

FIZIKA

(A helyi tanterv a http://kerettanterv.ofi.hu/03_melleklet_9-12/3.2.08.2_fizika_9-12_g_b.doc kerettanterven alapul. Csak az óraszámokat illesztettük a helyileg megállapítotthoz.)

A természettudományos kompetencia középpontjában a természetet és a természet működését megismerni igyekvő ember áll. A fizika tantárgy a természet működésének a tudomány által feltárt legalapvetőbb törvényszerűségeit igyekszik megismertetni a diákokkal. A törvényszerűségek harmóniáját és alkalmazhatóságuk hihetetlen széles skálátartományát megcsodálva, bemutatja, hogyan segíti a tudományos módszer a természet erőinek és javainak az ember szolgálatába állítását. Olyan ismeretek megszerzésére ösztönözzük a fiatalokat, amelyekkel egész életpályájukon hozzájárulnak majd a társadalom és a természeti környezet összhangjának fenntartásához, a tartós fejlődéshez és ahhoz, hogy a körülöttünk levő természetnek minél kevésbé okozzunk sérülést.

Nem kevésbé fontos, hogy elhelyezzük az embert kozmikus környezetünkben. A természettudomány és a fizika ismerete segítséget nyújt az ember világban elfoglalt helyének megértésére, a világ jelenségeinek a természettudományos módszerrel történő rendszerbe foglalására. A természet törvényeinek az embert szolgáló sikeres alkalmazása gazdasági előnyöket jelent, de ezen túl szellemi, esztétikai örömet és harmóniát is kínál.

A tantárgy tanulása során a tanulók megismerik az alapvető fizikai jelenségeket és az azokat értelmező modellek és elméletek történeti fejlődését, érvényességi határait, a hozzájuk vezető megismerési módszereket. A fizika tanítása során azt is be kell mutatnunk, hogy a felfedezések és az azok révén megfogalmazott fizikai törvények nemcsak egy-egy kiemelkedő szellemóriás munkáját, hanem sok tudós századokat átfogó munkájának koherens egymásra épülő tudásszövetét jelenítik meg. A törvények folyamatosan bővültek, és a modern tudományos módszer kialakulása óta nem kizárják, hanem kiegészítik egymást. Az egyre nagyobb teljesítőképességű modellekből számos alapvető, letisztult törvény nőtt ki, amelyet a tanulmányok egymást követő szakaszai a tanulók kognitív képességeinek megfelelő gondolati és formai szinten mutatnak be, azzal a célkitűzéssel, hogy a szakirányú felsőfokú képzés során eljussanak a választott terület tudományos kutatásának frontvonalába.

A tantárgy tanulása során a tanulók megismerkedhetnek a természet tervszerű megfigyelésével, a kísérletezéssel, a megfigyelési és a kísérleti eredmények számszerű megjelenítésével, grafikus ábrázolásával, a kvalitatív összefüggések matematikai alakú megfogalmazásával. Ez utóbbi nélkülözhetetlen vonása a fizika tanításának, hiszen e tudomány fél évezred óta tartó diadalmenetének ez a titka.

Fontos, hogy a tanulók a jelenségekből és a köztük feltárt kapcsolatokról leszűrt törvényeket a természetben újabb és újabb jelenségekre alkalmazva ellenőrizzék, megtanulják igazolásuk vagy cáfolatuk módját. A tanulók ismerkedjenek meg a tudományos tényeken alapuló érveléssel, amelynek része a megismert természeti törvények egy-egy tudománytörténeti fordulóponton feltárt érvényességi korlátainak megvilágítása. A fizikában használatos modellek alkotásában és fejlesztésében való részvételtől kapjanak vonzó élményeket és ismerkedjenek meg a fizika módszerének a fizikán túlmutató jelentőségével is. A tanulóknak fel kell ismerniük, hogy a műszaki-természettudományi mellett az egészségügyi, az agrárgazdasági és a közgazdasági szakmai tudás szilárd megalapozásában sem nélkülözhető a fizika jelenségkörének megismerése.

A gazdasági élet folyamatos fejlődése érdekében létfontosságú a fizika tantárgy korszerű és további érdeklődést kiváltó tanítása. A tantárgy tanításának elő kell segítenie a

közvetített tudás társadalmi hasznosságának megértését és technikai alkalmazásának jelentőségét. Nem szabad megfélemednünk arról, hogy a fizika eszközeinek elsajátítása nagy szellemi erőfeszítést, rendszeres munkát igénylő tanulási folyamat. A Nemzeti Alaptanterv természetismeret kompetenciában megfogalmazott fizikai ismereteket nem lehet egyenlő mélységben elsajátítani. Így a tanárnak döntenie kell, hogy mi az, amit csak megismertet a fiatalokkal, és mi az, amit mélyebben feldolgoz. Az „Alkalmazások” és a „Jelenségek” címszavak alatt felsorolt témák olyanok, amelyekről fontos, hogy halljanak a tanulók, de mindent egyenlő mélységben - ebben az órakeretben - nincs módunk tanítani.

Ahhoz, hogy a fizika tantárgy tananyaga személyesen megérintsen egy fiatalot, a tanárnak a tanítás módszereit a tanulók, tanulócsoportok igényeihez, életkori sajátosságaihoz, képességeik kifejlődéséhez és gondolkodásuk sokféleségéhez kell igazítani. A jól megtervezett megismerési folyamat segíti a tanulói érdeklődés felkeltését, a tanulási célok elfogadását és a tanulók aktív szerepvállalását is. A fizika tantárgy tanításakor a tanulási környezetet úgy kell tehát tervezni, hogy az támogassa a különböző aktív tanulási formákat, technikákat, a tanulócsoport összetétele, mérete, az iskolákban rendelkezésre álló feltételek függvényében. Így lehet reményünk arra, hogy a megfelelő kompetenciák és készségek kialakulnak a fiatalokban.

A tehetséges diákok egy részének nincs lehetősége, hogy hat- vagy nyolc évfolyamos gimnáziumba járjon, bár egyértelműen felfedezhető a reál-műszaki érdeklődése. Az ilyen fiatalok számára kínál az érdeklődésüknek megfelelő optimális felkészülési és fejlődési programot a négy évfolyamos tehetséggondozó gimnáziumok fizika tanterve.

A négy évfolyamos tehetséggondozó gimnáziumok sajátos lehetősége, hogy a különböző iskolákból érkező tanulók tudását egységes szintre hozzák, ezt követően megfelelő fizikaképzésben részesüljenek, hogy felkészüljenek a továbbtanulásra.

A kerettantervben több helyen teremtettünk lehetőséget, hogy a fizika tanítása során a diákok személyes aktivitására lehetőség nyíljon, ami feltétele a fejlesztésnek. Ezt az aktivitást kívánja segíteni félévente legalább 2–2 mérési gyakorlat beiktatása a tantervbe. Ezek tárgyát a tanár a félév aktuális témájához illeszkedve, az iskola lehetőségei és a tanulócsoport sajátosságai alapján választhatja meg. Hangsúlyozottan ajánlott, hogy a méréscsoport magját az érettségi mérési feladatai adják. A kerettanterv évente egy terjedelmesebb, kiscsoportos keretek közt megoldandó projektmunkát is tartalmaz. Ennek feladataira ajánlásokat fogalmaz meg. A kötelező órakereten kívül szervezett szakköri foglalkozásokon segítheti a tanár a tanulók felkészülését. A foglalkozások témáinak feldolgozásakor figyeljünk arra, hogy kapcsolódjanak az egyes tanulók személyes érdeklődéséhez, továbbtanulási irányához, többi természettudományi (pl. kémia, biológia és földrajz) tantárggyal való együttműködésre.

9–10. évfolyam

A gimnáziumi fizikatanítás első ciklusában a közös szintre hozást, az ismerkedést szolgálja az alapozó mérési gyakorlatok beiktatása. Az egyes témák feldolgozása minden esetben a korábbi ismeretek, hétköznapi tapasztalatok összegyűjtésével, a kísérletezéssel, méréssel indul, de az ismertszerzés fő módszere a tapasztalatokból szerzett információk rendszerezése, matematikai leírása, igazolása, ellenőrzése és az ezek alapján elsajátított ismeretanyag alkalmazása. Ez utóbbi lényegi része a feladatmegoldás és esetenként az eredmények kísérleti ellenőrzése is. Figyeljünk arra, hogy a tanulók matematikai tudásának megfelelő apparátust használjunk, és ne maradjanak le a tanulásban a diákok.

A 9. évfolyamon először a kinematika, majd a dinamika, végül a folyadékok és gázok témaköre kerül feldolgozásra, sok kísérlettel, gyakorlati alkalmazással, lassan fokozódó tempóban.

Célunk a korszerű természettudományos világkép alapjainak és a mindennapi élet szempontjából fontos gyakorlati fizikai ismeretek kellő mértékű elsajátítása. A tanuló érezze, hogy a fizikában tanultak segítséget adnak számára, hogy biztonságosabban közlekedjen, hogy majd energiatudatosan éljen, olcsóbban éljen, hogy a természeti jelenségeket megfelelően értse és tudja magyarázni, az áltudományos reklámok ígéreteit helyesen tudja kezelni stb. Ennek hatékony módja lehet a tanár által jól választott problémamegoldás, továbbá például a fakultatív felkészülés után tartott tanulói feldolgozások és kiselőadások, ismeretterjesztő szakanyagok közös megtekintése és megbeszélése.

A kerettanterv részletesen felbontott óraszámához hozzászámítandó 10% (azaz 29 óra) szabad tanári döntéssel felhasználható órakeret, továbbá 32 óra ismétlésre és számonkérésre ajánlott órakeret. Ezekből adódik össze a kétéves teljes (9.évf. 4*36 + 10.évf. 4*36) 288 órás tantárgyi órakeret.

Tematikai egység	Alapozó mérési gyakorlatok	Órakeret 10 óra
Előzetes tudás	Alapmértékegységek.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Az általános iskolában tanultak ismétlése, alapvető kísérletező, mérő kompetencia fejlesztése.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<p><i>Egyszerű mérések</i> Hosszúság, terület, térfogat, tömeg, sűrűség, idő, erő mérése (laboratóriumi formában).</p> <p>Mérések a szabadban: nagy távolságok mérése digitális fotó alapján (a kamera látószögre való kalibrálása alapján). Távolságmérés lézeres kézi mérőműszerrel.</p>	<p>A tanuló legyen tisztában a mérésekkel kapcsolatos alapvető elméleti ismeretekkel. Tudjon mérési jegyzőkönyvet készíteni.</p> <p>Ismerje a mérés lényegi jellemzőit, a szabványos és a gyakorlati mértékegységeket, a mérési pontosság fogalmát, a hiba okait.</p>	<p><i>Matematika:</i> a függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés, mértékegységek.</p> <p><i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> a mértékegységek</p>

Időmérés a közlekedésben. Mikroszkopikus távolságok mérése (pl. számítógépes szoftver és kamera segítségével). Időmérési feladatok a közlekedésben és a sportudvaron.	Legyen képes gyakorlatban alkalmazni a megismert mérési módszereket.	kialakulása.
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Mérés, mérőeszköz, érzékenység, pontosság, mérési hiba, mértékegység.	

Tematikai egység	Mozgástan	Órakeret 22 óra
Előzetes tudás	Hétköznapi mozgásokkal kapcsolatos gyakorlati ismeretek. A 7–8. évfolyamon tanult kinematikai alapfogalmak, az út- és időmérés alapvető módszerei, függvényfogalom, a grafikus ábrázolás elemei, egyenletrendezés.	
A tematikai egység –nevelési-fejlesztési céljai	A kinematikai alapfogalmak, mennyiségek kísérleti alapokon történő kialakítása, illetve bővítése, az összefüggések (grafikus) ábrázolása és matematikai leírása. A természettudományos megismerés Galilei-féle módszerének bemutatása. A kísérletezési kompetencia fejlesztése a legegyszerűbb kézi mérésektől a számítógépes méréstechnikáig. A problémamegoldó képesség fejlesztése a grafikus ábrázolás és ehhez kapcsolódó egyszerű feladatok megoldása során (is). A tanult ismeretek gyakorlati alkalmazása hétköznapi jelenségekre, problémákra (pl. közlekedés, sport).	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<p><i>Alapfogalmak:</i> a köznapi testek mozgásformái: haladó mozgás és forgás. A kiterjedt testek „tömegpont”-közelítése, tömegközéppont.</p> <p><i>Hely, hosszúság és idő mérése</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: földrajzi szélesség meghatározása a delelő Nap állásából, helymeghatározás háromszögeléssel. Nagy távolságok mérése látószögmérés alapján. Csillagászati távolságmérések, becslések (Eratosztthenész,</p>	<p>A tanuló legyen képes a mozgásokról tanultak és a köznapi jelenségek összekapcsolására, a fizikai fogalmak helyes használatára, egyszerű számítások elvégzésére.</p> <p>Ismerje a mérés lényegi jellemzőit, a szabványos és a gyakorlati mértékegységeket, a mérési pontosság fogalmát, a hiba okait.</p> <p>Legyen képes gyakorlatban alkalmazni a megismert mérési módszereket.</p>	<p><i>Matematika:</i> függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés.</p> <p><i>Informatika:</i> függvényábrázolás (táblázatkezelő használata).</p> <p><i>Testnevelés és sport:</i> érdekes sebességadatok, érdekes sebességek, pályák technikai környezete.</p> <p><i>Biológia-egészségtan:</i></p>

