

KÖZÉPISKOLAI FIZIKA REÁL TANTERV

A reál fizika tantervet alapvetően a középiskolák 9., 10. és 11. osztályai számára készítettük, ami a 9. osztályban heti 3 órával, míg a 10. és 11. osztályban heti 2,5–2,5 órával számolva összesen $111+92,5+92,5=296$ tanítási órát jelent. Az iskolák helyi tantervei alapján ettől mind a korosztályokat, mind az óraszámokat illetően lehetséges eltérni.

A tananyagot egy bevezető részt követően összesen tizenöt témakörre bontottuk, melyek az egyes tanévekben a következő sorrendben kerülnek feldolgozásra:

9. osztály: Bevezetés: Mivel és hogyan foglalkozik a fizika? (5 óra)

1. témakör: Mozgások, erőhatások (25 óra)
2. témakör: Mozgások, munka, energia (25 óra)
3. témakör: Folyadékok és gázok (10 óra)
4. témakör: Hőtan (30 óra)
5. témakör: Rezgések és hullámok (16 óra)

10. osztály: 6. témakör: Elektromosság (30 óra)

7. témakör: Mágnesesség (15 óra)
8. témakör: Elektromágneses indukció (20 óra)
9. témakör: Fénytan (27 óra)

11. osztály: 10. témakör: Kommunikáció, információ (12 óra)

11. témakör: Új utak a fizikában: relativitás és kvantumelmélet (25 óra)
12. témakör: Magfizika (20 óra)
13. témakör: Energia és környezet (10 óra)
14. témakör: Csillagászat (15 óra)
15. témakör: Mivel foglalkoznak korunk fizikusai? (10 óra)

Minden témakört számozott fejezetekre bontottunk, az egyes fejezeteket alfejezetekre, melyeket tanítási egységeknek (ezeket már nem számoztuk külön) nevezünk. Egy tanítási egység jelenthet egy tanítási órát, de a tanulóktól, illetve a tanár elképzelésétől, lehetőségeitől függően egy tanítási egységet két-három órában is meg lehet valósítani. A reál tantervre (a humántól és az általánostól eltérően) jellemző, hogy a tanítási egységek logikus sorrendet alkotnak, közöttük alapvető egymásra épülés van, ezért egyes tanítási egységeket csak kivételes esetekben hagyhatunk el, azonban a humán és az általános tantervből más alfejezeteket átvehetünk, és a reál tantervbe beépíthetünk.

A reál tanterv felépítése teljesen eltér a humán, illetve az általános tantervtől, hiszen ennek a tantervnek az a célja, hogy a tanulókat a fizikával kapcsolatos továbbtanulásukra felkészítse, vagyis igen mély, alapos fizika tudást adjon számukra. Ez lehetővé teszi azt, hogy a tanulók akár a 11. tanév végén középszintű fizika érettségi vizsgát tegyenek, illetve amennyiben az utolsó középiskolai évükben emelt szintű felkészítésen vesznek részt, tanulmányaikat sikeres emelt szintű fizika érettségi vizsgával zárják.

A reál tanterv is megőrzi azokat az új témaköröket, amelyek a humán és az általános tanterv igazi paradigmaváltását adják (energia, környezeti fizika, kommunikáció, információ stb.), azonban ezek a témakörök a reál tantervben a magasabb szintű megértéshez szükséges tartalmak tárgyalása utánra kerülnek, így a reál tanterv szerint tanulók ezeket a témaköröket sokkal tudatosabban dolgozhatják fel. A tantervben nemcsak a fizika legújabb eredményeit, felhasználási lehetőségeit tárgyaljuk népszerűsítő szinten, hanem az utolsó fejezetben részletesen ismertetjük, hogy mivel foglalkoznak mai világunk fizikusai. Ezzel is szeretnénk a tanulók számára vonzóbbá tenni a fizikusi, fejlesztőmérnöki pályát.

9. osztály:

A 9. osztály tananyaga a bevezető rész („Mivel és hogyan foglalkozik a fizika?”) után öt témakörre oszlik („Mozgások, erőhatások”, „Mozgások, munka, energia”, „Folyadékok és gázok”, „Hőtan” és „Rezgések és hullámok”), amelyek tárgyalását az alábbi fejezetek szerint, bontva javasoljuk. A feldolgozott tartalmakat és kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

Bevezetés: Mivel és hogyan foglalkozik a fizika? (5 óra)

1. témakör: Mozgások, erőhatások (25 óra)

1. fejezet: A mozgás leírása
2. fejezet: Newton mozgástörvényei

2. témakör: Mozgások, munka, energia (25 óra)

1. fejezet: Munka, energia
2. fejezet: Pontrendszerek dinamikája
3. fejezet: Körmozgás, tömegvonzás
4. fejezet: A merev test egyensúlya
5. fejezet: A forgómozgás leírása

3. témakör: Folyadékok és gázok (10 óra)

1. fejezet: Nyugvó folyadékok és gázok
2. fejezet: Mozgó folyadékok és gázok
3. fejezet: Molekuláris erők folyadékokban

4. témakör: Hőtan (30 óra)

1. fejezet: Hőtani alapjelenségek
2. fejezet: Hőterjedés
3. fejezet: Termodinamika

5. témakör: Regzések és hullámok (16 óra)

1. fejezet: Rugalmasságtan és rezgések
2. fejezet: Hullámok, hangtan

Bevezetés: Mivel és hogyan foglalkozik a fizika? (5 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A bevezető részben a tanulók megismerik a fizika tárgyát, valamint a fizika kutatási módszereit. A középiskolában az ismeretszerzés döntően induktív módon történik: megfigyelés, kísérlet, mérés, törvény.

A tanulók tudásának és absztrakciós képességének fejlődésével azonban mód nyílik a természettudományos ismeretszerzés másik módszerének, a dedukciónak a megismertetésére is. Az ismert törvényekből kiindulva, következtetésekkel (a fizikában általában matematikai, gyakran számítógépes módszerekkel) jutunk új ismeretekhez, amelyeket azután, ha szükséges, kísérletileg is igazolunk.

A bevezetőben foglaljuk össze a mechanikában használatos fizikai alapmennyiségeket, több származtatott mennyiséget, valamint az előtétiszavakat. A továbbhaladáshoz szükséges matematikai alapok elsajátítására is lehetőség nyílik, ami a matematikai kompetencia fejlesztését jelenti.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
A fizikáról Mivel és hogyan foglalkozik a fizika? Kutatási módszerek. Fizikai mennyiségek: alapmennyiségek, származtatott mennyiségek.	Ismerje a fizika, mint tudomány tárgyát, kutatási módszereit: megfigyelés, kísérlet, elmélet. Tudja, hogy a természet leírására mérhető fizikai mennyiségeket vezetünk be. Ismerje az SI alapmennyiségeket és az előtétiszavakat, valamint a származtatott mértékegységek előállítását. Legyen képes mértékegységek átváltására.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése, amiben fizikusok mesélnek munkájukról. Projektmunka: egy magas pohárba öntsünk szódavizet, majd ejtsünk bele egy friss szőlőszemet (csokidarabot, mazsolát). Írjuk le, mit látunk, és próbáljuk megmagyarázni a tapasztaltakat. A már korábban ismert mértékegységek és előtétiszavak átváltásának gyakorlása.	Fizika: általános iskolai fizikai ismeretek, fizikai mennyiségek, mértékegységek. Matematika: a tíz hatványai, normálalak, mértékegységek átváltása.
A fizika és a matematika viszonya A szükséges matematikai ismeretek összefoglalása, illetve elsajátítása.	Tudja, hogy a matematika a fizikának nélkülözhetetlen	Az új matematikai ismeretek frontális, praktikus ismertetése. A gyakorlás során a	Matematika: A fizika tanulásához szükséges matematikai

	segédeszköze. Legyen tájékozott a következő matematikai területeken: műveletek vektorokkal, koordináta-rendszer, szögfüggvények derékszögű háromszögben, elsőfokú egyenlet, illetve egyenletrendszer megoldása, másodfokú egyenlet megoldása, első- és másodfokú függvények ábrázolása.	matematikai feladatok, ha lehetséges, valamilyen fizikai jelenségről szóljanak.	ismeretek összefoglalása, illetve elsajátítása.
--	---	--	--

1. témakör: Mozgások, erőhatások (25 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik a mechanika: tömegpont kinematikája és dinamikája területeket. A mechanika segít az oksági gondolkodás kialakításában és megerősítésében. Ez a fejezet alapozza meg a jelenségek időbeli lefolyásának függvényekkel való leírását. A mindennapjainkban előforduló jelenségek (közlekedés, sport stb.) vizsgálatából kiindulva vezetjük be a fizikai fogalmakat, fogalmazzuk meg a törvényeket.

A mindennapi életünkből vett modern technikai eszközök (ABS, GPS stb.) megismerése is segíti a helyes fizikai világnépek kialakulását. A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek, megértett alkalmazások is hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez. A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segítik.

