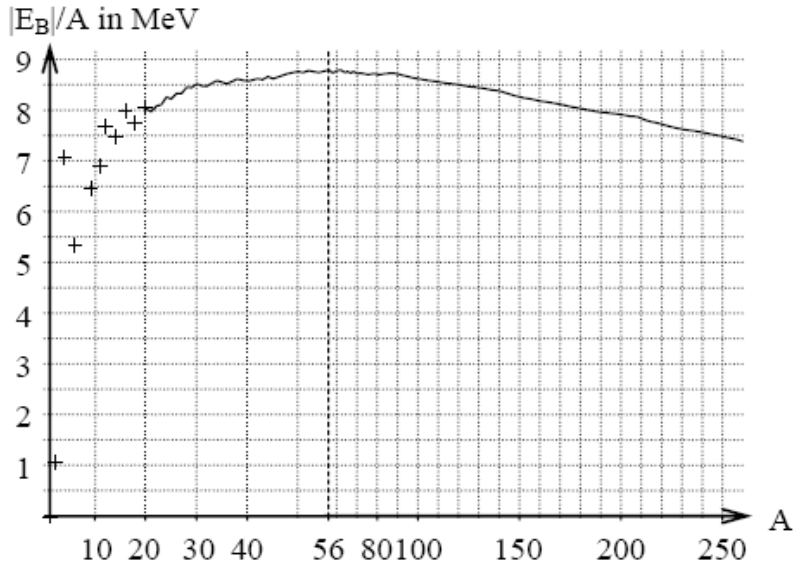
- b) Számítsa ki az öt legalacsonyabb szinthez tartozó energiaértéket és adja meg az ionizációs energiát. Rajzoljon egy energiaszint-sémát! [4 pont]
- c) Az alábbi képek a három legalacsonyabb energiaszinthez tartozó függvény keresztmetszetét mutatja. A pontok sűrűsége (a feketedés mértéke) a hullámfüggvény abszolút értékének mértéke az adott helyen. Rendelje a képek mindegyikéhez a megfelelő energiaszintet! Döntését röviden indokolja! [4 pont]



- d) Egy 2,7 eV mozgási energiájú elektron érkezik az első gerjesztett állapotú hidrogénatomra. Milyen magasabban gerjesztett állapotba való átmenetek következhetnek be? Rajzolja be ezeket az átmeneteket a b) részfeladathoz készített energiasémába! [4 pont]
- e) Döntse el, hogy a d) részfeladatban megadott átmenetek akkor is lehetségesek-e, ha a gerjesztett hidrogénatomot egy 2,7 eV energiájú foton és nem egy elektron találja el! [3 pont]
- f) Mutassa meg, hogy egy $n = 3$ gerjesztett állapotban lévő hidrogénatom bármilyen hullámhosszúságú látható fényt képes abszorbeálni! [4 pont]

2. Atommagok

„Energianyerés atommagokból” két különböző folyamat révén lehetséges: a maghasadás és a magfúzió segítségével. A mellékelt diagramm az egy nukleonra eső kötési energiát adja meg a nukleonok számának függvényében.



a) A diagramm segítségével magyarázza meg, miért lehetséges az energianyerés mind a maghasadás, mind pedig a magfúzió segítségével!

[5 pont]

b) A diagramm segítségével

becsülje meg, mennyi energia nyerhető egy gramm ^{235}U hasadásakor! Egyszerűség kedvéért induljon ki abból, hogy az uránmag két nagyjából egyenlő nagyságú darabra hasad.

[7 pont]

A csernobili reaktorbaeset során nagy mennyiségű radioaktív anyag szabadult fel, amelynek egy részét a szél Németországba hozta, ahol az esőzés következtében a talaj felszínére jutott. A radioaktív anyagban többek között a béta-sugárzó ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30$ a) is előfordult.

c) Sok „túlságosan sok” neutronnal rendelkező atommag ezt a „rossz arányt” bétabomlás segítségével javítja. Írja le ezt a folyamatot a kvarkmodell segítségével! [4 pont]

d) Írja le a radioaktív sugárzásnak az emberi test sejtjeire gyakorolt hatását! Tárgyalásában térjen ki a lehetséges kései következményekre is! [6 pont]

e) A ^{137}Cs az 56 protonból és 81 neutronból álló stabil ^{137}Ba -ra bomlik. Indokolja meg az atommagokra vonatkozó potenciálmodell alkalmazásával, miért lehet egy ilyen mag stabil, jóllehet még mindig lényegesen több neutron mint protont tartalmaz!

[5 pont]

f) Döntse el az alábbi állítások mindegyikéről, hogy igaz-e vagy hamis és indokolja röviden minden egyes esetben választát!

- (1) Néhány méter távolságra elhelyezett csak alfasugárzást kibocsátó radioaktív forrás semmiféle testi károsodást sem okoz.
- (2) Radioaktivitással terhelt élelmiszer radioaktivitása erős hevítéssel elenyésző mértékűre csökkenthető.
- (3) Minden egyes radioaktív bomlás során keletkezik neutrínó.
- (4) A radioaktivitásnak jelentős szerepe volt az evolúció során.

[8 pont]

SZERZŐ

A szerző matematika-fizika szakos gimnáziumi tanár Bajorországban [Maristen-Gymnasium Furth, az iskola honlapja: www.maristen-gymnasium.de], megbízott előadó a regensburgi alkalmazott tudományok egyetemén [Hochschule Regensburg – University of Applied Sciences, az intézmény honlapja: www.hs-regensburg.de, illetve a kurzus honlapja: https://fhr.zepelin.org/fakultaet/im/A_In_MA2/default.aspx], továbbá tagja egy kutatócsoportnak a müncheni szövetségi véderő egyetemén [Universität der Bundeswehr München, az intézmény honlapja: www.unibw.de]. A szerző honlapja: www.vilmos-balogh.de, e-mail: vilmos.balogh@maristen-gymnasium.de.