<p>Arisztarkhosz mérései). Mikroszkópos távolságmérések. Ókori időmérés (napóra, vízóra). Olimpiai rekordidők relatív mérési pontossága.</p>		<p>élőlények mozgása, sebességei, reakcióidő.</p> <p><i>Művészetek; magyar nyelv és irodalom:</i> mozgások ábrázolása.</p>
<p><i>A mozgás viszonylagossága, a vonatkoztatási rendszer (koordináta-rendszer).</i></p> <p><i>Galilei relativitási elve.</i> Mindennapi tapasztalatok egyenletesen mozgó vonatkoztatási rendszerekben (autó, vonat).</p> <p><i>Alkalmazások:</i> földrajzi koordináták meghatározása a Nap állásából; GPS; helymeghatározás, távolságmérés radarral.</p>	<p>Tudatosítsa a viszonyítási rendszer alapvető szerepét, megválasztásának szabadságát és célszerűségét (a mérés kezdőpontja és az irányok rögzítése /negatív sebesség/).</p>	<p><i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> járművek sebessége és fékútja, követési távolság, közlekedésbiztonsági eszközök, technikai eszközök (autók, motorok), GPS, rakéták, műholdak alkalmazása, az űrhajózás célja.</p> <p><i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> Galilei munkássága;</p>
<p><i>Egyenes vonalú egyenletes mozgás kísérleti vizsgálata.</i> Grafikus leírás. Sebesség, átlagsebesség. Grafikus feladatmegoldás.</p>	<p>Értelmezze az egyenes vonalú egyenletes mozgás jellemző mennyiségeit, tudja azokat grafikusán ábrázolni. Tudjon grafikus módszerrel feladatokat megoldani.</p>	<p>a kerék feltalálásának jelentősége.</p> <p><i>Földrajz:</i> a Naprendszer szerkezete, az égitestek mozgása, csillagképek, távcsövek.</p>
<p><i>Egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás kísérleti vizsgálata.</i></p>	<p>Ismerje a változó mozgás általános fogalmát, értelmessze az átlag- és pillanatnyi sebességet. Ismerje a gyorsulás fogalmát, vektor-jellegét. Tudja ábrázolni az s-t, v-t, a-t grafikonokat. Tudjon egyszerű feladatokat megoldani.</p>	
<p><i>A szabadesés vizsgálata.</i> <i>A nehézségi gyorsulás meghatározása.</i></p>	<p>Ismerje Galilei modern tudományteremtő, történelmi módszerének lényegét: a jelenség megfigyelése, értelmező hipotézis felállítása, számítások elvégzése, az eredmény ellenőrzése célzott kísérletekkel.</p>	
<p><i>Összetett mozgások.</i> <i>Egymásra merőleges egyenletes mozgások összege.</i> Vízszintes hajítás kísérleti</p>	<p>Ismerje a mozgások függetlenségének elvét és legyen képes azt egyszerű esetekre (folyón átkelő csónak, vízszintes hajítás) a sebesség</p>	

vizsgálata, értelmezése összetett mozgásként.	vektorjellegének kiemelésével alkalmazni.	
<i>Egyenletes körmozgás.</i> A körmozgás, mint periodikus mozgás. A mozgás jellemzői (kerületi és szögjellemzők). A centripetális gyorsulás értelmezése.	Ismerje a körmozgást leíró kerületi és szögjellemzőket és tudja alkalmazni azokat. Értelmezze a centripetális gyorsulást. Mutasson be egyszerű kísérleteket, méréseket. Tudjon alapszintű feladatokat megoldani.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Sebesség, átlagsebesség, pillanatnyi sebesség, gyorsulás, vektorjelleg, mozgások összegződése, periódusidő, szögsebesség, centripetális gyorsulás.	

Tematikai egység	Pontszerű testek és pontrendszerek dinamikája	Órakeret 33 óra
Előzetes tudás	Kinematikai alapfogalmak, függvények.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Az ösztönös arisztotelészi mozgásszemlélet tudatos lecserélése a newtoni szemléletre. Az új szemlélet beépítése a diákok személyes gondolati hálójába, a tanulóknál élő esetleges prekonceptiók, illetve naiv elméletek hibás elemeit megváltoztatva, nem csak a fizikához kötődve. (Az új szemlélet kialakításakor jól alkalmazható a „kognitív konfliktus” létrehozásának módszere.) Az általános iskolában megismert sztatikus erőfogalom felcserélése a dinamikai szemléletével, rámutatva a két szemlélet összhangjára.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>Az erő fogalma.</i> Az erő alak- és mozgásállapot-változtató hatása. Erőmérés rugós erőmérővel. Az erő vektormennyiség.	Ismerje a tanuló az erő alak- és mozgásállapot-változtató hatását, az erő mérését, mértékegységét, vektor-jellegét. Legyen képes erőt mérni rugós erőmérővel.	<i>Matematika:</i> a függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés. <i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> Takarékosság; légszennyezés, zajszennyezés; közlekedésbiztonsági eszközök, közlekedési szabályok, GPS, rakéták, műholdak alkalmazása, az űrhajózás célja. Biztonsági öv,
<i>Erővektorok összegzése, felbontása.</i>	Gyakorlatban tudja alkalmazni az erővektorok összegezését és felbontását, szerkesztéssel, (számítással), kísérleti igazolással kiegészítve.	
<i>A tehetetlenség törvénye (Newton I. axiómája).</i> Az űrben, űrhajóban szabadon mozgó testek.	Legyen képes az arisztotelészi mozgásértelmezés elvetésére kognitív alapon. Ismerje az inercia-(tehetetlenségi) rendszer fogalmát.	

<i>Testek egyensúlyban.</i>	Ismerje és a gyakorlatban tudja alkalmazni az egyensúlyi állapot feltételét több erő együttes hatása esetén.	ütközéses balesetek, a gépkocsi biztonsági felszerelése, a biztonságos fékezés. Nagy sebességű utazás egészségügyi hatásai. <i>Biológia-egészségtan:</i> reakcióidő, az állatok mozgása (pl. medúza). <i>Földrajz:</i> a Naprendszer szerkezete, az égitestek mozgása, csillagképek, távcsövek.
<i>Az erő mozgásállapot-változtató (gyorsító) hatása – Newton II. axiómája.</i>	Tudja Newton II. törvényét, ismerje az erő SI-mértékegységét és annak származtatását. Ismerje a tehetetlen tömeg fogalmát.	
A lendületváltozás és az erőhatás kapcsolata.	Ismerje a lendület fogalmát, vektor-jellegét, a lendületváltozás és az erőhatás kapcsolatát. Tudja a lendülettételt.	
<i>A kölcsönhatás törvénye (Newton III. axiómája).</i>	Ismerje, és egyszerű példákkal tudja illusztrálni, hogy az erő két test közötti kölcsönhatás. Tudjon értelmezni egyszerű köznapi jelenségeket a párkölcsönhatás esetén a lendület megmaradásának törvényével.	
<i>Lendületmegmaradás párkölcsönhatás esetén</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: golyók, labdák, korongok ütközése. Ütközéses balesetek a közlekedésben. Miért veszélyes a koccanás? Az utas biztonságát védő technikai megoldások (biztonsági öv, légszák, a gyűrődő karosszéria). Sebességmérés, tömegmérés ütköztetéssel. Sebességmérés ballisztikus ingával.	A lendületmegmaradás törvényét alkalmazva legyen képes egyszerű számítások és mérési feladatok megoldására.	
<i>Az erőhatások függetlensége.</i> <i>Erőtörvények, a dinamika alapegyenlete.</i> A rugó erőtvénye. A nehézségi erő és hatása. A tömegközéppont fogalma. Tapadási és csúszási súrlódás.	Tudja, hogy több erő együttes hatása esetén a test gyorsulását az erők vektori eredője határozza meg. Ismerje, és tudja alkalmazni a tanult egyszerű erőtvényeket. Legyen képes egyszerű feladatok	

<p>Kényszererők.</p> <p>Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: járművek indulása, fékezése, közlekedésbiztonság, a súrlódás haszna és kára; kötél-súrlódás stb.</p>	<p>megoldására és a kapott eredmény kísérleti ellenőrzésére néhány egyszerű esetben:</p> <ul style="list-style-type: none"> – állandó erővel húzott test; – mozgás lejtőn, a súrlódás hatása; – mérleg a liftben, a súlytalanság állapota. 	
<p><i>Az egyenletes körmozgás dinamikája.</i></p> <p>Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: vezetés kanyarban, hullámvasút; függőleges síkban átforduló kocsik; centrifuga.</p>	<p>Értse, hogy az egyenletes körmozgás gyorsulását (a centripetális gyorsulást) a ható erők centrális komponenseinek összege adja. Ennek ismeretében legyen képes egyszerű feladatok megoldására csoportmunkában.</p>	
<p><i>Pontrendszerek mozgásának vizsgálata, dinamikai értelmezése.</i></p>	<p>Tudja, hogy az egymással kölcsönhatásban lévő testek mozgását az egyes testekre ható külső erők és a testek közötti kényszerkapcsolatok figyelembevételével lehetséges értelmezni. Legyen képes ennek alapján egyszerű esetek (pl. Atwood-féle ejtőgép, kiskocsi gyorsítása csigán átvett súllyal) elemzésére.</p>	
<p><i>Az impulzusmegmaradás zárt rendszerben.</i></p> <p>A rakétameghajtás elve. Ütközések.</p>	<p>Legyen képes az impulzusmegmaradás törvényének alkalmazására, egyszerű kísérletek, számítások elvégzésére egyéni és csoportmunkában. Értse a rakétameghajtás lényegét.</p>	
<p>Kulcsfogalmak/ fogalmak</p>	<p>Erő, párkölcsönhatás, lendület, lendületmegmaradás, erőtvörvény, mozgásegyenlet, pontrendszer, rakétamozgás, ütközés.</p>	

Tematikai egység	Testek egyensúlya – statika	Órakeret 10 óra
Előzetes tudás	Kinematikai alapfogalmak, Newton I. és II. törvénye, az erőhatások függetlenségének elve, erők vektori összegzése, eredő erő, forgatónyomaték.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A mindennapi és a műszaki, továbbá az egészségügyi gyakorlatban fontos alkalmazott fizikai ismeretek elsajátítása. Az egyensúly fogalmának kiterjesztése, mélyítése.	

Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<p><i>Pontszerű test egyensúlya.</i></p> <p><i>A merev test mint speciális pontrendszer.</i></p> <p><i>Merev testek egyensúlyának feltétele.</i></p> <p>Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: emelők, tartószerkezetek, építészeti érdekességek (pl. gótikus támpillérek, boltívek, műszaki szerkezetek méretezési szabályai).</p>	<p>A tanuló ismerje és egyszerű esetekre tudja alkalmazni a pontszerű test egyensúlyi feltételét. Legyen képes erővektorok összegzésére, komponensekre bontására, egyszerű szerkesztési feladatok elvégzésére.</p> <p>Ismerje az erő forgató hatását, a forgatónyomaték fogalmát, a merev test egyensúlyának kettős feltételét.</p> <p>Legyen képes egyszerű számítások, mérések, szerkesztések elvégzésére.</p>	<p><i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> tudománytörténet.</p> <p><i>Matematika:</i> alpműveletek, egyenletrendezés, műveletek vektorokkal.</p> <p><i>Testnevelés és sport:</i> kondicionáló gépek, az egészséges emberi testtartás.</p>
<p><i>Tömegközéppont.</i></p> <p><i>Deformálható testek egyensúlyi állapota.</i></p>	<p>Ismerje a tömegközéppont fogalmát és legyen képes annak meghatározására egyszerű esetekben.</p> <p>Ismerje Hooke törvényét, értse a külső és belső erők egyensúlyát, a rugalmas alakváltozás és a belső erők kapcsolatát.</p>	<p><i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> erőátviteli eszközök, technikai eszközök, technikai eszközök stabilitása.</p>
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Egyensúly, forgatónyomaték, tömegközéppont, merev test, deformálható test, rugalmas megnyúlás.	

Tematikai egység	Mechanikai munka, energia	Órakeret 10 óra
Előzetes tudás	Erő, elmozdulás, az állandó erő munkája.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Az általános iskolában tanult munka- és mechanikai energiafogalom elmélyítése és bővítése, a mechanikai energiamegmaradás igazolása speciális esetekre és a mechanikai energiamegmaradás törvényének általánosítása. Az elméleti megközelítés mellett a fizikai ismeretek mindennapi alkalmazásának bemutatása, gyakorlása.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>Mechanikai munka és teljesítmény.</i>	A tanuló értse a fizikai munkavégzés fogalmát, legyen képes egyszerű feladatok	<i>Matematika:</i> a függvény fogalma, grafikus ábrázolás,

<i>Mechanikai energiafajták</i> (helyzeti energia, mozgási energia, rugalmas energia).	megoldására. A fogalmak ismerete és értelmezése gyakorlati példákon.	egyenletrendezés. <i>Testnevelés és sport:</i> sportolók teljesítménye, sportoláshoz használt pályák energetikai viszonyai és sporteszközök energetikája.
<i>Munkatétel.</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: a fékút és a sebesség kapcsolata, a követési távolság meghatározása.	A tanuló értse és tudja alkalmazni a munkatételt konkrét gyakorlati problémákra.	<i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> járművek fogyasztása, munkavégzése, közlekedésbiztonsági eszközök, technikai eszközök (autók, motorok).
<i>A mechanikai energiamegmaradás törvénye.</i> Alkalmazások, jelenségek: mozgás gördeszkás görbült lejtőn, síugrósáncon. Amikor a mechanikai energiamegmaradás nem teljesül – a súrlódási erő munkája.	Tudja egyszerű zárt rendszerek példáin keresztül értelmezni a mechanikai energiamegmaradás törvényét. Tudja, hogy a mechanikai energiamegmaradás nem teljesül súrlódás, közegellenállás esetén, mert a rendszer mechanikailag nem zárt.	<i>Biológia-egészségtan:</i> élőlények mozgása, teljesítménye.
<i>Egyszerű gépek, határfok.</i> Érdekességek, alkalmazások. Ókori gépezetek, mai alkalmazások. Az egyszerű gépek elvének felismerése az élővilágban. <i>Energia és egyensúlyi állapot.</i>	Tudja a gyakorlatban használt egyszerű gépek működését értelmezni, ezzel kapcsolatban feladatokat megoldani. Ismerje a stabil, labilis és közömbös egyensúlyi állapot fogalmát és tudja alkalmazni egyszerű esetekben.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Munkavégzés, energia, helyzeti energia, mozgási energia, rugalmas energia, munkatétel, mechanikai energiamegmaradás.	

Tematikai egység	Az égi és földi mechanika egysége		Órakeret 8 óra
Előzetes tudás	Nehézségi gyorsulás, szabadesés, körmozgás, a dinamika alapegyenlete, ellipszis.		
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Annak bemutatása, hogy a newtoni mozgástörvények és Newton gravitációs törvénye egységbe fogták az égi és a földi mechanikát. A newtoni világkép tudománytörténeti jelentősége, hangsúlyozva, hogy a klasszikus mechanika több száz éves törvényei ma is maradéktalanul érvényesek.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok	
<i>A kopernikuszi világkép.</i>	A tanuló ismerje Kepler	<i>Földrajz:</i> a	

<i>A bolygók mozgása. Kepler törvényei.</i>	törvényeit, tudja azokat alkalmazni a Naprendszer bolygóira és mesterséges holdakra. Ismerje a geocentrikus és heliocentrikus világgép kultúrtörténeti dilemmáját és konfliktusát.	Naprendszer szerkezete, az égitestek mozgása, csillagképek, távcsövek, űrállomás, űrtávcső, az űrhajózás célja.
<i>Newton gravitációs törvénye.</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: a nehézségi gyorsulás változása a Földön. Az árapály-jelenség kvalitatív magyarázata. A mesterséges holdak mozgása és a szabadesés. A súlytalanság értelmezése az űrállomáson. Jelenségek az űrhajóban. Geostacionárius műholdak, hírközlési műholdak. A műholdak szerepe a GPS-rendszerben.	Tudja, hogy a gravitációs kölcsönhatás a négy alapvető fizikai kölcsönhatás egyike, meghatározó jelentőségű az égi mechanikában. Ismerje a gravitációs erőtvényt és tudja azt alkalmazni egyszerű esetekre. Értse a gravitáció szerepét az űrkutatással, űrhajózással kapcsolatos közismert jelenségekben.	<i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> GPS, rakéták, műholdak alkalmazása a távközlésben, a meteorológiában. <i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> Galilei és Newton munkássága.
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Heliocentrikus világgép, általános tömegvonzás, mesterséges hold, súlytalanság.	