A világhálón tanári útmutatás alapján a legkülönbözőbb problémákhoz keresnek a diákok leírásokat, adatokat. Az adat- és információkeresés több területet céloz meg: fizika, technika, sport, biológia stb. Munka közben a diákok kritikai képességei fejlődnek, a projektmunkák elkészítése során az anyanyelvi kompetenciájuk erősödik.

A csoportmunkák során a diákok vitakultúrája, empátiája nőhet.

A közlekedéssel kapcsolatos problémák felvetése alternatív megoldások megismerését teszi lehetővé, egyéni álláspontok kialakítására ösztönöz. A sok, élethez közeli kérdésfelvetés a tanulókat közelebb viszi a technikai eszközökhöz. A környezettudatos, a természet épségét óvó magatartás kialakítása a cél.

A feldolgozás módja segíti a diákokat abban, hogy a modern technológiákat a környezet lehetőségeivel összhangban használhassák, és így a gazdasági élet tudatosabb szereplőivé váljanak.

A tananyag elsajátítása során komoly hangsúlyt fektetünk a mechanikai feladatok számított eredményének kísérleti ellenőrzésére, a tanult fizikai törvények szabatos szóbeli kifejtésére, kísérleti tapasztalatokkal történő alátámasztására. A témakör feldolgozása során megtanult fizikai törvényeket hétköznapi jelenségek magyarázatára használjuk (pl.: közlekedésben, sportban stb.), ami többek között az anyanyelvi kompetencia fejlesztéséhez is hozzájárul.

A tanult fizikai fogalmakat, törvényeket alkalmazzuk egyszerű, összetett és bonyolult problémák kvalitatív értelmezésekor és kvantitatív megoldása során. A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését.

Témák, problémák,	Követelmények,	Javasolt	
-------------------	----------------	----------	--

fogalmak	fejlesztendő kompetenciák	tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A mozgás leírása	A tanuló ismerje a kinematikai alapfogalmakat, törvényeket! Legyen jártas a vizsgálódás szempontjából lényeges és lényegtelen jellemzők, tényezők megkülönböztetésében. Tudja a megfigyelések, mérések, kísérletek során nyert tapasztalatokat rendezni, áttekinteni.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése a fejezet legfontosabb tartalmaival kapcsolatban (Autó haladása, gyorsítása, fékezése. Érdekesebb sebességadatok, rekordok. Térbeli helymeghatározási módszerek, a GPS navigáció elve.).	Fizika: az általános iskolában megismert kinematikai fogalmak. Technika: közlekedési eszközök.
A mozgást leíró fogalmak A mozgásról általában. A tömegpont modell. Vonatkoztatási rendszerek, helyvektor, pálya, út, elmozdulás, sebesség, átlagsebesség, pillanatnyi sebesség. A sebesség, mint vektormennyiség. A gyorsulás, mint vektormennyiség.	Ismerje, mikor használható egy test jellemzésére a tömegpont modell. Képes legyen a Descartes-féle koordináta-rendszert használni. Tudja, hogy a mozgás leírása vonatkoztatási rendszerrel igényel. Ismerje a kinematikai fogalmakat, és ezeket különböző mozgások esetében képes legyen használni.	Érdekes sebesség és gyorsulás adatok gyűjtése az interneten, számolása: autók, focilabda, teniszlabda, jégkorong, sportolók. Gyűjtőmunka: érdekes sebességek az állatvilágban.	Matematika: függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés. Internet: gyűjtőmunka. Technikai eszközök: járművek legnagyobb sebességei. Testnevelés, sport: érdekes sebességadatok. Biológia: élőlények mozgása, sebességei.
Egyenes vonalú mozgások Az egyenes vonalú, egyenletes és az egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás kísérleti és matematikai leírása. A négyzetes úttörvény. A szabadesés.	Ismerje a vizsgált mozgásokat leíró összefüggéseket, valamint tudja azokat feladatmegoldásokban használni. Legyen jártas a mozgásgrafikonok készítésében,	Mérés Mikola csővel. Megfigyelés: ejtőzsinór, Galilei-lejtő. Ut- idő és sebesség-idő grafikonok készítése, elemzése. A féktávolság nagyságának tanulmányozása a kezdősebesség	Matematika: függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés. Internet, könyvtár: tudománytörténeti kutatás. Biológia: reakcióidő.

	elemzésében. Tudja, hogy a megtett út a sebesség-idő grafikon alatti terület számértékével egyenlő. Ismerje a nehézségi gyorsulás nagyságát meghatározó tényezőket.	függvényében. Tudománytörténeti kutatómunka: Galilei munkásságának megismerése. Számítási feladatok megoldása. Videofilm: acélgolyó és tollpihe esése vákuumcsőben, illetve a Holdon. Tanulói mérés: ejtési kísérlet. Mérjük meg társunk reakcióidejét egy vonalzóval!	Földrajz: a Föld forgástengelye, a hosszúsági és szélességi körök rendszere.
Mozgások szuperpozíciója Függőleges és vízszintes hajítás.	Legyen képes a vizsgált összetett mozgásokat összetevőire bontani. Ismerje a vizsgált mozgásokat leíró összefüggéseket, valamint tudja azokat feladatmegoldásokban használni.	Számítási feladatok megoldása. Mozgásgrafikonok készítése, elemzése.	Matematika: függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés.
2. fejezet: Newton mozgástörvényei	A cél a megismert kinematikai fogalmak mélyítése, valamint a dinamika alapfogalmainak, törvényeinek megismerése. A természettudományos világkép fejlesztését az oksági, valamint a kölcsönhatásban való gondolkodással folytatjuk.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése a fejezet legfontosabb tartalmaival kapcsolatban. (Közlekedésbiztonsági és kényelmi eszközök az autóban.)	Fizika: kinematikai fogalmak. Technika: közlekedési eszközök.
A tehetetlenség törvénye A mozgásállapot fogalma. Newton első törvényéhez vezető történeti háttér	Ismerjen a testek tehetetlenségére utaló kísérleteket és azok magyarázatait.	Kísérletek, gondolkísérletek, jelenségek elemzése. Például: Hogyan mozog az asztalon,	Fizika: kinematikai ismeretek. Internet, könyvtár:

áttekintése. Az inerciarendszer fogalma. A Galilei-féle relativitási elv.	Tudja, hogy a tehetetlenség törvénye alapvető a dinamikában. Tudjon példát és ellenpéldát mondani inerciarendszerre.	jégpályán, „ideális” pályán ellökött tárgy? Hogyan mozognak a fékező vagy az induló járműben azok a tárgyak, amelyek rögzítve vannak és amelyek nem? Tudománytörténeti kutatómunka: Newton élete, munkássága.	tudománytörténeti kutatás.
Newton II. törvénye A mozgásállapot-változás és a kölcsönhatás vizsgálata. Az erő fogalma és mérése. Newton II. törvénye. A tehetetlen tömeg értelmezése és mértékegysége. A dinamikai tömegmérés elve.	Tudja, hogy az erőnek mozgásállapot- és alakváltoztató hatása van. Legyen képes rugós erőmérő készítésére. Tudja használni Newton II. törvényét számításos feladatok megoldásában. Tudja használni a homogén test sűrűsége, tömege és térfogata közötti összefüggést.	Mérési feladat: a rugóban ébredő erő függése a rugó feszítettségétől. Számításos feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai ismeretek. Matematika: egyenes arányosság, lineáris függvény ábrázolása, jellemzése, elemi műveletek.
Hatás-ellenhatás törvénye A kölcsönhatásban fellépő erők vizsgálata. Newton III. törvénye.	Példákon keresztül el tudja magyarázni Newton III. törvényét.	A hatás-ellenhatás keresése hétköznapi példákban. Kísérletek csoportmunkában: rugós erőmérőkkel, görkorcsolyával, vizes Segner-kerék stb.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek.
Erők együttes hatása A erőhatások függetlensége. Newton IV. törvénye. Az erők vektoriális összegzése. A dinamika alapegyenlete.	Tudjon eredő erőt szerkeszteni, számolni. Tudja használni a dinamika alapegyenletét számításos feladatok megoldásában.	Erővektorok összegzése szerkesztéssel, számolással. Egyszerű tanulói kísérletek erők összegzésére. Számításos feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek. Matematika: vektorok, műveletek vektorokkal, elemi szerkesztések, egyenletrendezés.
Erőtörvények			

Nehézségi erő. Gravitációs erő. Kényszererők. Rugóerő. Súlyerő, sztatikai tömegmérés elve. Súrlódás, közegellenállás.	Ismerje fel a kölcsönhatásokban fellépő erőket. Tudja jellemezni, értelmezni a jellegzetes erőhatásokat. Ismerje a nehézségi, a gravitációs, valamint a súlyerő közötti különbséget. El tudja magyarázni a csúszási súrlódás, a tapadási súrlódás és a gördülési ellenállás közötti különbséget. Ismerje a közegellenállási erőt befolyásoló tényezőket.	Egyszerű kísérletek elvégzése a súlytalansággal kapcsolatban. Tanulói kísérletek a súrlódás vizsgálatára. Gyűjtőmunka: a súrlódási és a közegellenállási erő növelése és csökkentése a gyakorlatban. Számításos feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek. Matematika: vektorok, műveletek vektorokkal, elemi szerkesztések, egyenletrendezés. Technika: súrlódó, mozgó gépalkatrészek, járművek.
A lendület A lendület fogalma. Newton II. törvényének megfogalmazása a lendület segítségével. Impulzustétel. Lendület-megmaradás elve párkölcsönhatásnál. A rakéta mozgása.	Tudja, hogy párkölcsönhatás során a lendületek vektori összege nem változik. Ismerje Newton II. eredeti megfogalmazását. Ismerje a rakéták működési elvét és alkalmazási területeit!	Ismeretterjesztő film megtekintése a rakétákról. Gyakorlati feladat: vizes rakéta készítése és kilövése a szabadban. Rakéta készítése kólából, teafilterből, szódapatronból stb. A rakétahatás elemzése konkrét példákon keresztül. A medúza úszása. Számításos feladatok megoldása.	Technika: technikai eszközök: rakéták, harcászati rakéták alkalmazása. Biológia: állatok mozgásának elemzése (pl.: medúza). Űrkutatás: az űrhajózás célja. Matematika: egyenletrendezés.