Tematikai egység	Folyadékok és gázok mechanikája		Órakeret 17 óra
Előzetes tudás	Hidrosztatikai és aerosztatikai alapismeretek, sűrűség, nyomás, légnyomás, felhajtóerő, kémia: anyagmegmaradás, halmazállapotok, földrajz: tengeri, légköri áramlások.		
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A témakör jelentőségének bemutatása, mint a fizika egyik legrégebbi területe és egyúttal a legújabb kutatások színtere (pl. tengeri és légköri áramlások, a vízi- és szélenergia hasznosítása). A megismert fizikai törvények összekapcsolása a gyakorlati alkalmazásokkal. Önálló tanulói kísérletezéshez szükséges képességek fejlesztése, hétköznapi jelenségek fizikai értelmezésének gyakoroltatása.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok	
<i>Alkalmazott hidrosztatika</i> Pascal törvénye, hidrosztatikai nyomás, felhajtóerő nyugvó folyadékokban és gázokban. Hidraulikus gépek.	A tanuló legyen képes egyszerű mérőkísérletek elvégzésére. Tudja alkalmazni hidrosztatikai ismereteit köznapi jelenségek értelmezésére, egyszerű	<i>Matematika:</i> a függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés.	

	számításos feladatok megoldására. A tanult ismeretek alapján legyen képes önálló forráskutatáson alapuló ismeretbővítésre és az új ismeretek bemutatására (pl. hidraulikus gépek alkalmazásainak bemutatása).	<i>Kémia:</i> folyadékok, felületi feszültség, kolloid rendszerek, gázok, levegő, viszkozitás, alternatív energiaforrások. <i>Történelem,</i> <i>társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> hajózás szerepe, légiközlekedés szerepe. <i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> vízi járművek legnagyobb sebességeinek korlátja, légnyomás, repülőgépek közlekedésbiztonsági eszközei, vízi és légi közlekedési szabályok. <i>Biológia-egészségtan:</i> Vízi élőlények, madarak mozgása, sebességei, reakcióidő. A nyomás és változásának hatása az emberi szervezetre (pl. súlyfűrdő, keszonbetegség, hegyi betegség).
<i>Molekuláris erők folyadékokban</i> (kohézió és adhézió). Felületi feszültség. Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: habok különleges tulajdonságai, mosószeres hatásmechanizmusa.	Ismerje a felületi feszültség fogalmát és mérésének módját. Tudja alkalmazni a tanultakat egyszerű köznapi jelenségek értelmezésére. Legyen tisztában a felületi jelenségek fontos szerepével az élő és élettelen természetben.	
<i>Aerosztatika</i> <i>Légnyomás, felhajtóerő levegőben.</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: a légnyomás változásai. A légnyomás szerepe az időjárási jelenségekben, a barométer működése. Légghajó, hőlégballon.	Ismerje a légnyomás fogalmát, legyen képes a légnyomás jelenségének egyszerű kísérleti bemutatására. Ismerjen a levegő nyomásával kapcsolatos, gyakorlati szempontból is fontos néhány jelenséget.	
<i>Folyadékok és gázok áramlása</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: légköri áramlások, a szél értelmezése a nyomásviszonyok alapján, nagy tengeráramlásokat meghatározó környezeti hatások. <i>Kontinuitási egyenlet, anyagmegmaradás.</i>	Tudja, hogy az áramlások oka a nyomáskülönbség. Legyen képes köznapi áramlási jelenségek kvalitatív fizikai értelmezésére. Tudja értelmezni az áramlási sebesség változását a keresztmetszettel az anyagmegmaradás (kontinuitási egyenlet) alapján.	
<i>Bernoulli-hatás.</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: szárnyprofil, Magnus-hatás, versenyautók formája.	Ismerje a Bernoulli-hatást és tudja azt egyszerű kísérlettel demonstrálni, legyen képes kvalitatív szinten alkalmazni a törvényt köznapi jelenségek magyarázatára.	
A viszkozitás fogalma.	Kvalitatív szinten ismerje a viszkozitás fogalmát és néhány gyakorlati vonatkozását.	

<p><i>Erőhatások áramló közegben. Az áramló közegek energiája, a szél- és a vízi energia hasznosítása.</i></p>	<p>Ismerje a közegeellenállás jelenségét, tudja, hogy a közegeellenállási erő sebességfüggő.</p> <p>Legyen tisztában a vízi és szélenergia jelentőségével hasznosításának múltbeli és korszerű lehetőségeivel. Legyen képes önálló internetes forráskutatás alapján konkrét ismeretek szerzésére e megújuló energiaforrások aktuális hazai hasznosításairól.</p>	
<p>Kulcsfogalmak/ fogalmak</p>	<p>Hidrosztatikai nyomás, felhajtóerő, úszás, viszkozitás, felületi feszültség, légnyomás, légáramlás, áramlási sebesség, aerodinamikai felhajtóerő, közegeellenállás, szél- és vízienergia, szélerőmű, vízierőmű.</p>	
<p>Tematikai egység</p>	<p>Elektrosztatika</p>	<p>Órakeret 15 óra</p>
<p>Előzetes tudás</p>	<p>Erő, munka, potenciális energia, elektromos töltés, töltésmegmaradás.</p>	
<p>A tematikai egység nevelési- fejlesztési céljai</p>	<p>Az elektrosztatikus mező fizikai valóságként való elfogadtatása. A töltések közti „távolhatás” helyett a mező és a mezőbe helyezett töltés közvetlen kölcsönhatásának elfogadtatása. A mező jellemzése a térerősség, potenciál és erővonalak segítségével. Jelenséget bemutató kísérletek, mindennapi jelenségek értelmezése és gyakorlati alkalmazások során az ok-okozati gondolkodás, a problémamegoldó képesség fejlesztése.</p>	
<p>Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek</p>	<p>Követelmények</p>	<p>Kapcsolódási pontok</p>
<p><i>Elektrosztatikai alapjelenségek. Elektromos kölcsönhatás. Elektromos töltés.</i></p>	<p>A tanuló ismerje az elektrosztatikus alapjelenségeket, tudjon egyszerű kísérleteket bemutatni, értelmezni.</p>	<p><i>Kémia:</i> elektron, proton, elektromos töltés, az atom felépítése, elektrosztatikus kölcsönhatások, kristályrácsok szerkezete. Kötés, polaritás, molekulák polaritása, fémek kötés, fémek elektromos vezetése.</p>
<p><i>Coulomb törvénye (az SI-egységrendszer kiegészítése a töltés egységével). A ponttöltés elektromos erőtere, az elektromos térerősség vektora, erővonalak.</i></p>	<p>Ismerje a Coulomb-féle erőtvényt, legyen képes összehasonlítani a gravitációs erőtvénnyel a matematikai formula hasonlósága és a kölcsönhatások közti különbség szempontjából.</p>	
<p><i>Az elektrosztatikus mező fogalmának általánosítása. Az elektromos mező mint a kölcsönhatás közvetítője. A homogén elektromos mező.</i></p>	<p>Ismerje a mező fogalmát, és létezését fogadja el anyagi objektumként. Tudja, hogy az elektromos mező forrása/í a töltés/töltések.</p>	

<p>Az elektromos mezők szuperpozíciója.</p> <p><i>Az elektromos mező munkája homogén mezőben. Az elektromos feszültség fogalma.</i> A konzervatív elektromos mező. A szintfelületek és a potenciál fogalma. Mechanikai analógia.</p>	<p>Ismerje a mezőt jellemző térerősség és a térerősség-fluxus fogalmát, értse az erővonalak jelentését.</p> <p>Ismerje a homogén elektromos mező fogalmát és jellemzését.</p> <p>Ismerje az elektromos feszültség fogalmát. Tudja, hogy az elektrosztatikus mező konzervatív, azaz a töltés mozgatása során végzett munka nem függ az úttól, csak a kezdeti és végállapotok helyzetétől. Legyen képes homogén elektromos térrel kapcsolatos elemi feladatok megoldására.</p>	<p>számok normálalakja, vektorok függvények.</p> <p><i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> balesetvédelem, földelés.</p>
<p><i>Töltés eloszlása fémes vezetőn.</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: csúcshatás, villámhárító, Faraday-kalitka – árnyékolás.</p>	<p>Tudja, hogy a fémre felvitt töltések a felületen helyezkednek el, a fém belsejében a térerősség zérus.</p> <p>Ismerje az elektromos megosztás, a csúcshatás jelenségét, a Faraday-kalitka és a villámhárító működését és gyakorlati jelentőségét.</p>	
<p><i>Kapacitás fogalma, a demonstrációs síkkondenzátor tere, kapacitása. Kondenzátorok kapcsolása.</i></p> <p><i>A kondenzátor energiája.</i> <i>Az elektromos mező energiája, energiasűrűsége.</i> A kondenzátor energiájának kifejezése a potenciállal és térerősséggel.</p>	<p>Ismerje a kapacitás fogalmát, a síkkondenzátor terét, tudja értelmezni kondenzátorok soros és párhuzamos kapcsolását. Egyszerű kísérletek alapján tudja értelmezni, hogy a feltöltött kondenzátornak, azaz a kondenzátor elektromos terének energiája van. Értse, és a kondenzátor példáján tudja kvalitatív szinten értelmezni, hogy a az elektromos mező kialakulása munkavégzés árán lehetséges, az elektromos mezőnek energiája van.</p>	
<p>Kulcsfogalmak/ fogalmak</p>	<p>Töltés, elektromos erőter, térerősség, erővonalrendszer, feszültség, potenciál, kondenzátor, az elektromos tér energiája.</p>	

<p>Tematikai egység</p>	<p>Egyenáram</p>	<p>Órakeret 24 óra</p>
--------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

Előzetes tudás	Telep (áramforrás), áramkör, fogyasztó, áramerősség-mérés, feszültségmérés.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Az egyenáram értelmezése, mint a töltéseknek olyan áramlása, amelyre a töltés megmaradásának törvénye által korlátozott áramlása érvényes (anyagmegmaradási analógia). Az elektromos áram jellemzése hatásain keresztül (hőhatás, mágneses, vegyi és biológiai hatás). Az elméleti ismeretek mellett a gyakorlati tudás (ideértve az egyszerű hálózatok ismeretét és az egyszerű számításokat), az alapvető tájékozottság kialakítása a témakörhöz kapcsolódó mindennapi alkalmazások (pl. telepek, akkumulátorok, elektromágnesek, motorok) területén is. Az energiatudatos magatartás fejlesztése.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<p><i>Az elektromos áram fogalma, kapcsolata a fémes vezetőkben zajló töltésmozgással.</i> <i>A zárt áramkör.</i> Jelenségek, alkalmazások: citromelem, Volta-oszlop, laposelem felépítése.</p>	<p>A tanuló ismerje az elektromos áram fogalmát, mértékegységét, mérését. Tudja, hogy az egyenáramú áramforrások feszültségét, pólusainak polaritását nem elektromos jellegű belső folyamatok (gyakran töltésátrendeződéssel járó kémiai folyamatok) biztosítják.</p> <p>Ismerje az elektromos áramkör legfontosabb részeit, az áramkör ábrázolását kapcsolási rajzon. Legyen képes egyszerű áramkörök összeállítására kapcsolási rajz alapján.</p>	<p><i>Kémia:</i> elektromos áram, elektromos vezetés, rácstípusok tulajdonságai és azok anyagszerkezeti magyarázata. Galvánelemek működése, elektromotoros erő. Ionos vegyületek elektromos vezetése olvadéokban és oldatban, elektrolízis. Vas mágneses tulajdonsága.</p> <p><i>Matematika:</i> alaplételemek, egyenletrendezés, számok normálalakja.</p> <p><i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> áram biológiai hatása, elektromos áram a háztartásban, biztosíték, fogyasztásmérők, balesetvédelem. Világítás fejlődése és korszerű világítási eszközök. Korszerű elektromos</p>
<p><i>Ohm törvénye, áram- és feszültségmérés.</i> <i>Fogyasztók (vezetékek) ellenállása. Fajlagos ellenállás.</i> <i>Vezetőképesség.</i></p>	<p>Ismerje az elektromos ellenállás, fajlagos ellenállás fogalmát, mértékegységét és mérésének módját. Legyen képes a táblázatból kikeresett fajlagos ellenállásértékek alapján összehasonlítani különböző fémek vezetőképességét.</p>	
<p><i>Ohm törvénye teljes áramkörre.</i> <i>Elektromotoros erő, kapcsolófeszültség, a belső ellenállás fogalma.</i></p> <p><i>Az elektromos mező munkája az áramkörben. Az elektromos teljesítmény.</i></p>	<p>Tudja Ohm törvényét. Legyen képes egyszerű számításokat végezni Ohm törvénye alapján, a számítás eredményét tudja egyszerű mérésekkel ellenőrizni. Ismerje a telepet jellemző elektromotoros erő és a belső ellenállás fogalmát, Ohm</p>	

Az elektromos áram hőhatása.	törvényét teljes áramkörre. Tudja értelmezni az elektromos áram teljesítményét, munkáját. Legyen képes egyszerű számítások elvégzésére. Tudja értelmezni a fogyasztókon feltüntetett teljesítményadatokat.	háztartási készülékek, energiatakarékosság. <i>Informatika:</i> mikroelektronikai áramkörök, mágneses információrögzítés.
Összetett hálózatok. Kirchoff I. és II. törvénye (összekapcsolása a töltésmegmaradás törvényével). Ellenállások kapcsolása. Az eredő ellenállás fogalma, számítása.	Ismerje Kirchoff törvényeit, tudja alkalmazni azokat ellenállás-kapcsolások eredőjének számítása során.	
Az áram vegyi hatása. Az akkumulátor működése. Az áram biológiai hatása. Bioáramok az élő szervezetben.	Tudja, hogy az elektrolitokban mozgó ionok jelentik az áramot. Ismerje az elektrolízis fogalmát, néhány gyakorlati alkalmazását. Értse, hogy az áram vegyi hatása és az élő szervezeteket károsító hatása között összefüggés van. Ismerje az alapvető elektromos érintésvédelmi szabályokat és azokat a gyakorlatban is tartsa be.	
Az egyenáram mágneses hatása – a mágneses kölcsönhatás fogalma. Áram és mágnes, áram és áram kölcsönhatása. Egyenes vezetőben folyó egyenáram mágneses terének vizsgálata. A mágneses mezőt jellemző indukcióvektor fogalma, mágneses erővonalak, a vasmag (ferromágneses közeg) szerepe a mágneses hatás szempontjából. Az elektromágnes és gyakorlati alkalmazásai. Az elektromotor működése.	Tudja bemutatni az áram mágneses terét egyszerű kísérlettel. Ismerje a tér jellemzésére alkalmas mágneses indukcióvektor fogalmát. Legyen képes a mágneses és az elektromos mező jellemzőinek összehasonlítására, a hasonlóságok és különbségek bemutatására. Tudja értelmezni az áramra ható erőt mágneses térben. Ismerje az egyenáramú motor működésének elvét.	
Lorentz-erő – mágneses tér hatása mozgó szabad töltésekre.	Ismerje a Lorentz-erő fogalmát és tudja alkalmazni néhány jelenség értelmezésére (katódsugárcső, ciklotron).	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Áramkör, ellenállás, fajlagos ellenállás, az egyenáram teljesítménye és munkája, elektromotoros erő, belső ellenállás, az áram hatásai (hő, kémiai,	

biológiai, mágneses), elektromágnes, Lorentz-erő, elektromotor.

Tematikai egység	Hőtani alapok	Órakeret 4 óra
Előzetes tudás	Hőmérséklet, hőmérséklet mérése, a hőtágulás jelensége.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Az általános iskolában tanult hőtani alapfogalmak felidézése és elmélyítése. A hőmérséklet mérésének különböző módszerein, a mérési gyakorlaton, a hőmérő kalibrálásán, a különböző hőmérsékleti skálák átszámításán keresztül a mérés fogalmának mélyítése, a méréssel kapcsolatos tudás bővítése.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>A hőmérséklet, hőmérők, hőmérsékleti skálák.</i> Alkalmazás: hőmérsékletszabályozás.	Ismerje a tanuló a hőmérsékletmérésre leginkább elterjedt Celsius-skálát, néhány gyakorlatban használt hőmérő működési elvét. Legyen gyakorlata hőmérsékleti grafikonok olvasásában.	<i>Kémia:</i> a hőmérséklet mint állapothatározó. <i>Matematika:</i> mértékegységek, grafikus ábrázolás, átváltás.
<i>Hőtágulás</i> Szilárd anyagok lineáris, felületi és térfogati hőtágulása. Folyadékok hőtágulása. A víz különleges hőtágulási viselkedése.	Ismerje a hőtágulás jelenségét szilárd anyagok és folyadékok esetén. Tudja a hőtágulás jelentőségét a köznapi életben, ismerje a víz különleges hőtágulási sajátosságát.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Hőmérséklet, hőmérsékletmérés, hőmérsékleti skála, lineáris és térfogati hőtágulás.	

Tematikai egység	Gázok makroszkopikus vizsgálata	Órakeret 12 óra
Előzetes tudás	A gázokról kémiából tanult ismeretek.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A hőtan főtételei feldolgozásának előkészítése. Az állapotjelzők közti kapcsolatok kísérleti vizsgálata, mérések igazolása, a Kelvin-skála bevezetése. A mérésekkel igazolt Gay-Lussac- és Boyle-Mariotte-törvények, a Kelvin skála bevezetése. Az egyesített gáztörvény levezetése, majd a kémiából tanult Avogadro-törvény felhasználásával az állapotegyenlet felírása. A gáztörvények univerzális (anyagi minőségtől függetlenül érvényes) jellege.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok

<p><i>Gázok állapotjelzői, összefüggéseik</i> Boyle-Mariotte-törvény, Gay-Lussac-törvények.</p> <p><i>A Kelvin-féle gázhőmérsékleti skála.</i></p>	<p>Ismerje a tanuló a gázok alapvető állapotjelzőit, az állapotjelzők közötti páronként kimérhető összefüggéseket.</p> <p>Ismerje a Kelvin-féle hőmérsékleti skálát és legyen képes a két alapvető hőmérsékleti skála közti átszámításokra. Tudja értelmezni az abszolút nulla fok jelentését.</p>	<p><i>Kémia:</i> a gáz fogalma és az állapotváltozók közötti összefüggések: Avogadro törvénye, moláris térfogat, abszolút, illetve relatív sűrűség.</p> <p><i>Matematika:</i> a függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés, exponenciális függvény.</p> <p><i>Testnevelés és sport:</i> sport nagy magasságokban, sportolás a mélyben.</p> <p><i>Biológia-egészségtan:</i> keszonbetegség, hegyi betegség, madarak repülése.</p> <p><i>Földrajz:</i> széltérképek, nyomástérképek, hőtérképek, áramlások.</p>
<p><i>Az ideális gáz állapotegyenlete.</i></p>	<p>Tudja, hogy a gázok döntő többsége átlagos körülmények között az anyagi minőségüktől függetlenül hasonló fizikai sajátságokat mutat. Ismerje az ideális gázok állapotjelzői között felírható összefüggést, az állapotegyenletet és tudjon ennek segítségével egyszerű feladatokat megoldani.</p>	
<p><i>Gázok állapotváltozásai és azok ábrázolása állapotsíkokon.</i></p>	<p>Ismerje az izoterm, izochor és izobár, adiabatikus állapotváltozások jellemzőit és tudja azokat állapotsíkon ábrázolni.</p>	
<p>Kulcsfogalmak/ fogalmak</p>	<p>Állapotegyenlet, egyesített gáztörvény, állapotváltozás, izochor, izoterm, izobár változás, Kelvin-skála.</p>	

Tematikai egység	Kinetikus gázmodell		Órakeret 9 óra
Előzetes tudás	Az anyag atomos szerkezete, az anyag golyómodellje, gázok nyomása, rugalmas ütközés, lendületváltozás, mozgási energia, kémiai részecskék tömege.		
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Az ideális gáz modelljének jellemzői. A gázok makroszkopikus jellemzőinek értelmezése a modell alapján, a nyomás, hőmérséklet – átlagos kinetikus energia, „belső energia”. A melegítés hatására fellépő hőmérséklet-növekedésének és a belső energia változásának a modellre alapozott fogalmi összekapcsolása révén a hőtan főtételei megértésének előkészítése.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások,	Követelmények	Kapcsolódási pontok	

ismeretek		
<i>Az ideális gáz kinetikus modellje.</i>	A tanuló ismerje a gázok univerzális tulajdonságait magyarázó részecske-modellt. Rendelkezzen szemléletes képpel az egymástól független, a gáztartályt folytonos mozgásukkal kitöltő, a fallal és egymással ütköző atomok sokaságáról.	<i>Kémia: gázok tulajdonságai, ideális gáz.</i>
<i>A gáz nyomásának és hőmérsékletének értelmezése.</i>	Értse a gáz nyomásának és hőmérsékletének a modelltől kapott szemléletes magyarázatát. Legyen képes az egyszerűsített matematikai levezetések követésére.	
<i>Az ekvipartíció tétele, a szabadsági fok fogalma. Gázok moláris és fajlagos hőkapacitása.</i>	Ismerje az ekvipartíció-tételt, a gárrészecskék átlagos kinetikus energiája és a hőmérséklet közti kapcsolatot. Lásssa, hogy a gázok melegítése során a gáz energiája nő, a melegítés lényege energiaátadás. Tudja, hogy az ideális gáz moláris és fajlagos hőkapacitása az ekvipartíció alapján értelmezhető.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Modellalkotás, kinetikus gázmodell, nyomás, hőmérséklet, ekvipartíció.	

Tematikai egység	A termodinamika főtételei	Órakeret 23 óra
Előzetes tudás	Munka, kinetikus energia, energiamegmaradás, hőmérséklet, melegítés.	
A tematikai egység nevelési- fejlesztési céljai	A hőtani főtételeinek tárgyalása során annak megértetése, hogy a természetben lejátszódó folyamatokat általános törvények írják le. Az energiafogalom általánosítása, az energiamegmaradás törvényének kiterjesztése. A termodinamikai gépek működésének értelmezése, a termodinamikai határfok korlátos voltának megértetése. Annak elfogadtatása, hogy energia befektetése nélkül nem működik egyetlen gép, berendezés sem, örökmozgók nem léteznek. A hőtani főtételek univerzális (a természettudományokra általánosan érvényes) tartalmának bemutatása.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok

<p><i>A belső energia fogalmának kialakítása.</i></p> <p>A belső energia megváltoztatása.</p>	<p>Ismerje a tanuló a belső energia fogalmát, mint a gáz-részecskék energiájának összegét. Tudja, hogy a belső energia melegítéssel és/vagy munkavégzéssel változtatható.</p>	<p><i>Kémia:</i> exoterm és endoterm folyamatok, termokémia, Hess-tétel, kötési energia, reakcióhő, égéshő, elektrolízis.</p>
<p><i>A termodinamika I. főtétele.</i></p> <p>Alkalmazások konkrét fizikai, kémiai, biológiai példák. Egyszerű számítások.</p>	<p>Ismerje a termodinamika I. főtétele mint az energiamegmaradás általánosított megfogalmazását. Az I. főtétel alapján tudja energetikai szempontból értelmezni a gázok korábban tanult speciális állapotváltozásait. Kvalitatív példák alapján fogadja el, hogy az I. főtétel általános természeti törvény, ami fizikai, kémiai, biológiai, geológiai folyamatokra egyaránt érvényes.</p>	<p>Gyors és lassú égés, tápanyag, energiatartalom (ATP), a kémiai reakciók iránya, megfordítható folyamatok, kémiai egyensúlyok, stacionárius állapot, élelmiszerkémia.</p> <p><i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> Folyamatos technológiai fejlesztések, innováció.</p>
<p><i>Hőerőgép.</i></p> <p>Gázzal végzett körfolyamatok. A hőerőgépek hatásfoka. Az élő szervezet hőerőgépszerű működése.</p>	<p>Gázok körfolyamatainak elméleti vizsgálata alapján értse meg a hőerőgép, hűtőgép, hőszivattyú működésének alapelvét. Tudja, hogy a hőerőgépek hatásfoka lényegesen kisebb, mint 100%. Tudja kvalitatív szinten alkalmazni a főtétele a gyakorlatban használt hőerőgépek, működő modellek energetikai magyarázatára. Energetikai szempontból lássa a lényegi hasonlóságot a hőerőgépek és az élő szervezetek működése között.</p>	<p>Hőerőművek gazdaságos működtetése és környezetvédelme.</p> <p><i>Földrajz:</i> környezetvédelem, a megújuló és nem megújuló energia fogalma.</p> <p><i>Biológia-egészségtan:</i> az „éltető Nap”, hőháztartás, öltözködés.</p>
<p><i>Az „örökmozgó” lehetetlensége.</i></p>	<p>Tudja, hogy „örökmozgó” (energiabetáplálás nélküli hőerőgép) nem létezhet!</p>	<p><i>Magyar nyelv és irodalom; idegen nyelvek:</i> Madách Imre, Tom Stoppard.</p>
<p><i>A természeti folyamatok iránya.</i></p> <p>A spontán termikus folyamatok iránya, a folyamatok megfordításának lehetősége.</p>	<p>Ismerje a reverzibilis és irreverzibilis változások fogalmát. Tudja, hogy a természetben az irreverzibilitás a meghatározó. Kísérleti tapasztalatok alapján lássa, hogy különböző hőmérsékletű testek közti termikus kölcsönhatás iránya meghatározott: a magasabb</p>	<p><i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek; vizuális kultúra:</i> a Nap kitüntetett szerepe a</p>

	hőmérsékletű test energiát ad át az alacsonyabb hőmérsékletűnek; a folyamat addig tart, amíg a hőmérsékletek kiegyenlítődnek. A spontán folyamat iránya csak energiabefektetés árán változtatható meg.	mitológiában és a művészetekben. A beruházás megtérülése, megtérülési idő, takarékoság.
<i>A termodinamika II. főtétele.</i>	Ismerje a hőtan II. főtételét és tudja, hogy kimondása tapasztalati alapon történik. Tudja, hogy a hőtan II. főtétele általános természettörvény, a fizikán túl minden természettudomány és a műszaki tudományok is alapvetőnek tekintik.	<i>Filozófia; magyar nyelv és irodalom:</i> Madách: Az ember tragédiája, eszkimó szín, a Nap kihűl, az élet elpusztul.
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Főtétel, axióma, reverzibilitás, irreverzibilitás, örökmozgó.	

Tematikai egység	Halmazállapotok, halmazállapot-változások	Órakeret 11 óra
Előzetes tudás	Halmazok szerkezeti jellemzői (kémia), a hőtan főtételei.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A halmazállapotok jellemző tulajdonságainak és a halmazállapot-változások energetikai hátterének tárgyalása bemutatása. Az ismeretek alkalmazhatóságának bemutatása egyszerű számítások kísérleti ellenőrzésével. A halmazállapot változások mikroszerkezeti értelmezése. A halmazállapot változásokkal kapcsolatos mindennapi jelenségek értelmezése a fizikában, és a társ-természettudományok területén is.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>A halmazállapotok makroszkopikus jellemzése és energetikai, mikroszerkezeti értelmezése.</i>	A tanuló tudja, hogy az anyag különböző halmazállapotait (szilárd, folyadék- és gázállapot) makroszkopikus fizikai tulajdonságok alapján jellemzik. Látja, hogy ugyanazon anyag különböző halmazállapotai esetén a belsőenergia-értékek különböznek, a halmazállapot megváltozása energiaközlést (elvonást) igényel.	<i>Matematika:</i> a függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés. <i>Kémia:</i> halmazállapotok és halmazállapot-változások, exoterm és endoterm folyamatok, kötési energia, képződéshő, reakcióhő, üzemanyagok égése,
<i>Az olvadás és a fagyás jellemzői. A halmazállapot-változás energetikai értelmezése.</i>	Ismerje az olvadás, fagyás fogalmát, jellemző paramétereit (olvadáspont, olvadáshő).	