2. témakör: Mozgások, munka, energia (25 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik a mechanika: munka-energia, pontrendszer, körmozgás-tömegvonzás, merev test egyensúlya területeket. A mechanika törvényeinek felhasználásával számos alkalmazáson keresztül az oksági gondolkodás megerősítése a cél.

A munka és energia fogalmak kialakítása lehetőséget ad bonyolultabb jelenségek vizsgálatára, valamint segít eligazodni technikai környezetünkben is. Ezek az ismeretek a későbbi tanulmányaink során is munkaeszközként szolgálnak majd. A pontrendszerek dinamikájának megismerése tárgyja a pontosan leírható jelenségek körét, fejleszti a diák absztrakciós képességét. Szerencsés a körmozgás és a tömegvonzás témákat egymás után elsajátítani, hisz így az elmélet és alkalmazás szinte egyidejűleg jelenik meg. A témakör végén a merev test egyensúlyának vizsgálatával ismét rengeteg gyakorlati példa elemzésére adódik lehetőség, valamint folytatjuk a korábban megkezdett (tömegpont, pontrendszer) absztrakciós folyamatot.

A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek, megértett alkalmazások is hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez. A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segíti.

A világhálón tanári útmutatás alapján a legkülönbözőbb problémákhoz keresnek a diákok leírásokat, adatokat. Az adat- és információkeresés több területet céloz meg: fizika, technika, sport stb. Munka közben a diákok kritikai képességei fejlődnek, a projektmunkák elkészítése során az anyanyelvi kompetenciájuk erősödik.

A tananyag elsajátítása során komoly hangsúlyt fektetünk a mechanikai feladatok számított eredményének kísérleti ellenőrzésére, a tanult fizikai törvények szabatos szóbeli kifejtésére, kísérleti tapasztalatokkal történő alátámasztására. A tanult fizikai törvényeket hétköznapi jelenségek (pl.: közlekedés, sport stb.) magyarázatára használjuk (anyanyelvi kompetencia).

A tanult fizikai fogalmakat, törvényeket alkalmazzuk egyszerű, összetett és bonyolult problémák kvalitatív értelmezésekor és kvantitatív megoldása során. A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Munka, energia	Az energia fogalmának mélyítése	Ismeretterjesztő DVD megtekintése, ami áttekinti a	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek.

	természettudományos kompetenciát erősíti, valamint segít eligazodni technikai környezetünkben.	fejezet lényegét. (Mindennapokból vett példák, amelyekben mechanikai energiák jelennek meg /autó, megfeszített íj, vízierőmű, lendkerekes játékautó stb./)	Technika: járművek, gépek.
A munka értelmezése			
A munka kiszámítása különböző esetekben: állandó erő és irányába mutató elmozdulás, állandó erő és szöget bezáró elmozdulás, lineárisan változó erő munkája. Speciális erők munkái: emelési, nyújtási, súrlódási. Az eredő erő munkája. Munkatétel.	Tudja, hogy a munka fogalma más a mindennapokban, mint a fizikában! Ismerje a fizikai munka kiszámítását különböző esetekben. Ismerje a munka egységét! Tudja a speciális erők munkáit számolni. Ismerje a munkatételt.	Erő-elmozdulás grafikon felvétele, elemzése. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: Az erő és elmozdulás fogalmainak felidézése, elmélyítése. Matematika: szögfüggvények, alpműveletek, egyenletrendezés. Technikai eszközök.
Mechanikai energiafajták			
Mozgási energia, helyzeti energia, rugalmas energia. A munkatétel alkalmazásai.	Ismerje a mechanikai energia lehetséges formáit, kiszámítási módjait! Legyen jártas a munkatétel használatában fizikai problémák megoldásában.	Gyűjtőmunka: A hétköznapi életben mechanikai energiák megjelenése (autó, rugós játékpisztoly, lendkerekes játékautó, a magasugró stb.) Számítási feladatok megoldása.	Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés. Technikai eszközök.
Mechanikai energia-megmaradás törvénye			
Konzervatív és nem konzervatív erő fogalma. A mechanikai energia	El tudja dönteni, hogy egy erő konzervatív vagy nem. Ismerje fel azokat a	Tudja elemezni néhány egyszerű példán keresztül a mechanikai	Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés.

megmaradásának törvénye és érvényességi köre. A mechanikai energia-megmaradás törvényének alkalmazása.	jelenségeket, amikor igaz a mechanikai energia-megmaradás tétele. Tudja alkalmazni a mechanikai energia-megmaradás tételét számításos feladatokban.	energiák átalakulásait: feldobott labda, ugróbéka stb. Számításos feladatok megoldása.	Technikai eszközök.
A teljesítmény és hatásfok A teljesítmény és hatásfok fogalma, kiszámítása.	Ismerje a teljesítmény fogalmát, illetve egységeit, mértékegységeinek átváltását. Tudja a hatásfok jelentését. Legyen jártas olyan mechanikai számításos feladatok megoldásában, amelyekben a teljesítmény és a hatásfok fogalmak szerepelnek.	Gyűjtőmunka: Hasonlítsuk össze különböző járművek, élőlények, sportolók teljesítményét! Mérési feladat: lépcsőn felfutó ember teljesítményének meghatározása mérési adatok alapján. Számításos feladatok megoldása.	Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés. Technikai eszközök: autók adatai. Biológia: élőlények mozgása, teljesítménye. Testnevelés, sport: sportolók teljesítménye. Internet: adatgyűjtés.
2. fejezet: Pontrendszerek dinamikája	A pontrendszerek dinamikájának megismerése tágítja a pontosan leírható jelenségek körét, fejleszti a diák absztrakciós képességét.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése, ami áttekinti a fejezet lényegét (játék a billiárdasztalon, ütközések, gömb alakú tűzijáték.)	
Pontrendszer leírása Pontrendszer fogalma. Belső erők, külső erők. Zárt rendszer. A pontrendszer dinamikai leírásának alapelvei.	El tudja dönteni, hogy a pontrendszer tagjaira ható erők közül melyik belső, illetve külső erő. Képes legyen konkrét példákban alkalmazni a pontrendszer dinamikai leírásának alapelveit.	Vita Laplace márki determinisztikus világképe. Számításos feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek alkalmazása, mélyítése. Filozófia. Matematika: alpműveletek, egyenletrendszer megoldása.

Ütközések			
Ütközések jellemzése. A tökéletesen rugalmatlan ütközés. A tökéletesen rugalmas ütközés.	Tudja jellemezni az (egyenes, centrális) ütközéseket a mechanikai energia megmaradása szempontjából. Ismerje fel a tökéletesen rugalmatlan, illetve tökéletesen rugalmas ütközéseket. Legyen jártas ilyen jellegű számításos feladatok megoldásában.	Kiskocsis ütközéssel kísértetek rugalmas és rugalmatlan ütközésekre különböző tömegek esetében. „Newton bölcsőjének” vizsgálata. Film: autós ütközések, balesetek elemzése. Számításos feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek alkalmazása, mélyítése. Matematika: alpműveletek, egyenletrendszer megoldása. Közlekedési szabályok.
Tömegközéppont			
Tömegközéppont meghatározása két tömegpont, több tömegpont és kiterjedt test esetén. Tömegközéppont mozgásának tétele. Pontrendszerre vonatkozó lendület- és munkatétel.	Legyen képes meghatározni kettő, illetve több tömegpont és kiterjedt test tömegközéppontját. Ismerje a pontrendszerre vonatkozó törvényeket.	Kísérletelemzés: kettőskúp mozgása a felemás lejtőn. Számításos feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek alkalmazása, mélyítése. Matematika: alpműveletek, egyenletrendszer megoldása.
3. fejezet:			
Körmozgás, tömegvonzás	A körmozgás és a tömegvonzási törvény megismerése tovább bővíti a megismerhető jelenségek körét, mélyíti az oksági gondolkodást, fejleszti a természettudományos kompetenciát. A bolygómozgás megismerése tágabb környezetünk világába enged bepillantani.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése, ami áttekinti a fejezet lényegét (körmozgás: körhinta, mikrohullámú sütő tányérja, centrifuga, bolygómozgás: animáció).	Technikai eszközök. Csillagászat: a Naprendszer szerkezete, égitestek mozgása.
Körmozgás			
Az anyagi pont egyenletes és egyenletesen változó körmozgásának kísérleti vizsgálata és matematikai leírása.	Ismerje az egyenletes és egyenletesen változó körmozgást leíró kinematikai jellemzőket és a köztük lévő	Körmozgással kapcsolatos problémák elemzése. Számításos	Fizika: kinematikai ismeretek. Matematika:

	összefüggéseket.	feladatok megoldása.	szögmérés ívmértékben, elemi műveletek.
A körmozgás dinamikája A dinamika alapegyenletének alkalmazása egyenletes és egyenletesen változó körmozgásra.	Ismerje fel a centripetális és a tangenciális gyorsulást okozó erőket problémákban. Legyen képes a dinamika alapegyenletét alkalmazni a körmozgásra.	Csoportmunka: A tapadás és a kanyar sugarának birtokában tegyünk ajánlást az autó legnagyobb, még biztonságos sebességére! Milyen lehetőségek vannak a sebesség növelésére? Miért döntenek meg az úttesteket kanyarban? Számítási feladatok megoldása.	Fizika: körmozgás kinematikája, dinamika. Matematika: szögmérés ívmértékben, elemi műveletek, egyenletrendezés. Technika: autózás, közlekedésbiztonság.
A bolygómozgás dinamikája Az ellipszis matematikai leírása. A bolygómozgás Kepler-féle törvényei.	Ismerje az ellipszis fogalmát, jellemzőit. Ismerje a bolygómozgást értelmező legfontosabb modelleket: Geocentrikus világkép (Ptolemaiosz modellje), Heliocentrikus világkép (Kopernikusz), (Tycho de Brahe), Kepler modellje. Tudja megfogalmazni és értelmezni a bolygómozgás Kepler-féle törvényeit.	Tudománytörténeti kutatómunka: Kik és miben járultak hozzá a mai földközéppontú világkép létrejöttéhez? Kutatómunka: Milyen típusú műholdak könnyítik meg életünket? A Nap körüli bolygómozgás modellezése gumilepedővel. Egyszerű égbolt készítése gömbloblik segítségével. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: körmozgás kinematikája, dinamika. Matematika: elemi műveletek, egyenletrendezés, az ellipszis jellemzői. Csillagászat: a Naprendszer szerkezete, égitestek mozgása. Földrajz: a Föld forgása. Technikai eszközök: távcső, műholdak, űrhajózás.
A bolygómozgás			

dinamikai és energetikai leírása Newton egyetemes gravitációs törvénye. Gravitációs térerősség. A gravitációs és a nehézségi erő kapcsolata. A gravitációs tér munkája, gravitációs potenciális energia. Szökési sebesség.	Ismerje a két test között ható Newton-féle tömegvonzási törvényt! Tudjon konkrét esetekben műhold keringési időt, átlagos pályamagasságot számolni. Ismerje a gravitációs és a nehézségi erő közötti kapcsolatot. Legyen képes adott bolygóhoz 1., és 2. kozmikus sebesség kiszámolására.	Tudománytörténeti kutatómunka: Eötvös Loránd tevékenysége. Milyen távol található a műholdak a Földtől, és ennek mi az oka? Kutatómunka: Milyen jellegű „űrmissziók” voltak eddig az emberiség történetében? Számítási feladatok megoldása.	Fizika: a bolygómozgás dinamikája, munka, energia. Matematika: elemi műveletek, egyenlet-rendezés. Csillagászat: a Naprendszer szerkezete, égitestek mozgása. Földrajz: a Föld forgása. Technikai eszközök: műholdak, űrhajózás.
4. fejezet: Merev test egyensúlya	A pontszerű és merev test egyensúlyának vizsgálata a természettudományos kompetencia mellett a kritikai és elemzőképességet is erősíti.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése, ami áttekinti a fejezet lényegét.	Fizika: erő fogalma. Matematika: műveletek vektorokkal. Technika: erőátviteli eszközök.
Pontszerű és merev test egyensúlya Merev test fogalma. Merev testre ható erők eredője. Súlyvonal, súlypont. Tengellyel rögzített merev test egyensúlyának feltétele. Forgatónyomaték. Merev test egyensúlyának feltétele. Egyensúlyi helyzetek.	Legyen képes a tömegpont, illetve a merev test modell alkalmazására a probléma jellegének megfelelően. Tudja értelmezni dinamikai szempontból a testek egyensúlyi állapotát. Ismerje az egyensúly és a nyugalom közötti különbséget, feltételeit. Ismerje a forgatónyomaték fogalmát. Ismerje a súlyvonal,	Kísérlet: Az azonos hosszúságú fonalak egy-egy végét rögzítsük egy 1-2 kg-os testhez. A fonalak másik végét, azonos magasságban, lassan távolítsuk egymástól. A forgatónyomaték kísérleti vizsgálata egyszerű eszközökkel: pl.: az ablakok és ajtók nyitása kilinccsel vagy tapadókorongos	Fizika: az erővektor. Matematika: alpműveletek, műveletek vektorokkal, egyenletrendezés.

	súlypont fogalmakat. Tudja az egyensúlyi helyzetek közötti különbségeket (stabil, labilis, indifferens, metastabil helyzet).	erőmérővel. Tanulói kísérletezés: egyensúly létrehozása vonalzón gyufásdobozok segítségével. Tanulói kísérletek a különböző egyensúlyi helyzetek szemléltetésére gyufásdobozzal, ceruzával, keljfeljancsival, labdával, pohárral. Számítási feladatok megoldása.	
Egyszerű gépek.			
Egyoldalú és kétoldalú emelő, álló és mozgócsiga, csigasorok, hengerkerék, a lejtő, a csavar és az ék.	Tudja, hogy az egyszerű gépek használatával kedvezőbbé tehető a munkavégzés. Tudjon minél több példát mondani a hétköznapiakból az egyszerű gépek használatára (háztartás, építkezés a történelem folyamán, sport stb.) Értelmezze a különböző egyszerű gépek működését.	Gyűjtőmunka: keressen példákat az egyszerű gépek alkalmazására a hétköznapiakban. Kutatómunka: milyen egyszerű gépeket készített Arkhimédész. Tanulói kísérletek a különböző egyszerű gépek szemléltetésére. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: az erővektor és a forgatónyomaték fogalmának, valamint a statika törvényeinek mélyítése. Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés. Sport: kondicionáló gépek. Technikai eszközök: erőátviteli eszközök.
5. fejezet: A forgómozgás leírása			
A merev test forgási mozgási energiája. A tehetetlenségi nyomaték, Steiner-tétel. A perdület fogalma, perdülettétel. A tisztán gördülés fogalma és feltétele. Analógia a haladó és a forgómozgás között. Merev test	Tudja, hogy a merev test a forgásában is képes energiát tárolni. Ismerje a tehetetlenségi nyomatékot, mint a merev test egy fontos jellemzőjét. Ismerjen olyan jelenségeket, amelynek háttérében a perdület-	Kísérlet: ugyanazon a lejtőn gurul le golyó, henger, abroncs. Melyik ér le hamarabb? Miért? A jó mozgásának elméleti és kísérleti vizsgálata. Kísérletek a	Fizika: erővektor, forgatónyomaték, körmozgás kinematikája. Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés. Sport: jégtánc, torna.

síkmozgása.	megmaradás törvénye húzódik meg. Ismerje a tisztán gördülés fogalmát, feltételét. Találjon analógiát a haladó és a forgómozgás fogalmai és törvényei között. Ismerje a merev test síkmozgásának dinamikai törvényeit.	perdület-megmaradás törvényre (főtt, nyers tojás, vizes Segner-kerék stb.) Keressünk példákat a hétköznapi életből a perdület-megmaradás törvényre: piruettező jégtáncos, tornász, „lábára eső” macska stb. Számítási feladatok megoldása.	
-------------	---	---	--

3. témakör: Folyadékok és gázok (10 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek az anyag háromféle halmazállapotának jellemzésével és molekuláris alapon történő értelmezésével kapcsolatosak. Foglalkozunk a nyugvó és a gyorsuló folyadék belsejében uralkodó nyomás leírásával. Megvizsgáljuk a belső súrlódás nélküli és viszkózus folyadékok és gázok lamináris, valamint turbulens áramlási viszonyait is. Megadjuk végül a folyadék szabad felszíne és a felületén ható erő közötti kapcsolatot.