	Legyen képes egyszerű kalorikus feladatok megoldására, mérések elvégzésére. Ismerje a fagyás és olvadás szerepét a mindennapi életben.	elektrolízis. <i>Biológia-egészségtan:</i> a táplálkozás alapvető biológiai folyamatai, ökológia, az „éltető Nap”, hőháztartás, öltözködés. <i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> folyamatos technológiai fejlesztések, innováció. <i>Földrajz:</i> környezetvédelem, a megújuló és nem megújuló energia fogalma.
<i>Párolgás és lecsapódás (forrás)</i> A párolgás (forrás), lecsapódás jellemzői. A halmazállapot-változás energetikai értelmezése. A fázisátalakulásokat befolyásoló külső tényezők. Halmazállapot-változások a természetben.	Ismerje a párolgás, forrás, lecsapódás jelenségét, mennyiségi jellemzőit. Legyen képes egyszerű kísérletek, mérések, számítások elvégzésére, a jelenségek felismerésére a hétköznapi életben (időjárás). Ismerje a forráspont nyomásfüggésének gyakorlati jelentőségét és annak alkalmazását. Legyen képes egyszerű kalorikus feladatok megoldására számítással, halmazállapot-változással is.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Halmazállapot (gáz, folyadék, szilárd), halmazállapot-változás (olvadás, párolgás, forrás), mikroszerkezet.	

Tematikai egység	Hőterjedés	Órakeret 5 óra
Előzetes tudás	Energia, hőmérséklet, a hőtán főtételei.	
A tematikai egység nevelési- fejlesztési céljai	A hőterjedési módok fizikai jellemzése, a hőterjedés gyakorlati jelentősége. A hőszigetelés, „hőgazdálkodás” szerepe az energiatudatosság szempontjából. A hőszugárzás és a globális klímaváltozással kapcsolatos problémák tárgyalása.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>Hővezetés, hőáramlás.</i> Alkalmazások: korszerű fűtés, szellőztetés, hőszigetelés. Hőkamerás felvételek.	A tanuló ismerje a hő terjedésének különböző eseteit és tudja ezeket egyszerű kísérletekkel, köznapi jelenségek felidézésével illusztrálni. Értse a hőterjedéssel kapcsolatos gyakorlati problémák jelentőségét a mindennapi életben, legyen képes ezek közérthető megfogalmazására, értelmezésére.	<i>Kémia:</i> fémek hővezetése. <i>Biológia-egészségtan:</i> a levegő páratartalmának hatása az élőlényekre, fagykár a gyümölcsösökben, üvegházhatás, a vérnyomásra ható tényezők.
<i>Hőszugárzás.</i>	Ismerje a hőszugárzás jelenségét,	

Jelenségek, alkalmazások: üvegházhatás; globális fölmelegedés; a hősugárzás és az öltözködés; hőmérsékletek mérése sugárzás alapján (bolométer); hőkamera, hőtérképek.	és tudja példákkal illusztrálni. Tudja, hogy minden test bocsát ki hősugárzást a hőmérsékletétől hatványként függő mértékben (Stefan-Boltzmann-törvény). Ismerje a Nap hősugárzásának alapvető szerepét a Föld globális hőháztartásában. Ismerje a légkör szerepét a földi hőmérséklet alakulásában, a globális felmelegedés kérdését és ennek lehetséges következményeit.	<i>Földrajz:</i> klíma, üvegházhatás, hőtérképek.
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Hővezetés, hőáramlás, hősugárzás, sugárzási egyensúly, hőszigetelés.	

Tematikai egység	Mindennapok hőtana	Órakeret 6 óra
Előzetes tudás	A választott témához szükséges ismeretek.	
A tematikai egység nevelési- fejlesztési céljai	A fizika és a mindennapi jelenségek kapcsolatának, a fizikai ismeretek hasznosságának tudatosítása. Kiscsoportos projekt munka otthoni, internetes és könyvtári témakutatással, adatgyűjtéssel, kísérletezés tanári irányítással. A csoportok eredményeinek bemutatása, megvitatása, értékelése.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Fejlesztési követelmények	Kapcsolódási pontok
Feldolgozásra ajánlott témák: – Halmazállapot-változások a természetben. – Korszerű fűtés, hőszigetelés a lakásban. – Korszerű építészet: a „passzív ház”. – Hőkamerás felvételek. – Hogyan készít meleg vizet a napkollektor. – Hőtan a konyhában. – Naperőmű. – Egyszerű hőerőgépek készítése, működésük értelmezése. – A vízerőmű és a hőerőmű összehasonlító vizsgálata. – Az élő szervezet mint termodinamikai gép. – Az UV- és az IR-sugárzás	Kísérleti munka tervezése csoportmunkában, a feladatok felosztása. A kísérletek megtervezése, a mérések elvégzése, az eredmények rögzítése. Az eredmények nyilvános bemutatása kiselőadások, kísérleti bemutató formájában.	<i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> takarékoság, az autók hűtési rendszerének téli védelme. <i>Kémia:</i> gyors és lassú égés, élelmiszerkémia. <i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> beruházás megtérülése, megtérülési idő. <i>Biológia-egészség- tan:</i> táplálkozás, ökológiai problémák. A hajszálcsövesség szerepe növényeknél, a

egészségügyi hatása. „Örökmozgók pedig nincsenek!” Látszólagos „örökmozgók” működésének vizsgálata.		levegő páratartalmának hatása az élőlényekre, fagykár a gyümölcsösökben, üvegházhatás, a vényomásra ható tényezők. <i>Magyar nyelv és irodalom:</i> Madách: Az ember tragédiája (eszkimó szín).
Kulcsfogalmak/ fogalmak	A hőtani tematikai egységek kulcsfogalmai.	

Tematikai egység	Tematikus évi mérési gyakorlatok	Órakeret 8 óra
Előzetes tudás	A mérési gyakorlathoz szükséges alapismeretek.	
A tematikai egység nevelési- fejlesztési céljai	A kísérletező készség, a mérési kompetencia életkori szintnek megfelelő fejlesztése kiscsoportos munkaformában.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Fejlesztési követelmények	Kapcsolódási pontok
A félvénykenti mérési gyakorlat a helyi tanterv/tanár döntése alapján (ajánlott az érettségi mindenkori kísérleti feladatai közül a félévi tananyaghoz illeszkedően kiválasztani).	A mérésekkel kapcsolatos alapvető elméleti ismeretek felfrissítése. A kiscsoportos kísérletezés munkafo- lyamatainak önálló megszervezése és megvalósítása. Az eredmények értel- mezése, a mérésekkel kapcsolatos alapvető elméleti ismeretek alkalmazása. Az eredmények bemutatása. Mérési jegyzőkönyv elkészítése, a mérések hibájának becslése, a későbbi mérések során a mérés pontosságának, a mérési hiba okainak megadása.	

A fejlesztés várt eredményei a két évfolyamos ciklus végén	A kísérletezési, mérési kompetencia, a megfigyelő, rendszerező készség fejlődése. A mozgástani alapfogalmak ismerete, grafikus feladatmegoldás. A newtoni mechanika szemléleti lényegének elsajátítása: az erő nem a mozgás fenntartásához, hanem a mozgásállapot megváltoztatásához szükséges. Egyszerű kinematikai és dinamikai feladatok megoldása.
-------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>A kinematika és dinamika mindennapi alkalmazása.</p> <p>Folyadékok és gázok sztatikájának és áramlásának alapjelenségei és ezek felismerése a gyakorlati életben.</p> <p>Az elektrosztatika alapjelenségei és fogalmai, az elektromos és a mágneses mező fizikai objektumként való elfogadása. Az áramokkal kapcsolatos alapismeretek és azok gyakorlati alkalmazásai, egyszerű feladatok megoldása.</p> <p>A gázok makroszkopikus állapotjelzői és összefüggéseik, az ideális gáz golyómodellje, a nyomás és a hőmérséklet kinetikus értelmezése golyómodellel.</p> <p>Hőtani alapfogalmak, a hőtan főtételei, hőerőgépek. Annak ismerete, hogy gépeink működtetése, az élő szervezetek működése csak energia befektetése árán valósítható meg, a befektetett energia jelentős része elvész, a működésben nem hasznosul, „örökmozgó” létezése elvileg kizárt. Mindennapi környezetünk hőtani vonatkozásainak ismerete.</p> <p>Az energiatudatosság fejlődése.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

11–12. évfolyam

A képzésnek ebben a szakaszában a diákok absztrakciós képességének fejlődése, matematikai ismereteinek bővülése lehetőséget ad a matematikailag igényesebb anyagrészek tárgyalására, esetenként a deduktív ismeretszerzési módszerek bemutatására is.

Először az elektromágneses indukciót és a váltóáramú elektromos energiahálózatot tárgyalják, majd a hullámviselkedés kap kiemelt hangsúlyt. A mechanikai és elektrodinamikai rezgések és hullámok után a fény hullámtulajdonságai, majd a fény kettős természetének párhuzamaként bevezetett anyaghullámok tárgyalása vezet el az elektron hullámtermészetén alapuló kvantummechanikai atommodellig (ez utóbbi csak képszerűen, kvalitatív szinten szerepel a tantervben).

Az atommodellek fejlődésének bemutatása jó lehetőséget ad a fizikai törvények feltárásában az alapvető modellezés lényegének koncentrált bemutatására. Az atomszerkezetek megismerésén keresztül jól kapcsolható a fizikai és a kémiai ismeretanyag, illetve megtárgyalható a kémiai kötésekkel összetartott kristályos és cseppfolyós anyagok mikroszerkezete és fizikai sajátságai közötti kapcsolat. Ez utóbbi témának fontos része a félvezetők tárgyalása.

A 12. évfolyam anyaga a társadalmi közfigyelem középpontjában álló magfizika témakörével kezdődik, magába foglalva a nukleáris technika kérdéskörét, annak kockázati tényezőit is. A Csillagászat és asztrofizika fejezet a klasszikus csillagászati ismeretek rendszerezése után a magfizikához jól kapcsolódó csillagszerkezeti és kozmológiai kérdésekkel folytatódik. A Környezetfizika és a Fizika és társadalom témakörei a fizika mai legfontosabb gyakorlati alkalmazásait tárgyalja, ezzel mintegy szintézisbe is fogja a korábbiakban itt-ott már érintett kérdéseket.

Kiemelt hangsúlyt kap az energia- és környezettudatosság kérdésköre, a kockázat fogalmának alapszintű megismerése. Fókuszáltan törekszünk a mindennapi eszközök működésének fizikai magyarázatára.

Ez a szakasz az érettségire felkészítés időszaka is, ezért az érettségire készülőknek intenzívebb oktatást kell szervezni. Így emelt szintű oktatás szervezésével alkalmassá válhatnak arra, hogy fizika tárgyból emelt szinten érettségizzenek, és alkalmassá váljanak a műszaki pályán történő egyetemi szintű továbbtanulásra. Ehhez a felkészítéshez szükséges a megfelelő matematikai ismeretek megszerzése is.

A kerettanterv részletesen felbontott óraszámához hozzászámítandó 10% (azaz 24 óra) szabad tanári döntéssel felhasználható órakeret, továbbá 29 óra ismétlésre és számonkérésre ajánlott órakeret. Ezekből adódik össze a kétéves teljes 11. évf. 4*36+ 12. évf. 3*32) 240 órás tantárgyi órakeret.

Tematikai egység	Mechanikai rezgések	Órakeret 14 óra
Előzetes tudás	A forgásszögek szögfüggvényei. A körmozgás kinematikája, a dinamika alapegyenlete, a rugó erőtvénnye, kinetikus energia, rugóenergia.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A rezgések témakörével a későbbi fejezetek (mechanikai hullámok, a hangtan, a váltakozó áramok témaköre, az elektromágneses rezgések értelmezése, az elektromágneses hullámok jelenségköre, a kvantummechanika anyagszerkezeti vonatkozásai) megalapozását készíti elő. Az egyszerű, tanulókísérleti módszerekkel is meghatározható összefüggések feltárásával azoknak a jelenségeknek kézzelfoghatóvá tételét segítjük elő, amelyek elvontabb megfelelőit	

ezáltal később könnyebben sajátíthatják el a tanulók.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>A rugóra akasztott rezgő test kinematikai vizsgálata.</i>	A tanuló ismerje a rezgő test jellemző paramétereit (amplitúdó, rezgésidő, frekvencia, körfrekvencia). Ismerje és tudja grafikusán ábrázolni a mozgás kitérés-idő, sebesség-idő, gyorsulás-idő függvényeit. Legyen képes rezgésekkel kapcsolatos egyszerű kísérletek, mérések elvégzésére.	<i>Matematika:</i> periodikus függvények. <i>Filozófia:</i> az idő filozófiai kérdései. <i>Informatika:</i> az informatikai eszközök működésének alapja, az órajel.
<i>A rezgés dinamikai vizsgálata.</i>	Tudja, hogy a harmonikus rezgés dinamikai feltétele a lineáris erőtvény. Legyen képes felírni a rugón rezgő test mozgásegyenletét.	
<i>A rezgésidő meghatározása.</i> Fonálinga.	Tudja, hogy a rezgésidőt a test tömege és a rugóállandó határozza meg. Legyen képes a rezgésidő számítására és az eredmény ellenőrzésére mérésel. Tudja, hogy a kis kitérésű fonálinga mozgása harmonikus rezgésnek tekinthető, a lengésidőt az inga hossza és a nehézségi gyorsulás határozza meg.	
<i>A rezgőmozgás energetikai vizsgálata.</i> A mechanikai energiamegmaradás harmonikus rezgés esetén.	Legyen képes az energiaviszonyok értelmezésére a rezgés során. Tudja, hogy a feszülő rugó energiája a test mozgási energiájává alakul, majd újból rugóenergiává. Ha a csillapító hatások elhanyagolhatók, a rezgésre érvényes a mechanikai energia megmaradása. Tudja, hogy a környezeti hatások (súrlódás, közegellenállás) miatt a rezgés csillapodik, de eközben a rezgésidő nem változik. Ismerje a rezonancia jelenségét és ennek gyakorlati jelentőségét.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Harmonikus rezgés, lineáris erőtvény, rezgésidő.	