Ennek a témakörnek minden egyes része erősen kapcsolódik a gyakorlati alkalmazásokhoz, a környezetünkben megfigyelhető jelenségekhez. Ez egyrészt módot ad arra, hogy élővé, érdekessé tegyük a fizikaórákat, másrészt bemutathassuk, hogy a fizika milyen sok területen hasznos. Ezzel a tanulók életviteli és természettudományos kompetenciáit is fejlesztjük. A folyadékok és gázok témaköre nagyon sok esetben teret enged tanulói kísérletek végzésére. A látványos, érdekes kísérletek a szemléletük mellett a kézügyességüket is fejlesztik.

A témakör a fizika tudományában nagyon régi múltra tekint vissza, ami lehetőséget teremt arra is, hogy számos tudománytörténeti felfedezéssel, érdekes ténnyel ismerkedjenek meg a tanulók. Arkhimédész és Héron, Torricelli és Pascal munkásságát mutathatjuk be többek között.

A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos kérdésfelvetések fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését.

Ennek a témakörnek a különleges sajátossága az, hogy rámutat arra, hogy a jelenségek nagymértékben függnek bizonyos tulajdonságok elhanyagolható voltától vagy jelentős mértékű meglététől. Így gyökeresen más az örvényes és az örvénymentes áramlás, a súrlódásmentes és a belső súrlódásos áramlás. A tanulók itt a természettudományos gondolkodás modellalkotását gyakorolhatják, hiszen nagyon bonyolult jelenségek között kell egyszerűsített modellek segítségével eligazodniuk.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Nyugvó folyadékok és gázok	A tanuló értse a hidrosztatikai nyomás fogalmát, és ennek segítségével tudja értelmezni a légnyomást, a felhajtóerőt, valamint Arkhimédész törvényét.	Sok játékos kísérlettel, tanulói mérésekkel tehetjük érthetőbbé, kézzelfoghatóbbá ezt a témát.	Fizika: a folyadékokról és a gázokról az általános iskolában megismert fogalmak.
Halmazállapotok A kémiai anyagok háromféle halmazállapotának (szilárd, folyadék, gáz) tulajdonságai molekuláris felépítettségük alapján. A plazma-halmazállapot kvalitatív leírása.	A tanulók értsék a különböző halmazállapotok különbségeit és ezek okát. Legyen elképzelésük a teljesen rendezetlen állapotról, a rövidtávú, illetve a hosszú távú rend fogalmáról.	Tanulókísérletek elvégzésével és animációk megtekintésével, kipróbálásával szerezzenek mélyebb anyagszerkezeti ismereteket a különböző halmazállapotok tulajdonságairól.	Kémia: halmazállapotok.
Hidrosztatikai nyomás A nyomás fogalma. Pascal-törvény. Nyugvó folyadék szabad felszíne. A hidrosztatikai nyomás. Közlekedőedények vizsgálata. A hidrosztatikai paradoxon értelmezése.	A tanulók értsék a nyomás, különösen a hidrosztatikai nyomás fogalmát, ismerjék és tudják alkalmazni Pascal törvényét. Ismerjék a hidrosztatikai paradoxont, valamint a közlekedőedények működését.	Fizikatörténeti kiselőadás: Pascal munkássága. Tanulókísérletek: hidrosztatikai paradoxon, Cartesius-bűvár stb.	Fizika: A nyomás fogalma (általános iskolai anyag).
A légnyomás A légnyomás mérése. Barométerek.	A tanuló ismerje a légnyomás fogalmát, tudja, hogyan lehet megmérni, és a gyakorlatban milyen mértékegységei vannak.	Torricelli-kísérlet megtekintése higannyal, elvégzése vízzel vagy vörösborral.	Történelem, filozófia: „horror vacui”; Galilei és Torricelli kora, munkásságuk.
Arkhimédész törvénye			

Felhajtóerő folyadékokban és gázokban. Testek úszása, lebegése, elmerülése folyadékokban és gázokban. Szilárd testek és folyadékok sűrűségének meghatározása Arkhimédész törvénye alapján. Nyomáskülönbségen alapuló eszközök.	A tanuló értse a felhajtóerő fogalmát és Arkhimédész törvényét. Ismerjen nyomáskülönbségen, illetve a nyomás kiegyenlítődésein alapuló eszközöket (például pipetta, lopó, víztorony stb.). A tanuló tudjon elvégezni számolási feladatokat a felhajtóerővel, Arkhimédész törvényével, valamint egyes anyagok sűrűségének kiszámításával kapcsolatban.	Tanulókísérletek Arkhimédész törvényének igazolására, egyes anyagok sűrűségének meghatározására. Számítási feladatok elvégzése a témakörrel kapcsolatban. Projektmunka: például Héron-kút építése.	Történelem: Arkhimédész és Siracusa.
2. fejezet: Mozgó folyadékok és gázok	A tanulók értsék, hogy a mozgó folyadékok és gázok viselkedése gyökeresen különbözik a nyugvó rendszerektől, és ez feltehetően gondolkodási, logikai kompetenciájukat fejleszti a természettudományos területen.	DVD film megtekintése, ami bemutatja a mozgó folyadékok és gázok viselkedésének rendkívüli sokszínűségét. Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	Fizika: statika és dinamika.
Gyorsuló folyadékok Gyorsuló folyadék szabad felszíne. Felhajtóerő gyorsuló folyadékban.	A tanulók értsék, mi határozza meg a gyorsuló folyadékok felszínét, és egyszerűbb esetekben tudják meghatározni a felszínt. A tanulók tudják értelmezni a felhajtóerőt gyorsuló folyadékban.	Tanulókísérletek. Animációk. Számolási feladatok.	Fizika: statika és dinamika.
Folyadékok és gázok áramlása Folyadékok és gázok	A tanulók értsék az	DVD filmek, melyek	Fizika:

stacionárius áramlásának leírása: sebességtér, áramvonalak. A folytonosság törvénye.	áramlási alapfogalmakat. Tudják a folytonosság törvényét (kontinuitási egyenlet) számolási feladatokban használni.	áramlásokat mutatnak be. Animációk, melyek jól mutatják a sebességteret, az áramvonalakat.	sebesség fogalom, anyagmegmaradás.
A Bernoulli-törvény A Bernoulli-törvény és annak gyakorlati alkalmazásai. A belső súrlódás (viszkozitás) áramló folyadékokban és gázokban. A Magnus-hatás.	A tanuló értse a Bernoulli-törvényt, és ismerjen néhány alkalmazást. A tanuló ismerje a mozgó folyadékokban és gázokban fellépő belső súrlódás (viszkozitás) fogalmát. A tanuló ismerjen jelenségeket a Magnus-hatásra, és értse a jelenségek magyarázatát.	Iskolai és tanulókísérletek elvégzése. Különböző sportokban a Magnus-hatás bemutatása. A Bernoulli-törvény gyakorlati alkalmazásainak bemutatása a valóságban, filmekben és animációkon.	Fizika: statika és dinamika.
Viszkozitás A közegeellenállás lamináris, illetve turbulens áramlás esetén. Aerodinamikai emelőerő. A repülés fizikai alapelvei.	A tanulók értsék, hogy a közegeellenállás törvényei eltérőek lamináris és turbulens áramlások esetén. A tanulók ismerjék az aerodinamikai emelőerő fogalmát, valamint a repülés fizikai alapelveit.	Iskolai kísérletek, DVD filmek. Tanulókísérletek elvégzése papírkúpokkal, amiből a közegeellenállási erő tulajdonságai kiolvashatók.	Technika, biológia: a repülés, repülő élőlények.
3. fejezet: Molekuláris erők folyadékokban	A tanulók értsék, hogy a folyadékok felszíne másként viselkedik, mint a folyadékok belseje.	DVD film megtekintése, amely bemutatja a folyadékfelszínekre jellemző viselkedési formákat. Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	Kémia: semleges atomok és molekulák kölcsönhatása.
A kohézió és az adhézió jelensége Egymással érintkező semleges atomok és molekulák kölcsönhatása.	A tanulók értsék a kohéziós és az adhéziós erők jelentését, ezek eredetét, és legyenek	Tanulókísérletek, DVD-filmek, animációk.	Kémia: kohézió és adhézió.

	képesek ezek összehasonlítására.		
A felületi feszültség			
A folyadék felszínének viselkedése. A felületi feszültség, felületi energia. A felületi jelenségek molekuláris értelmezése. A görbületi nyomás és értéke gömbfelület esetén.	A tanulók értsék a felületi feszültség jelentését erőként is, energiaként is. A tanuló ismerje a görbületi nyomás fogalmát, tudja a kiszámításának módját.	Folyadékhatárták kísérleti megfigyelése, mérése. Minimálfelületek létrehozása kereteken. Kísérletek a görbületi nyomásra szappanbuborékokkal.	Kémia: folyadékfelületek kémiai viselkedése. Orvostudomány: tüdőhörgők és a görbületi nyomás.
Hajszálcsövesség			
Kapilláris jelenségek	A tanuló értse a kapillaritás és a felületi feszültség kapcsolatát. Tudja kiszámítani a folyadékszint emelkedését (vagy süllyedését) hajszálcsövekben.	Tanulókísérletek hajszálcsövekkel. Számolási feladatok a kapillaritás témaköréből.	Biológia, mezőgazdaság: a hajszálcsövek szerepe a vízháztartásban.

4. témakör: Hőtan (30 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, megalapozott fogalmak széleskörűen járnak körül a hőtani alapjelenségekkel és a termodinamika alapjaival kapcsolatos problémákat. A hőtani alapjelenségekből a hőmérséklet fogalmát, a hőtágulást, a kalorimetriát, a fázisátalakulásokat, valamint a hőterjedés lehetséges módozatait tanítjuk. A termodinamikán belül a gáztörvényekkel, az ideális gáz fogalmával, a hőtan mindhárom főtételeivel, valamint a körfolyamatokkal foglalkozunk.

Ezek a témák számos, a mindennapi életben fontos terület kompetenciafejlesztésével járnak együtt, hiszen kitérünk a mai korszerű házak építési módjaira, az öltözködésre, a fűtés, hűtés, hajtás, sütés, főzés helyes megoldásaira. Az energia-munka átalakítás gyakorlati kérdéseinek tárgyalása elősegíti az energia-megmaradás törvényének elmélyítését, vagyis alapvetően fejleszti a természettudományos kompetenciát. Ennek a témakörnek a végén a termodinamika második főtételeinek tárgyalása, a természeti folyamatok irányának megmutatása, a folyamatokban, jelenségekben mindig jelenlévő irreverzibilitás kimutatása szintén nagymértékben fejleszti a természettudományos gondolkodásmódot.

A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését. Ezekre a területekre a reál osztályokban nemcsak az érdeklődés, hanem a megfelelő hosszúságú idő is rendelkezésre áll.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Hőtani alapjelenségek	A hőtani alapjelenségek ismerete alapozza meg a természettudományi kompetenciák fejlesztését a hőtan egész területén.	DVD film megtekintése, ami bemutatja a legfontosabb hőtani alapjelenségeket és a környezetünkben előforduló csapadékokat.	Kémia: különböző halmazállapotok. Földrajz: csapadékok.

		Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	
A hőmérséklet			
A hőmérséklet fogalma, mérése.	A tanuló ismerje a hőmérséklet fogalmát.	Kiselőadás, projektmunka, fizikatörténeti bűvárkodás: a régi hőmérsékleti skálák kialakulásának története.	Technikatörténet: a hőmérséklet mérése régen.
Hőmérsékleti skálák és összehasonlításuk.	A tanuló ismerje a különböző fontos hőmérsékleti skálákat, és tudja átszámítani a hőmérséklet értékét ezekre a skálákra.		
Hőtágulás			
Szilárd testek hőtágulása: vonalmenti (lineáris), felületi, térfogati.	A tanulók ismerjék a lineáris, a felületi és a térfogati hőtágulás törvényeit.	Mérési és számítási feladatok elvégzése.	Kémia: a víz tulajdonságai.
Folyadékok hőtágulása.	Tudjanak hőtágulási számítási feladatokat végezni.	Demonstrációs és tanulói kísérletek.	
A víz hőtágulásának „rendellenes” viselkedése.	Ismerjék a víz különleges hőtágulási viselkedését.		
Kalorimetria			
A hőmennyiség fogalma.	A tanulók ismerjék a hő, a hőkapacitás, a fajhő és a mólhő fogalmát.	Kalorimetriás mérési és számítási feladatok.	Kémia: a hő fogalma a termokémiában.
Szilárd testek és folyadékok hőkapacitása, fajhője, mólhője.	Tudjanak elvégezni kalorimetriás méréseket és számításokat.	Fizikatörténet: A hő fogalmának kialakulása, a kalória története.	
Termikus kölcsönhatások vizsgálata (halmazállapot-változás nélkül).			
Fázisátalakulások			
Halmazállapotok és szilárd testek fázisainak megváltozása. A fázisátalakulási hőmérséklet és	A tanulók ismerjék a különböző halmazállapotokat. Tudjanak fázisátalakulások	Kiselőadás, projektmunka: csapadékok kialakulása és tulajdonságai.	Földrajz: különböző csapadékok a Föld légkörében.

fázisátalakulási hőértelmezése. Olvasás–fagyás, forrás/párolgás–lecsapódás, szublimáció jellemzése. Fázisátalakulások energetikai vizsgálata, olvadáshő, párolgáshő. A túlűtés és túlűtés jelensége. Telített és telítetlen gőzök. A forrás értelmezése. A kritikus állapot.	számítási feladatokat elvégezni. Ismerjék a túlűtés és a túlűtés jelenségét. Tudjanak arról, hogy a természetben, a csapadékok kialakulásakor milyen egyensúlyi és nem egyensúlyi halmazállapot-változások játszódnak le. Ismerjék a forrás jelenségét. Tudjanak arról, mit jelent a kritikus állapot.	Mérési és számítási feladatok elvégzése. Tanári kísérletek a fázisátalakulások témaköréből.	
2. fejezet: Hőterjedés	A tanulók legyenek képesek a hőterjedés gyakorlati alkalmazásainak ismeretében arra, hogy felismerjék a környezetükben megvalósítható energiatakarékosság lehetőségeit.	DVD film megtekintése, ami gyakorlati példákön keresztül bemutatja a hőterjedés lehetséges módózatait. Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	
Hővezetés A hővezetés jelensége. Jó hővezető és jó hőszigetelő anyagok. A hővezetési egyenlet.	A tanulók ismerjék a hővezetés jelenségét, ismerjenek jó hővezető és jó hőszigetelő anyagokat. Egyszerű esetekben tudják alkalmazni a hővezetési egyenletet.	Tanári és tanulói kísérletek elvégzése, számítási feladatok a hővezetés témaköréből.	Anyagtudomány: jó hővezető és jó hőszigetelő anyagok.
Hőáramlás A hőáramlás jelensége. Természetes és mesterséges	A tanulók ismerjék a hőáramlás jelenségét, tudják a természetes és a mesterséges	Egyszerűbb tanulói kísérletek és demonstrációk elvégzése a	Földrajz: lemeztectonika, napfoltok.

hőáramlás. Gyakorlati alkalmazások és természeti példák a hőáramlásra.	hőáramlásokat megkülönböztetni.	hőáramlás témaköréből.	
Hősugárzás A hőszugárzás jelensége. A kisugárzási és elnyelődési képesség arányossága. A Stefan–Boltzmann-törvény. A Nap hőszugárzása. A napenergia felhasználása.	A tanulók ismerjék a hőszugárzás jelenségét, valamint az anyagok kisugárzási és elnyelődési képességének arányosságát. Ismerjék a Stefan–Boltzmann-törvényt. Tudják a Nap hőszugárzásából származó energia-áram mértékét, ismerjék a napenergia felhasználásának lehetőségeit.	Kísérletek, számítási feladatok a hőszugárzás témaköréből. Projektmunka: a Nap bemutatása.	Földrajz, biológia: a Nap hőszugárzása.
3. fejezet: Termodinamika	A hőtan első főtétele az energia-megmaradás törvényének ismeretét mélyíti el, a második főtétel pedig a termodinamikai folyamatok irányát mutatja meg, ezért ez a témakör alapvetően fejleszti a természettudományos gondolkodásmódot.	DVD film megtekintése, ami a termodinamikai folyamatokról, illetve a hőerőgépek gyakorlati felhasználásáról szól. Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	Kémia: gázok viselkedése, termokémia.
Gázok állapotváltozásai Állapotjelzők (hőmérséklet, térfogat, nyomás, anyagmennyiség). Boyle–Mariotte és Gay–Lussac törvények. A Kelvin-féle hőmérsékleti skála. Az ideális gáz fogalma. Az egyesített gáztörvény, az ideális	A tanuló ismerje a legfontosabb termodinamikai állapotjelzőket, valamint az állandó hőmérsékletre, nyomásra, illetve térfogatra vonatkozó gáztörvényeket. Ismerje az ideális gáz fogalmát és az abszolút hőmérsékleti skálát.	Tanulói kísérletek Melde-csővel. Számítási feladatok elvégzése a gáztörvények alapján. Fizikátörténeti barangolás: Boyle, Mariotte, Gay-Lussac és a többiek munkássága. A speciális állapotváltozások	Kémia: gáztörvények.