Tematikai egység	Mechanikai hullámok, hangtan		Órakeret 16 óra
Előzetes tudás	Rezgés, sebesség, hangtani jelenségek, alapismeretek.		
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A mechanikai hullámjelenségek feldolgozása a rezgések szerves folytatásaként. A rezgésállapot terjedésének bemutatása rugalmas közegben, a hullám időbeli és térbeli periodicitása. Speciális hullámjelenségek, energia terjedése a hullámban. A mechanikai hullámok gyakorlati jelentőségének bemutatása, különös tekintettel a hangtanra.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok	
<i>A hullám fogalma, jellemzői.</i>	A tanuló tudja, hogy a mechanikai hullám a rezgésállapot terjedése valamely közegben, anyagi részecskék nem haladnak a hullámmal, a hullámban energia terjed.	<i>Matematika:</i> trigonometrikus függvények. <i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> a zajvédelem és az egészséges környezethez való jog (élet az autópályák, repülőterek szomszédságában).	
Hullámterjedés egy dimenzióban.	Kötélhullámok esetén értelmezze a hullám térbeli és időbeli periodicitását jellemző mennyiségeket (hullámhossz, periódusidő). Ismerje a longitudinális és transzverzális hullámok fogalmát.	<i>Földrajz:</i> földrengések, lemeztectonika, árapály-jelenség.	
A hullámot leíró függvény. Hullámok találkozása, állóhullámok.	Tudja, hogy a hullámot leíró függvény a forrástól tetszőleges távolságra lévő pont rezgési kitérését adja meg az idő függvényében. Legyen képes felírni a függvényt és értelmezni a formulában szereplő mennyiségeket. Ismerje a terjedési sebesség, a hullámhossz és a periódusidő kapcsolatát. Tudja, hogy a hullámok akadálytalanul áthaladhatnak egymáson. Ismerje az állóhullám fogalmát és kialakulásának feltételét.	<i>Biológia-egészségtan:</i> A hallás. Hang az állatvilágban. Gyógyító hang, ultrahang a gyógyászatban, fájdalomküszöb. <i>Ének-zene:</i> hangmagasság, hangerő, felhangok, hangszín, akusztika.	
<i>Felületi hullámok.</i> Hullámok visszaverődése, törése. Hullámok interferenciája, az	Hullámkadas kísérletek alapján értelmezze a hullámok visszaverődését, törését.		

erősítés és a gyengítés feltételei.	Értse az interferencia jelenségét és értelmezze a Huygens–Fresnel-elv segítségével az erősítés és gyengítés (kioltás) feltételeit.	
<i>Kiterjedt testek sajátrezgései.</i> <i>Térbeli hullámok.</i> Jelenségek: földrengéshullámok, lemeztektonika.	Ismerje a véges kiterjedésű rugalmas testekben kialakuló állóhullámok jelenségét, a test ún. „sajátrezgéseit”. Tudja, hogy alkalmas frekvenciájú rezgés állandósult hullámállapotot (állóhullám) eredményezhet.	
<i>A hang, mint a térben terjedő hullám.</i> <i>A hang fizikai jellemzői.</i> Alkalmazások: hallásvizsgálat. Hangszerek, a zenei hang jellemzői. Ultrahang és infrahang. Hangsebesség mérése.	Tudja, hogy a hang mechanikai rezgés, ami a levegőben longitudinális hullámként terjed. Ismerje a hangmagasság, a hangerősség, a terjedési sebesség fogalmát. Legyen képes legalább egy hangszer működésének magyarázatára. Ismerje az ultrahang és az infrahang fogalmát, gyakorlati alkalmazását. Ismerje a hallás fizikai alapjait, a hallásküszöb és a zajszennyezés fogalmát. Ismerjen legalább egy kísérleti módszert a hangsebesség meghatározására.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Hullám, hullámhossz, periódusidő, transzverzális hullám, longitudinális hullám, hullámtörés, interferencia, állóhullám, hanghullám, hangsebesség, hangmagasság, hangerő, rezonancia.	

Tematikai egység	Elektromágneses indukció, váltóáram	Órakeret 17 óra
Előzetes tudás	Mágneses tér, az áram mágneses hatása, feszültség, áram.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Az áramköri elemekhez kötött, helyi mágneses és elektromos mező jellemzői, az indukált elektromos mező és a nyugvó töltések által keltett erőter közötti lényeges szerkezeti különbség kiemelése. A változó mágneses és elektromos terek fogalmi összekapcsolása. Az elektromágneses indukció gyakorlati jelentőségének bemutatása. Az indukált elektromos mező és a nyugvó töltések által keltett erőter közötti lényeges szerkezeti különbség kiemelése.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások,	Követelmények	Kapcsolódási pontok

ismeretek		
<i>A mozgási indukció.</i>	A tanuló ismerje a mozgási indukció alapjelenségét, és tudja azt a Lorentz-erő segítségével értelmezni.	<i>Kémia:</i> elektromos áram, elektromos vezetés.
<p><i>Váltakozó feszültség keltése, a váltóáramú generátor elve (mozgási indukció mágneses térben forgatott tekercsben).</i></p> <p><i>Lenz törvénye.</i></p> <p><i>A váltakozó feszültség és áram jellemző paraméterei.</i></p> <p><i>Váltóáramú ellenállások. Ohm törvénye váltóáramú hálózatban.</i></p>	<p>Értelmezze a váltakozó feszültség keletkezését mozgásindukcióval. Ismerje a szinuszosan váltakozó feszültséget és áramot leíró függvényt, tudja értelmezni a benne szereplő mennyiségeket.</p> <p>Ismerje Lenz törvényét.</p> <p>Ismerje a váltakozó áram effektív hatását leíró mennyiségeket (effektív feszültség, áram, teljesítmény). Értse, hogy a tekercs és a kondenzátor ellenállásként viselkedik a váltakozó áramú hálózatban. Ismerje sajátosságát, hogy nem csupán az áram és feszültség nagyságának arányát változtatja, de a két függvény fázisviszonyait is módosítja.</p>	<p><i>Matematika:</i> trigonometrikus függvények, függvénytranszformáció.</p> <p><i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> az áram biológiai hatása, balesetvédelem, elektromos áram a háztartásban, biztosíték, fogyasztásmérők. Korszerű elektromos háztartási készülékek, energiatakarékosság.</p>
<p><i>A nyugalmi indukció, az elektromágneses indukció jelensége.</i></p> <p><i>Faraday indukciós törvénye, Lenz törvénye.</i></p>	<p>Ismerje a nyugalmi indukció jelenségét és tudja azt egyszerű jelenségbemutató kísérlettel szemléltetni.</p> <p>Ismerje Faraday indukciós törvényét és legyen képes a törvény alkalmazásával egyszerű feladatok megoldására. Tudja értelmezni Lenz törvényét a nyugalmi indukció jelenségeire.</p>	
<p><i>Transzformátor.</i></p> <p><i>Gyakorlati alkalmazások.</i></p>	<p>Értelmezze a transzformátor működését az indukciótörvény alapján.</p> <p>Tudjon példákat a transzformátorok gyakorlati alkalmazására.</p>	
<p><i>Az önindukció jelensége.</i></p>	<p>Ismerje az önindukció jelenségét és szerepét a gyakorlatban.</p>	
<p><i>Az elektromos energiahálózat.</i></p> <p><i>A háromfázisú energiahálózat</i></p>	<p>Ismerje a hálózati elektromos energia előállításának gyakorlati</p>	

<p>jellemzői. <i>Az energia szállítása az erőműtől a fogyasztóig.</i> Távvezeték, transzformátorok.</p> <p>Az elektromos energiafogyasztás mérése. Az energiatakarékosság lehetőségei.</p> <p><i>Tudomány- és technikatörténet</i> Jedlik Ányos, Siemens szerepe. Ganz, Diesel mozdonya. A transzformátor magyar feltalálói.</p>	<p>megvalósítását, az elektromos energiahálózat felépítését és működésének alapjait.</p> <p>Ismerje az elektromos energiafogyasztás mérésének fizikai alapjait, az energiatakarékosság gyakorlati lehetőségeit a köznapi életben.</p>	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Mozgási indukció, nyugalmi indukció, önindukció, váltóáramú generátor, váltóáramú elektromos hálózat.	

Tematikai egység	Elektromágneses rezgés, elektromágneses hullám	Órakeret 12 óra
Előzetes tudás	Elektromágneses indukció, önindukció, kondenzátor, kapacitás, váltakozó áram.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Az elektromágneses sugárzások fizikai hátterének bemutatása. A változó elektromos és mágneses mezők szimmetrikus kapcsolatának, következményének létrejövő változó elektromágneses mező, levállik az áramköri forrásokról és terjednek a térben. Az így létrejött elektromágneses tér az anyagi világ újfajta szubsztanciájának tekinthető (terjedni képes, energiája van). Az elektromágneses hullámok spektrumának bemutatása, érzékszerveinkkel, illetve műszereinkkel érzékelt egyes spektrum-tartományainak jellemzőinek kiemelése. Az információ elektromágneses úton történő továbbításának elméleti és kísérleti megalapozása.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>Az elektromágneses rezgőkör, elektromágneses rezgések.</i>	A tanuló ismerje az elektromágneses rezgőkör felépítését és működését. Tudja, hogy a vezetékek ellenállása miatt fellépő energiaveszteségek miatt a rezgés csillapodik, csillapítatlan elektromágneses rezgések előállítására energiapótlással (visszacsatolás) biztosítható.	<i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> kommunikációs eszközök, információtovábbítás üvegszálas kábelben, levegőben, az információ tárolásának lehetőségei.
<i>Elektromágneses hullám,</i>	Ismerje az elektromágneses	

<p><i>hullámjelenségek.</i></p> <p>Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: információtovábbítás elektromágneses hullámokkal. Adó-vevő, moduláció. Mobiltelefon-hálózat.</p>	<p>hullám fogalmát, tudja, hogy az elektromágneses hullámok fénysebességgel terjednek, a terjedéséhez nincs szükség közegre. Egyszerű jelenség-bemutató kísérlet alapján tudja magyarázni, hogy távoli, rezonanciára hangolt rezgőkörök között az elektromágneses hullámok révén energiaátvitel lehetséges fémes összeköttetés nélkül. Értse, hogy ez az alapja a jelek (információ) továbbításának.</p>	<p><i>Biológia-egészségtan:</i> élettani hatások, a képalkotó diagnosztikai eljárások, a megelőzés szerepe.</p> <p><i>Informatika:</i> információtovábbítás jogi szabályozása, internetjogok és -szabályok.</p> <p><i>Vizuális kultúra:</i> Képalkotó eljárások alkalmazása a digitális művészetekben, művészi reprodukciók. A média szerepe.</p>
<p><i>Az elektromágneses spektrum.</i></p> <p>Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: hőfénykép, röntgenteleszkóp, rádiótávcső.</p>	<p>Ismerje az elektromágneses hullámok frekvenciatartományokra osztható spektrumát és az egyes tartományok jellemzőit.</p>	
<p><i>Az elektromágneses hullám energiája.</i></p> <p><i>Az elektromágneses hullámok gyakorlati alkalmazása.</i></p> <p>Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: a rádiózás fizikai alapjai. A tévéadás és -vétel elvi alapjai. A GPS műholdas helymeghatározás. A mobiltelefon. A mikrohullámú sütő.</p>	<p>Tudja, hogy az elektromágneses hullámban energia terjed.</p> <p>Legyen képes példákon bemutatni az elektromágneses hullámok gyakorlati alkalmazását.</p>	
<p>Kulcsfogalmak/ fogalmak</p>	<p>Elektromágneses rezgőkör, rezgés, rezonancia, elektromágneses hullám, elektromágneses spektrum.</p>	

Tematikai egység	Hullám- és sugároptika		Órakeret 14 óra
Előzetes tudás	Korábbi geometriai optikai ismeretek, hullámtulajdonságok, elektromágneses spektrum.		
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A fény és a fényjelenségek tárgyalása az elektromágneses hullámokról tanultak alapján. A fény gyakorlati szempontból kiemelt szerepének tudatosítása, hétköznapi fényjelenségek és optikai eszközök működésének értelmezése.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok	

<p><i>A fény mint elektromágneses hullám.</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: a lézer mint fényforrás, a lézer sokirányú alkalmazása.</p>	<p>Tudja a tanuló, hogy a fény elektromágneses hullám, az elektromágneses spektrum egy meghatározott frekvenciatartományához tartozik.</p>	<p><i>Biológia-egészségtan:</i> A szem és a látás, a szem egészsége. Látáshibák és korrekciójuk. Az energiaátadás szerepe a gyógyászati alkalmazásoknál, a fény élettani hatása napozásnál. A fény szerepe a gyógyászatban és a megfigyelésben.</p>
<p><i>A fény terjedése, a vákuumbeli fénysebesség.</i> A történelmi kísérletek a fény terjedési sebességének meghatározására.</p>	<p>Tudja a vákuumbeli fénysebesség értékét és azt, hogy mai tudásunk szerint ennél nagyobb sebesség nem létezhet (határsebesség).</p>	
<p><i>A fény visszaverődése, törése új közeg határán (tükör, prizma).</i></p>	<p>Ismerje a fény terjedésével kapcsolatos geometriai optikai alapjelenségeket (visszaverődés, törés) és az ezekre vonatkozó törvényeket.</p>	
<p><i>Elhajlás, interferencia, polarizáció (optikai rés, optikai rács).</i></p>	<p>Ismerje a fény hullámtermészetét bizonyító kísérleti jelenségeket (elhajlás, interferencia, polarizáció) és értelmezze azokat. Ismerje a fény hullámhosszának mérését optikai ráccsal.</p>	<p><i>Magyar nyelv és irodalom; mozgóképkultúra és médiaismeret:</i> A fény szerepe. Az Univerzum megismerésének irodalmi és művészeti vonatkozásai, színek a művészetben.</p>
<p><i>A fehér fény színekre bontása. Diszperziós és diffrakciós színekép.</i> A diszperzió jelensége. Optikai rács.</p>	<p>Ismerje Newton történelmi prizmakísérletét, és tudja értelmezni a fehér fény összetett voltát. Csoportosítsa a színeképeket (folytonos, vonalas; abszorpciós, emissziós színeképek).</p>	
<p><i>A geometriai optika alkalmazása. Képképzés.</i> Jelenségek, gyakorlati alkalmazások: a látás fizikája, a szivárvány.</p>	<p>Ismerje a geometriai optika legfontosabb alkalmazásait. Értse a leképezés fogalmát, tükrök, lencsék képképzését. Legyen képes egyszerű képszerkesztésekre és tudja alkalmazni a leképezési törvényt egyszerű számításos feladatokban. Ismerje és értse a gyakorlatban fontos optikai eszközök (periszkóp, egyszerű nagyító, mikroszkóp, távcső, szemüveg) működését. Legyen képes egyszerű optikai kísérletek, mérések elvégzésére (lencse fókusz távolságának</p>	

	meghatározása, hullámhosszmérés optikai ráccsal).	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	A fény mint elektromágneses hullám, fénytörés, visszaverődés, elhajlás, interferencia, polarizáció, diszperzió, spektroszkópia, képalkotás.	