gáz állapotegyenlete. Speciális állapotváltozások értelmezése és ábrázolása p - V , p - T , V - T állapotsíkon.	A tanuló ismerje az egyesített gáztörvényt és az ideális gáz állapotegyenletét. Tudja értelmezni és ábrázolni a speciális állapotváltozásokat a különféle állapotsíkon.	grafikus ábrázolása az állapotsíkon.	
A molekuláris hőelmélet alapjai Az anyag molekuláris szerkezetének bizonyítékai: állandó súlyviszonyok törvénye, Avogadro-törvény. Az atomok és molekulák mérete. Az „ideális gáz” és modellje. A makroszkopikus termodinamikai mennyiségek (nyomás, hőmérséklet) és speciális állapotváltozások értelmezése a részecskemodell alapján.	A tanulók ismerjék azokat a tapasztalatokat, amelyek az anyag atomos, illetve molekuláris felépítésének felismerésére vezettek. Ismerjék az ideális gázmodellt. Tudják értelmezni a legfontosabb makroszkopikus mennyiségeket mikroszkopikus alapon.	Tanulókísérlet a molekulaméret meghatározására. Csoportmunka: a makroszkopikus és a mikroszkopikus mennyiségek közötti kapcsolat feltérképezése, megbeszélése.	Kémia: atomok és molekulák mérete, Avogadro-törvény, állandó súlyviszonyok törvénye.
A hőtán I. főtétele A belső energia fogalmának általánosítása. A belső energia meghatározása, néhány ekvivalens összefüggés megadása. A szabadsági fok fogalma, ekvipartíció-tétel. A belső energia megváltoztatása munkavégzéssel, melegítéssel. Az energia-megmaradás törvényének általános megfogalmazása – I. főtétel.	A tanuló ismerje a belső energia, a szabadsági fok fogalmát, tudja az ekvipartíció-tételt. A tanuló ismerje a termodinamika első főtételét. Tudja alkalmazni a hőtán első főtételt speciális állapotváltozások esetén. Ismerje az egyatomos és kétatomos gázok mólhő értékeit, tudja, hogyan kell ezekből kiszámítani a gázok fajhő adatait. Ismerje a Robert-Mayer egyenletet.	Számítási feladatok elvégzése az első főtétel témaköréből. A munkavégzés kiszámítása a p - V diagram alapján.	Kémia: termokémia. Fizika: energia-megmaradás.

Gázok állapotváltozásainak (izobár, izoterm, izochor és adiabatikus folyamat) kvantitatív vizsgálata az I. főtétele alapján. A gázok fajhője és mólhője. A Robert-Mayer egyenlet.			
Körfolyamatok A hőtan első főtételeinek alkalmazása körfolyamatokra. Hőerőgépek hatásfoka. A Carnot-féle körfolyamat. Hűtőgép, hőszivattyú, és azok jósági tényezője.	A tanuló ismerje a termodinamikai körfolyamat fogalmát. Ismerje a Carnot-féle körfolyamatot. Tudja, hogyan kell a hőgépek hatásfokát, illetve jósági tényezőjét kiszámítani.	Egyszerű számítási feladatok elvégzése körfolyamatokra. Stirling-motor modell bemutatása. DVD film megtekintése különböző hőerőgépekről, hűtőgépekről, hőszivattyúkról, légkondicionáló berendezésekről.	Fizika: Az örökmozgó lehetetlensége.
A hőtan II. és III. főtétele A természeti folyamatok iránya. Megfordítható és nem megfordítható folyamatok. Hőmérséklet-változások vizsgálata spontán hőtani folyamatok során. A II. főtétel néhány ekvivalens megfogalmazása. A hőtan III. főtétele.	A tanuló ismerje a hőtan második és harmadik főtételeit. Tudja a megfordítható és a nem megfordítható folyamatok jelentését. Ismerje a rend és a rendezetlenség fogalmát, spontán folyamatokban lássa meg a lejátszódási irányt.	Néhány egyszerű kísérlet elvégzése nem megfordítható folyamatra.	Biológia: az élet, mint termodinamikai folyamat.

5. témakör: Rezgések és hullámok (15 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik a mechanika: rugalmasságtan, rezgések, hullámok, hangtan területeket. A mechanika törvényeinek felhasználásával számos alkalmazáson keresztül az oksági gondolkodás további erősítését folytatjuk.

A rugalmasságtani ismeretek a diákoknak különösen a műszaki kíváncsiságát elégíti ki, valamint a korábban megkezdett (tömegpont, pontrendszerek, merev test) absztrakciós folyamatot egészíti ki.

A mechanikai rezgések megismerése tovább fejleszti a természettudományos kompetenciákat, valamint alapot ad a későbbi fejezetekben megjelenő alkalmazásokhoz.

A rezgési állapot kiterjesztéseként megismerjük a mechanikai hullámok világát, majd a hangtan alapjaiba nyerünk bepillantást. Ezáltal a természet egységét kifejező elképzelést is erősítjük.

A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van továbbra is az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segíti.

A tananyag elsajátítása során komoly hangsúlyt fektetünk a mechanikai kísérletek bemutatására, elvégeztetésére, valamint a fizikai mérésekre. Továbbra is fontos a tanult fizikai törvények szabatos szóbeli kifejtésére, kísérleti tapasztalatokkal történő alátámasztására szánt idő. A tanult fizikai törvényeket hétköznapi jelenségek magyarázatára használjuk (anyanyelvi kompetencia).

A tanult fizikai fogalmakat, törvényeket alkalmazzuk egyszerű, összetett és bonyolult problémák kvalitatív értelmezésekor és kvantitatív megoldása során. A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését.

Témák, problémák,	Követelmények,	Javasolt	Kapcsolatok
--------------------------	-----------------------	-----------------	--------------------

fogalmak	fejlesztendő kompetenciák	tevékenységek	
1. fejezet: Rugalmasságtan és rezgések	A rugalmasságtan és a mechanikai rezgések megismerése tovább fejleszti a természettudományos kompetenciákat, valamint alapot ad a későbbi fejezetekben megjelenő alkalmazásokhoz.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése, ami áttekinti a fejezet lényegét (Rugalmasságtan: huzal rugalmas megnyúlása, szakító szilárdsága. Rezgések: rezgő hangvilla végének nyomképe, Lissajous-görbék, Tacoma-híd katasztrófája.).	Fizika: erő, egyenletes körmozgás kinematikája, dinamikája. Technikai eszközök: időmérő szerkezetek.
Szilárd testek alakváltozásai A rugalmas megnyúlás leírása, nyújtási diagram. Húzó-nyomó erők, Hooke törvény. A rugalmas megnyúlás molekuláris értelmezése. További rugalmas alakváltozások: hajlítás, lehajlás, nyírás, csavarás. A rugalmas energia. Képlékeny alakváltozások, szakítódiagram értelmezése.	Értse a rugalmas alakváltozás jelentését, jellemzőit. Tudja értelmezni a nyújtási diagramot. Ismerje Hooke törvényét, és problémák megoldásában tudja alkalmazni. Ismerje a jelenség atomfizikai magyarázatát. Tudja, hogy a nyújtóerő munkája belső energiaként tárolódik. Tudja jellemezni a többi rugalmas alakváltozást.	Szilárd testek kicsi deformációjának kimutatása egyszerű eszközökkel (gombostű, mint görgő). Nyújtási diagram felvétele és elemzése. Rugalmassági modulus meghatározás megnyúlásból, illetve lehajlásból. Gyűjtőmunka: Keressünk minél több példát a mindennapi életből, ahol rugalmas alakváltozással lehet találkozni! Számítási feladatok megoldása.	Fizika: erő, változó erő munkája, energia. Matematika: alapműveletek, egyenes arányosság, függvény-vizsgálat, egyenletrendezés. Technikai eszközök.
Mechanikai rezgés A harmonikus rezgőmozgás kísérleti vizsgálata. A rezgést	Tudja, hogy harmonikus rezgőmozgást	Keressünk minél több példát a mindennapi életből,	Fizika: egyenletes körmozgás

jellemző mennyiségek. Newton II. törvényének alkalmazása a rugón lévő testre. Harmonikus rezgőmozgás származtatása egyenletes körmozgásból vetületi mozgásként. A kitérés, sebesség és gyorsulás időfüggvényei. A rezgésidő kiszámítása. A rezgés energiája, energia-megmaradás. A matematikai inga kísérleti és elméleti vizsgálata. A rezgést befolyásoló külső hatások következményei (csillapodás, kényszerrezgések, rezonancia, csatolt rezgések kísérleti vizsgálata). Rezgések összetétele, szuperpozíció-elv. Lebegés.	harmonikus erő hoz létre. Ismerje a rezgést leíró fogalmakat. Értse a harmonikus rezgőmozgás és az egyenletes körmozgás kapcsolatát. Ismerje a mozgást leíró kinematikai függvényeket. Legyen képes a rezgésidő és a lengésidő mérésére, illetve kiszámolására a szükséges adatok birtokában. Tudja a rezgőmozgást energetikailag jellemezni. Ismerje a rezgést befolyásoló külső hatások következményeit. Tudja alkalmazni a szuperpozíció-elvet rezgések összetételére. Tudjon értelmezni rezonancia-jelenségeket.	ahol rezgésekkel lehet találkozni! Mérési feladat: Különböző tömegű testeket helyezünk különböző rugókra, majd hozzuk rezgésbe. Mérjük a rezgésidőt! Hogyan függ a rezgésidő a test tömegétől, a rugótól? Mérje különböző hosszúságú fonálingák lengésidőjét! Hogyan függ a mért lengésidő a fonál hosszától? Csillapodó rezgés megfigyelése. Projektmunka: Milyen a modern autó lengéscsillapítója? Rezonancia-görbe elemzése. Fizikatörténeti kutatómunka: Christiaan Huygens munkássága. Film: A Tacoma-híd katasztrófája. Számítási feladatok megoldása.	kinematikája, dinamikája. Matematika: alapszámítások, egyenletrendezés, táblázat és grafikon készítése. Technikai eszközök: időmérő szerkezetek, hidak, mozgó alkatrészek stb. Internet, könyvtár: fizikatörténeti kutatómunka.
2. fejezet: Hullámok, hangtan	A rezgési állapot kiterjesztéseként megismerjük a mechanikai hullámok világát, majd a hangtan alapjaiba nyerünk bepillantást. Ezáltal a természet egységét kifejező elképzelést is erősítjük.	DVD megtekintése, ami áttekinti a fejezet lényegét (Hullámok: mexikói hullám, földrengések, Doppler-jelenség, fejhullám, hangrobbanás, hangszerek). Üveg poharakkal, műanyagcsövekkel	Fizika: Mechanikai rezgések. Földrajz: földrengések. Ének-zene: A muzikalitás megjelenésének minden formája.