Tematikai egység	Atomfizika I. – héjfizika		Órakeret 14 óra
Előzetes tudás	Az anyag atomos szerkezete.		
A tematikai egység nevelési- fejlesztési céljai	Az atomfizika tárgyalásának összekapcsolása a kémiai tapasztalatokon (súlyviszonytörvények) alapuló atomelmélettel. A fizikában alapvető modellalkotás folyamatának bemutatása az atommodellek változásain keresztül. A klasszikus szemlélettől alapvetően különböző, döntően matematikai számításokon alapuló kvantummechanikai atommodell egyszerűsített képszerű bemutatása. A kvantummechanikai atommodell tárgyalása során a kémiában korábban tanultak felelevenítése, integrálása. A műszaki-technikai szempontból alapvető félvezetők sávszerkezetének kvalitatív, kvantummechanikai szemléletű megalapozása.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok	
<i>Az anyag atomos felépítése felismerésének történelmi folyamata.</i>	<p>Ismerje a tanuló az atomok létezésére utaló korai természettudományos tapasztalatokat, tudjon meggyőzően érvelni az atomok létezése mellett.</p> <p>Ismerje az atomelmélet kialakulásának fontosabb állomásait Démokritosz természetfilozófiájától Dalton súlyviszonytörvényeiig.</p> <p>Lássa az Avogadro-törvény és a kinetikus gázelmélet jelentőségét az atomelmélet elfogadtatásában. Lássa a kapcsolatot a Faraday-törvények (elektrolízis) és az elektromosság atomi szerkezete között.</p>	<p><i>Kémia:</i> az anyag szerkezetéről alkotott elképzelések, a változásukat előidéző kísérleti tények és a belőlük levont következtetések, a periódusos rendszer elektronszerkezeti értelmezése.</p> <p><i>Matematika:</i> folytonos és diszkrét változó.</p> <p><i>Filozófia:</i> ókori görög bölcsélet; az anyag mélyebb megismerésének hatása a gondolkodásra, a tudomány felelősségének kérdései, a</p>	
<i>A modern atomelméletet megalapozó felfedezések. A korai atommodellek. Az elektron felfedezése:</i>	Értse az atomról alkotott elképzelések (atommodellek) fejlődését: a modell mindig kísérleteken, méréseken alapul,		

Thomson-modell. Az atommag felfedezése: Rutherford-modell.	azok eredményeit magyarázza; új, a modellel már nem értelmezhető, azzal ellentmondásban álló kísérleti tapasztalatok esetén új modell megalkotására van szükség. Mutassa be a modellalkotás lényegét Thomson és Rutherford modelljén, a modellt megalapozó és megdöntő kísérletek, jelenségek alapján.	megismerhetőség határai és korlátai.
<i>A kvantumfizika megalapozása:</i> Hőmérsékleti sugárzás – a Planck-féle kvantumhipotézis. Fényelektromos hatás – Einstein-féle fotonelmélet. A fény kettős természete. Gázok vonalas színeképe. Franck–Hertz-kísérlet.	Ismerje a kvantumfizikát megalapozó jelenségeket (hőmérsékleti sugárzás, fényelektromos hatás, a fény kettős természete).	
<i>Bohr-féle atommodell.</i>	Ismerje a Bohr-féle atommodell kísérleti alapjait (spektroszkópia, Rutherford-kísérlet). Legyen képes összefoglalni a modell lényegét és bemutatni, mennyire alkalmas az a gázok vonalas színeképe értelmezésére és a kémiai kötések magyarázatára.	
<i>A periódusos rendszer értelmezése, Pauli-elv.</i>	A fizikai alapok ismeretében tekintse át a kémiában tanult Pauli-elvet is használva a periódusos rendszer felépítését.	
<i>Az elektron kettős természete, de Broglie-hullámhossz.</i> Alkalmazás: az elektronmikroszkóp.	Ismerje az elektron hullámtermészetét igazoló elektroninterferencia-kísérletet. Értse, hogy az elektron hullámtermészetének ténye új alapot ad a mikrofizikai jelenségek megértéséhez.	
<i>A kvantummechanikai atommodell.</i>	Tudja, hogy a kvantummechanikai atommodell az elektronokat hullámként írja le, a kinetikus energia a hullámhossz függvénye. Tudja, hogy a stacioner állapotú elektron állóhullámként fogható fel, hullámhossza, ezért az energiája is kvantált.	

	Tudja, hogy az elektronok impulzusa és helye egyszerre nem mondható meg pontosan.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Atom, atommodell, elektronhég, energiaszint, kettős természet, Pauli-elv, Bohr-modell, Heisenberg-féle határozatlansági reláció.	

Tematikai egység	Kondenzált anyagok szerkezete és fizikai tulajdonságai	Órakeret 7 óra
Előzetes tudás	Atomok, ionok, molekulák, kémiai kötések, kondenzált halmazállapotok.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A kondenzált anyagok tulajdonságainak mikroszerkezeti értelmezése az atomfizikában megtanult alapismeretek felhasználásával. Megértetése és az azokról alkotott kép célszerű módosítása. A modern anyagfizika és technika alapjainak megértetése kvantummechanikai atommodell szemléletes ismerete alapján.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>Ionkristályok szerkezete és fizikai tulajdonságai.</i>	A tanuló lássa a kapcsolatot az ionrácsos anyagok makroszkopikus fizikai sajátságai és mikroszerkezete között.	<i>Kémia:</i> Ionrácsok szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések, poliszacharidok, fehérjék, nukleinsavak szerkezete és funkciói közötti összefüggések, fémrácsok szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések. Az atomrácsok szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések.
<i>Fémek elektromos vezetése.</i> Jelenség: szupravezetés.	Ismerje a fémes kötés kvalitatív kvantummechanikai értelmezését. Legyen kvalitatív képe a fémek elektromos ellenállásának klasszikus mikroszerkezeti értelmezéséről (Drude-modell).	<i>Informatika:</i> modern technikai eszközök, számítógépek, mobiltelefon, hálózatok.
<i>Félvezetők szerkezete és vezetési tulajdonságai.</i> Mikroelektronikai alkalmazások: dióda, tranzisztor, LED, fényelem stb.	A kovalens kötésű kristályok szerkezete alapján értelmezze a szabad töltéshordozók keltését tiszta félvezetőkben. Ismerje a szennyezett félvezetők elektromos tulajdonságait. Tudja magyarázni a p-n átmenetet.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Mikroszerkezet, kémiai kötés, ionkristály, fém, félvezető, makromolekulájú anyag.	

Tematikai egység	Atomfizika II. – magfizika	Órakeret 18 óra
Előzetes tudás	Atommodellek, Rutherford-kísérlet, rendszám, tömegszám, izotópok.	

<p>A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai</p>	<p>A magfizika alapismereteinek bemutatása a XX. századi történelmi események, a nukleáris energiatermelés, a mindennapi életben történő széleskörű alkalmazás és az ezekhez kapcsolódó nukleáris kockázat kérdéseinek szempontjából. Az ismereteken alapuló energiatudatos szemlélet és a betegség felismerés és a terápia során fellépő reális kockázatok felelős vállalásának kialakítása.</p>	
<p>Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek</p>	<p>Követelmények</p>	<p>Kapcsolódási pontok</p>
<p><i>Az atommag alkotórészei, tömegszám, rendszám, neutronszám.</i></p>	<p>A tanuló ismerje az atommag jellemzőit (tömegszám, rendszám) és a mag alkotórészeit.</p>	<p><i>Kémia:</i> atommag, proton, neutron, rendszám, tömegszám, izotóp, radioaktív izotópok és alkalmazásuk, radioaktív bomlás.</p>
<p><i>Az erős kölcsönhatás. Stabil atommagok létezésének magyarázata.</i></p>	<p>Ismerje az atommagot összetartó magerők, avagy az ún. „erős kölcsönhatás” tulajdonságait, tudja értelmezni a mag kötési energiáját. Ismerje a tömegdefektus jelenségét és kapcsolatát a kötési energiával. Kvalitatív szinten ismerje az atommag cseppmodelljét.</p>	<p>Hidrogén, hélium, magfúzió. <i>Biológia-egészségtan:</i> a sugárzások biológiai hatásai; a sugárzás szerepe az evolúcióban, a fajtanemesítésben a mutációk előidézése révén; a radioaktív sugárzások hatása.</p>
<p><i>Magreakciók.</i></p>	<p>Tudja értelmezni a fajlagos kötési energia-tömegszám grafikont, és ehhez kapcsolódva tudja értelmezni a lehetséges magreakciókat.</p>	<p>evolúcióban, a fajtanemesítésben a mutációk előidézése révén; a radioaktív sugárzások hatása.</p>
<p><i>A radioaktív bomlás.</i></p>	<p>Ismerje a radioaktív bomlás típusait, a radioaktív sugárzás fajtáit és megkülönböztetésük kísérleti módszereit. Tudja, hogy a radioaktív sugárzás intenzitása mérhető. Ismerje a felezési idő fogalmát és ehhez kapcsolódóan tudjon egyszerű feladatokat megoldani.</p>	<p><i>Földrajz:</i> energiaforrások, az atomenergia szerepe a világ energiatermelésében. <i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> a</p>
<p><i>A természetes radioaktivitás.</i></p>	<p>Legyen tájékozott a természetben előforduló radioaktivitásról, a radioaktív izotópok bomlásával kapcsolatos bomlási sorokról. Ismerje a radioaktív kormeghatározási módszer lényegét, tudja, hogy a radioaktív bomlás során felszabaduló energia adja a Föld belsejének magas hőmérsékletét,</p>	<p>Hirosimára és Nagaszakira ledobott két atombomba története, politikai háttere, későbbi következményei. Einstein; Szilárd Leó, Teller Ede és Wigner Jenő, a</p>

	a számunkra is hasznosítható „geotermikus energiát”.	világtörténelmet formáló magyar tudósok.
<i>Mesterséges radioaktív izotópok előállításának és alkalmazása.</i>	Legyen fogalma a radioaktív izotópok mesterséges előállításának lehetőségéről és tudjon példákat a mesterséges radioaktivitás néhány gyakorlati alkalmazására a gyógyászatban és a műszaki gyakorlatban.	<i>Filozófia; etika:</i> a tudomány felelősségének kérdései.
<i>Maghasadás.</i> Tömegdefektus, tömeg-energia egyenértékűség. <i>A láncreakció fogalma, létrejöttének feltételei.</i>	Ismerje az urán-235 izotóp spontán hasadásának jelenségét. Tudja értelmezni a hasadással járó energia-felszabadulást. Értse a láncreakció lehetőségét és létrejöttének feltételeit.	<i>Matematika:</i> valószínűségszámítás.
<i>Az atombomba.</i>	Értse az atombomba működésének fizikai alapjait és ismerje egy esetleges nukleáris háború globális pusztításának veszélyeit.	
<i>Az atomreaktor és atomerőmű.</i>	Ismerje az ellenőrzött láncreakció fogalmát, tudja, hogy az atomreaktorban ellenőrzött láncreakciót valósítanak meg és használnak energiatermelésre. Tájékozottság szintjén ismerje az atomerőművek legfontosabb funkcionális egységeit és a működés biztonságát szolgáló technikát. Értse az atomenergia szerepét az emberiség növekvő energiafelhasználásában, ismerje előnyeit és hátrányait.	
<i>Magfúzió.</i>	Értelmezze a magfúziót a fajlagos kötési energia-tömegszám grafikon alapján. Legyen képes a magfúzió során felszabaduló energia becslésére a tömegdefektus alapján. Legyen tájékozott arról, hogy a csillagokban magfúziós folyamatok zajlanak, ismerje a Nap energiatermelését biztosító fúziós folyamat lényegét. Tudja, hogy a H-bomba pusztító hatását mesterséges magfúzió során felszabaduló energiája	

	biztosítja. Tudja, hogy a békés energiatermelésre használható ellenőrzött magfúziót még nem sikerült megvalósítani, de ez lehet a jövő perspektivikus energiaforrása.	
<i>A radioaktivitás kockázatainak leíró bemutatása.</i> Sugárterhelés, sugárvédelem.	Ismerje a kockázat fogalmát, számszerűsítésének módját és annak valószínűségi tartalmát. Ismerje a sugárvédelem fontosságát és a sugárterhelés jelentőségét.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Magerő, cseppmodell, kötési energia, tömegdefektus, maghasadás, radioaktivitás, magfúzió, láncreakció, atomreaktor, fúziós reaktor.	

Tematikai egység	Mechanikai kiegészítések: merev testek mechanikája	Órakeret 18 óra
Előzetes tudás	Körmozgás, merev test, forgatónyomaték, mozgásegyenlet, kinetikus energia, perdület, perdületmegmaradás.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A mechanika korábbi tárgyalásából kimaradt, nagyobb matematikai felkészültséget igénylő részeinek tárgyalása. Jelenségek és gyakorlati alkalmazások szemléletformáló tárgyalása a perdület, és a perdületmegmaradás, a tiszta gördülés alapján.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>A merev test fogalma, egyensúlya.</i>	Ismerje a tanuló a kiterjedt test egyensúlyi feltételeit és tudja azokat egyszerű feladatok során alkalmazni. Vegye észre a műszaki gyakorlatban, az építészetben és a köznapi életben a statikai ismeretek fontosságát.	<i>Testnevelés és sport:</i> kondicionáló gépek. <i>Technika, életvitel és gyakorlat:</i> Erőátviteli eszközök, technikai eszközök, a tehetetlenség szerepe gyors fékezés esetén. Biztonsági öv, ütközésses balesetek, a gépkocsi biztonsági felszerelése, a biztonságos fékezés.
<i>Rögzített tengely körül forgó merev test mozgásának kinematikai leírása.</i>	Ismerje a tengellyel rögzített test forgó mozgásának kinematikai leírását, lássa a forgómozgás és a haladó mozgás leírásának hasonlóságát.	
<i>Az egyenletesen változó forgómozgás dinamikai leírása.</i>	Ismerje a forgómozgás dinamikai leírását. Tudja, hogy a test forgásának megváltoztatása a testre ható forgatónyomatékok hatására történik. Lássa a párhuzamot a haladó mozgás és a	

	fogómozgás dinamikai leírásában.	
<i>Tehtetlenségi nyomaték.</i>	Ismerje a tehetetlenségi nyomaték fogalmát és meghatározását egyszerű speciális esetekben.	
<i>A perdület, perdülettétel, perdület-megmaradás.</i> Alkalmazások: pörgettyűhatás, a Naprendszer eredő perdülete.	Ismerje a perdület fogalmát, legyen képes megfogalmazni a perdület-tételt, ismerje a perdület megmaradásának feltételrendszerét.	
<i>Forgási energia.</i>	A haladó mozgás kinetikus energiájának analógiájára ismerje a forgási energia fogalmát és tudja azt használni egyszerű problémák megoldásában.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Forgatónyomaték, szöggyorsulás, tehetetlenségi nyomaték, perdület, forgási energia, perdületmegmaradás, tiszta gördülés.	

Tematikai egység	Csillagászat és asztrofizika		Órakeret 16 óra
Előzetes tudás	A földrajzból tanult csillagászati alapismeretek, a bolygómozgás törvényei, a gravitációs erőtvény.		
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Annak bemutatása, hogy a csillagászat, a megfigyelési módszerek gyors fejlődése révén a XXI. század vezető tudományává vált. A világegyetemről szerzett új ismeretek segítenek, hogy az emberiség felismerje a helyét a kozmoszban, miközben minden eddiginél magasabb szinten meggyőzően igazolják az égi és földi jelenségek törvényei azonosságát.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok	
<i>Leíró csillagászat.</i> Problémák: a csillagászat kultúrtörténete. Geocentrikus és heliocentrikus világkép. Asztronómia és asztrológia. Alkalmazások: hagyományos és új csillagászati műszerek. Űrtávcsövek. Rádiocsillagászat.	A tanuló legyen képes tájékozódni a csillagos égbolton. Ismerje a csillagászati helymeghatározás alapjait, a csillagászati koordináta-rendszereket, az égi pólus, az egyenlítő, az ekliptika, a tavaszpont, az ősypont fogalmát. Ismerjen néhány csillagképet és legyen képes azokat megtalálni az égbolton. Ismerje a Nap és a Hold égi mozgásának jellemzőit, értse a Hold fázisainak változását, tudja	<i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> Kopernikusz, Kepler, Newton munkássága. A napfogyatkozások szerepe az emberi kultúrában, a Hold „képének” értelmezése a múltban.	

	<p>értelmezni a hold- és napfogyatkozásokat.</p> <p>Tájékozottság szintjén ismerje a csillagászat megfigyelési módszereit az egyszerű távcsöves megfigyelésektől az űrtávcsöveken át a rádió-teleszkópokig.</p>	
<i>Égitestek.</i>	<p>Ismerje a legfontosabb égitesteket (bolygók, holdak, üstökösök, kisbolygók és aszteroidák, csillagok és csillagrendszerek, galaxisok, galaxishalmazok) és azok legfontosabb jellemzőit.</p> <p>Legyenek ismeretei a mesterséges égitestekről és azok gyakorlati jelentőségéről a tudományban és a technikában.</p>	<p><i>Földrajz:</i> a Föld forgása és keringése, a Föld forgásának következményei (nyugati szelek öve), a Föld belső szerkezete, földtörténeti katasztrófák, kráterbecsapódás keltette felszíni alakzatok.</p> <p><i>Biológia-egészségtan:</i> a Hold és az ember biológiai ciklusai, az élet feltételei.</p>
<i>A Naprendszer és a Nap.</i>	<p>Ismerje a Naprendszer jellemzőit, a keletkezésére vonatkozó tudományos elképzeléseket.</p> <p>Tudja, hogy a Nap csak egy az átlagos csillagok közül, miközben a földi élet szempontjából meghatározó jelentőségű. Ismerje a Nap legfontosabb jellemzőit: a Nap szerkezeti felépítését, belső, energiatermelő folyamatait és sugárzását, a Napból a Földre érkező energia mennyiségét (napállandó).</p> <p>Népszerű szinten ismerje a Naprendszerre vonatkozó kutatási eredményeket, érdekességeket.</p>	<p><i>Kémia:</i> a periódusos rendszer, a kémiai elemek keletkezése.</p> <p><i>Magyar nyelv és irodalom; mozgóképkultúra és médiaismeret:</i> „a csillagos ég alatt”.</p> <p><i>Filozófia:</i> a kozmológia kérdései.</p>
<i>A csillagfejlődés: a csillagok szerkezete, energiamérlege és keletkezése. Kvazárok, pulzárok; fekete lyukak.</i>	<p>Legyen tájékozott a csillagokkal kapcsolatos legfontosabb tudományos ismeretekről. Ismerje a gravitáció és az energiatermelő nukleáris folyamatok meghatározó szerepét a csillagok kialakulásában, „életében” és megszűnésében.</p>	
<i>A kozmológia alapjai</i> Problémák, jelenségek: a kémiai anyag (atommagok) kialakulása. Perdület a Naprendszerben. Nóvák és szupernóvák.	<p>Legyenek alapvető ismeretei az Univerzumra vonatkozó aktuális tudományos elképzelésekről. Ismerje az ősrobbanásra és a Világegyetem tágulására utaló csillagászati méréseket. Ismerje az</p>	

<p>A földihez hasonló élet, kultúra esélye és keresése, exobolygók kutatása.</p> <p>Gyakorlati alkalmazások:</p> <ul style="list-style-type: none"> – műholdak, – hírközlés és meteorológia, – GPS, – űrállomás, – holdexpedíciók, – bolygók kutatása. 	<p>Univerzum korára és kiterjedésére vonatkozó becsléseket, tudja, hogy az Univerzum gyorsuló ütemben tágul.</p>	
<p>Kulcsfogalmak/ fogalmak</p>	<p>Égitest, csillagfejlődés, csillagrendszer, ősrobbanás, táguló világegyetem, Naprendszer, űrkutatás.</p>	

Tematikai egység	Környezetfizika		Órakeret 4 óra
<p>Előzetes tudás</p>	<p>Földrajzi alapismeretek, energia, kémiai környezetszennyezés, energiafelhasználás és -előállítás, atomenergia, kockázatok.</p>		
<p>A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai</p>	<p>A természettudományi szaktárgyak anyagának szintézise, az elméleti tudás gyakorlatba történő szükségszerű átültetésének bemutatása. A környezettudatos magatartás erősítése.</p>		
<p>Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek</p>	<p>Követelmények</p>	<p>Kapcsolódási pontok</p>	
<p><i>A Föld különleges adottságai a Naprendszerben az élet számára.</i> Probléma: a „Gaia-modell”.</p>	<p>Ismerje a tanuló a Földnek az élet szempontjából alapvetően fontos környezetfizikai adottságait: a napsugárzás mértékét, a légköri üvegházhatást, a sugárzásoktól védő ózonpajzsot és a Föld mágneses terének védő hatását a világűrbeli nagy energiájú töltött részecskével szemben. Ismerje a fizikai környezet és a bioszféra bonyolult kölcsönhatásait, önszabályzó folyamatait.</p>	<p><i>Földrajz:</i> éghajlat, klíma, üvegházhatás, légkör, bioszféra kialakulása, bányaművelés, ipari termelés, erózió, fosszilis energiahordozók, megújuló energiák (nap, víz, szél).</p> <p><i>Biológia-egészségtan:</i> savas eső.</p>	
<p><i>Az emberi tevékenység hatása a Föld felszínére, légkörére:</i> kémiai, fizikai környezetszennyezés, erdőirtás, erózió.</p>	<p>Ismerje az emberi tevékenységből adódó veszélyeket a környezetre, a bioszféra.</p>	<p><i>Kémia:</i> a környezetszennyezés fajtái, okai és csökkentésük módjai, fosszilis energiahordozók, alternatív energiaforrások,</p>	
<p><i>Az időjárást befolyásoló folyamatok, a globális klímaváltozás kérdése.</i></p>	<p>Ismerje a globális felmelegedés veszélyére vonatkozó elméleteket és az erre vonatkozó</p>		

	kutatások eredményeit.	megújuló energiaforrások, atomenergia, a vegyiparban alkalmazott környezetterhelő és környezetkímélő technológiák, környezetszennyezés és annak csökkentése, kezelése.
<i>Energiagondok, környezetbarát energiaforrások.</i> A fosszilis energiahordozók gyors elhasználása és ennek környezetváltoztató hatása. A megújuló energia (nap, víz, szél) felhasználásának behatároltsága. Az atomenergia kulcsszerepe és kockázata.	Tudja, hogy a Nap a Föld meghatározó energiaforrása, a fosszilis és a megújuló energiahordozók döntő része a Nap sugárzásának köszönhető.	
<i>Környezettudatos magatartás.</i> Az ökolábnyom fogalma.	Ismerje és tudatosan vállalja a környezettudatos magatartást társadalmi és egyéni feladatok szintjén egyaránt.	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Környezetszennyezés, globális felmelegedés, energiaválság, környezettudatosság.	

Tematikai egység	Fizika és a társadalom		Órakeret 2 óra
Előzetes tudás	A tanult fizikai ismeretek és gyakorlati alkalmazások.		
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Annak bemutatása és tudatosítása, hogy a fizika tudománya hatékonyan képes szolgálni az emberiség jobb életminőségét, távlati jövőjét; a tudományos eredmények eseti negatív alkalmazásáért nem a tudomány, hanem az egyes emberek a felelősek.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok	
<i>A tudomány (fizika) meghatározó szerepe a technológiai fejlődésben és az emberi életminőségben.</i> Problémák és alkalmazások: a fizikai ismeretek és a technika párhuzamos fejlődése a történelem folyamán, pl. ókor: <i>csillagászat</i> – a természeti változások előrejelzése, hajózás; <i>egyszerű gépek</i> . Újkor: <i>csillagászati navigáció</i> – kereskedelem; <i>hőerőgépek</i> – ipari forradalom. Legújabb kor: <i>elektromágnesség</i> – globális kommunikáció; <i>atommaghasadás</i> –	A tanuló ismerje és társadalom-, gazdaság- és kultúrtörténeti érvekkel tudja alátámasztani, hogy a fizika tudománya meghatározó szerepet játszott a technológiai fejlődésben és az emberi élet minőségének javításában a történelem során.	<i>Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:</i> ipari forradalom és a hőerőgépek; a fizikai felfedezések szerepe a világhatalomért folytatott küzdelemben; második ipari forradalom és a nanotechnológia; a fenntartható fejlődés kihívása. <i>Földrajz:</i> fejlett ipari	

<p>atomerőművek; <i>félvezető-fizika</i> – számítógépek, információtechnológia stb.</p>		<p>termelés.</p> <p><i>Informatika:</i> a számítógépek szerepe az ipari termelésben. A számítógépek felépítése, működése, az információ tárolása, továbbítása.</p> <p><i>Kémia:</i> korszerű, új tulajdonságokkal rendelkező anyagok előállítása, nanotechnológia.</p> <p><i>Biológia-egészségtan:</i> a várható életkor meghosszabbodása és a korszerű diagnosztika.</p>
<p><i>Fizika és termelés.</i> Alkalmazások: Informatika és automatizálás, robottechnika, nanotechnológia, az űrtechnika hatása az ipari termelésre, a hétköznapi komfortunkra.</p>	<p>Legyen képes konkrét példákkal megvilágítani, hogy a fizikai ismeretek alapvetően fontosak a technika fejlesztésében.</p>	
<p><i>Diagnosztika és terápia.</i> Alkalmazások: a röntgen, az ultrahang, az EKG, a CT működésének lényege és alkalmazása. Katéter, endoszkóp, implantátumok, mikrosebészeti módszerek, lézer a gyógyászatban. Radioaktív nyomjelzés a diagnosztikában, sugarazás a terápiában.</p>	<p>Lássa a fizikai alapkutatások meghatározó szerepét a gyógyászat területén.</p>	
<p><i>Fizika, számítógép-tudomány, informatika.</i> Alkalmazások: a számítógép működésének fizikai háttere. A félvezető-fizikán alapuló mikroprocesszorok. Az információ digitális tárolása, továbbítása.</p>	<p>Lássa, és egyszerű példákkal tudja igazolni, hogy a számítógépek működését biztosító mikroelektronika fizikai kutatási eredményekre (anyagfizika, kvantumelektronika, optika) épül.</p>	

A számítógép szerepe a mérésekben, az eredmények feldolgozásában.		
<p><i>Tudomány és áltudomány.</i> A természettudományok működésének jellemzői. Az áltudomány leggyakoribb ismérvei.</p>	<p>Tudja, hogy a természettudományos igazság döntő kritériuma a megismételhető kísérleti bizonyítás, a tudóstársadalom kontrollja. Ismerje az áltudomány tipikus ismérveit:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Egyedi, megismételhetetlen kísérleti eredmény, amely a széles körben elfogadott tudományos felfogásnak gyakran ellentmond. – A magányos feltaláló kerüli a szakmai kapcsolatokat, a tudományos nyilvánosságot. – Közvetlen üzleti érdekeltségre utaló jelek. 	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	Fizika, technika, társadalmi hasznosság, tudomány, áltudomány.	

Tematikai egység	Tematikus évi mérési gyakorlatok	Órakeret 10 óra
Előzetes tudás	A tantervi tematikának megfelelő alapismeretek.	
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A kísérletező készség, a mérési kompetencia életkori szintnek megfelelő fejlesztése kiscsoportos munkaformában.	
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Fejlesztési követelmények	Kapcsolódási pontok
A félévenkénti mérési gyakorlat a helyi tanterv/tanár döntése alapján (ajánlott az érettségi mindenkori kísérleti feladatai közül a félévi tananyaghoz illeszkedően kiválasztani).	<p>A mérésekkel kapcsolatos alapvető elméleti ismeretek felfrissítése.</p> <p>A kiscsoportos kísérletezés munkafolyamatainak önálló megszervezése és megvalósítása.</p> <p>Az eredmények értelmezése, a mérésekkel kapcsolatos alapvető elméleti ismeretek alkalmazása.</p> <p>Az eredmények bemutatása.</p> <p>Mérési jegyzőkönyv elkészítése, a mérés pontosságának, a mérési hiba okainak megadása.</p>	

Tematikai egység	Rendszerező ismétlés		Órakeret 25 óra
Előzetes tudás			
A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	A legfontosabb ismeretek szemléletalkotó összefoglalása az érettségi vizsga követelményrendszerének figyelembevételével.		
Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok	
Kulcsfogalmak/ fogalmak	A tematikai egységek kulcsfogalmai.		

A fejlesztés várt eredményei a két évfolyamos ciklus végén	<p>A mechanikai fogalmak bővítése a rezgések és hullámok témakörével, valamint a forgómozgás és a síkmozgás gyakorlatban is fontos ismereteivel.</p> <p>Az elektromágneses indukcióra épülő mindennapi alkalmazások fizikai alapjainak ismerete: elektromos energiahálózat, elektromágneses hullámok.</p> <p>Az optikai jelenségek értelmezése hármas modellezéssel (geometriai optika, hullámoptika, fotonoptika). Hétköznapi optikai jelenségek értelmezése.</p> <p>A modellalkotás jellemzőinek bemutatása az atommodellek fejlődésén.</p> <p>Alapvető ismeretek a kondenzált anyagok szerkezeti és fizikai tulajdonságainak összefüggéseiről.</p> <p>A magfizika elméleti ismeretei alapján a korszerű nukleáris technikai alkalmazások értelmezése. A kockázat ismerete és reális értékelése.</p> <p>A csillagászati alapismeretek felhasználásával Földünk elhelyezése az Univerzumban, szemléletes kép az Univerzum térbeli, időbeli méreteiről.</p> <p>A csillagászat és az űrkutatás fontosságának ismerete és megértése.</p> <p>Képesség önálló ismeretszerzésre, forráskeresésre, azok szelektálására és feldolgozására.</p>
-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------