		zenélés.	
Mechanikai hullámok leírása A hullám, mint a közegben terjedő rezgésállapot. Mechanikai hullámok típusai a hordozó közeg dimenziószáma alapján. A hullámot jellemző mennyiségek: hullámhossz, periódusidő, terjedési sebesség. A harmonikus hullám.	Ismerje a mechanikai hullám fogalmát, létrejöttének feltételeit. Tudjon felsorolni többfajta mechanikai hullámot! Ismerje a hullámhossz fogalmát, a hullámhossz, a frekvencia és a terjedési sebesség közötti kapcsolatot. Tudja, mit nevezünk harmonikus hullámnak.	Kísérletek vizes káddal, kötéllal, nagy rugóval. Gyűjtőmunka: Keressünk minél több példát a mindennapi életből, ahol hullámokkal lehet találkozni! Projektmunka: Keressünk az interneten olyan filmet, amin stadionban kialakuló mexikói hullám látható! Végezzünk becslést a hullám terjedési sebességére! Számítási feladatok megoldása.	Fizika: mechanikai rezgések. Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés. Internet: gyűjtőmunka a projektmunkákhoz.
Hullámjelenségek Longitudinális és transzverzális hullám, polarizáció. Hullámjelenségek kísérleti vizsgálata gumikötélen és hullámkádban. Hullámok találkozása, visszaverődése. Felületi hullámok visszaverődésének és törésének kísérleti vizsgálata és értelmezése a hullámterjedés alapján. Snellius-Descartes törési törvény. Interferencia, elhajlás, a hullámterjedés Huygens-Fresnel-féle elve. Állóhullámok kialakulása kötélen,	Meg tudja különböztetni a hosszanti (longitudinális) és keresztirányú (transzverzális) hullámokat! Le tudja írni a jellegzetes hullámjelenségeket, mint törés, visszaverődés, polarizáció, elhajlás, interferencia, állóhullámok. Tudjon példákat mondani hullámjelenségekre a hétköznapi életből. Ismerje a hullámterjedés Huygens-féle, illetve Huygens-Fresnel-féle elvét.	Tanulói kísérlet: Hozzunk létre slinky-vel hosszanti és keresztirányú hullámokat! Kísérletek vizes káddal, kötéllal, nagy rugóval. Projektmunka: Hogyan mozognak a vízrészecskék a víz hullámban? (Körkörös mozgás) Járjunk utána, hogyan függ a víz hullám terjedési sebessége a vízmélységtől! Esetleg végezzünk méréseket! Gyűjtőmunka: hullámjelenségek a	Fizika: hullámtani ismeretek elmélyítése. Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés. Internet: gyűjtőmunka a projektmunkákhoz.

a hullámhossz és kötélfhossz kapcsolata. A hullámcsomag.		hétköznap életből. Számítási feladatok megoldása.	
A hang hullámtulajdonságai A hang keletkezése, terjedése közegben. A hétköznapi hangtani fogalmak fizikai értelmezése: hangmagasság, hangerősség, alaphang, felhangok, hangszín, hangsor, hangköz. Az emberi fül felépítése. Hangtani állóhullám, a hangsebesség mérése. A hang energetikai jellemzése, a decibelskála. Doppler-jelenség és alkalmazásai, fejhullám. Infrahang, ultrahang és alkalmazásaik.	Tudja, hogy a hang is hullám. Tudja a hang jellemzőinek fizikai értelmezését. Ismerje az emberi fül legfontosabb részeit, azok működésének fizikai mechanizmusát. Legyen tisztában a fokozott hangerő egészségkárosító hatásával, a hatást csökkentő biztonsági intézkedésekkel. Ismerje a decibel skála sajátosságait. Legyen tisztában az emberi fül hallástartományával, azzal, hogy nem minden hang érzékelhető a fül számára. Ismerje az ultrahang (infrahang) felhasználásának lehetőségeit (pl.: az orvosi alkalmazásokat, az ultrahangos felvétel készítésének elvét). Tudjon példát mondani a Doppler-jelenség alkalmazására.	Kutatómunka: Mit nevezünk zajszennyezésnek? Ez miért veszélyes? Mit lehet ellene tenni? Mérési feladat: a hang sebességének mérése egyszerű eszközökkel. Egyszerű kísérletek: hanginterferencia, hanglebegés, hangvisszaverődés, Doppler-jelenség. Zsinórtelefon készítése műanyag pohár és madzag segítségével. Hangszer készítése, azon valamilyen dallam eljátszása (pl.: poharak hangolása). Hangok számítógépes elemzése, frekvencia analízis a hangszín, a hangmagasság értelmezésére. Önálló munkák: Hogyan tájékozódnak a denevérek? A hangszerek története. A hangsorok története. Mikor mondjuk azt,	Fizika: hullámtani ismeretek mélyítése. Matematika: alaplételek, logaritmus fogalma, azonosságai, egyenletrendezés. Biológia: a fül felépítése, egészségvédelem. Ének-zene: hangszerek, hangsorok, hangzás. Internet: gyűjtőmunka a projektmunkákhoz.

		hogy egy hang hamis? Mi az abszolút hallás? Mi a hifi minőség, milyen eszközök rendelkeznek ezzel? Egyszerű számításos feladatok megoldása.	
--	--	---	--

10. osztály:

A 10. osztály tananyaga négy témakörre oszlik („Elektromosság”, „Mágnesség”, „Elektromágneses indukció”, „Fénytan”), amelyek tárgyalását az alábbi fejezetek szerint, bontva javasoljuk. A feldolgozott tartalmakat és kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

6. témakör: Elektromosság (30 óra)

1. fejezet: Elektrosztatika
2. fejezet: Egyenáramok

7. témakör: Mágnesség (15 óra)

1. fejezet: Mágneses erők és mezők
2. fejezet: A mágneses erőter forrása

8. témakör: Elektromágneses indukció (20 óra)

1. fejezet: Indukciós jelenségek
2. fejezet: Váltakozó áramú áramkörök
3. fejezet: Elektromágneses hullámok

9. témakör: Fénytan (27 óra)

1. fejezet: Fénysugarak
2. fejezet: Fényhullámok

6. témakör: Elektromosság (30 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik az elektrosztatika, elektromos egyenáram, illetve az elektrokémia területeket. Rengeteg elektromos készülék vesz körül minket. Működésük megismerése nemcsak intellektuális igényünket elégíti ki, hanem segíti a helyes fizikai világkép kialakulását is.

A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek, megértett alkalmazások is hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez.

A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segíti. A világhálón tanári útmutatás alapján a legkülönbözőbb problémákhoz kereshetnek a diákok leírásokat, adatokat. A munka közben a diákok kritikai képességei fejlődnek, a projektmunkák elkészítése során az anyanyelvi kompetenciájuk is erősödik.

A csoportmunkák során a diákok vitakultúrája, empátiája nőhet. A sok életközeli kérdésfelvetés a tanulókat közelebb viszi a technikai eszközökhöz. A környezettudatos, a természet épségét óvó magatartás kialakítása a cél. A feldolgozás módja segíti a diákokat abban, hogy a modern technológiákat a környezet lehetőségeivel összhangban használhassák, és így a gazdasági élet tudatosabb szereplőivé váljanak.

A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését.

A hétköznapijainkban megjelenő technikai eszközök működésén túl olyan természeti jelenségeket is megismernek a diákok, amelyek várhatóan nagy érdeklődést keltenek. Ez az önálló tanulást is motiválja.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javaolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Elektrosztatika	Az elektrosztatika az elvont matematikai gondolkodás fejlesztésének terepe.	Számítógépes szimulációkkal tehetjük szemléletesebbé a különböző elektrosztatikus elrendezéseket.	Matematika: vektorok, grafikus ábrázolások.
Elektrosztatikus erők és mezők Az elektromos töltés fogalma. Elektromos vezetők és szigetelők. Az elektromos megosztás jelensége. Coulomb-törvény. Az elektromos mező fogalma, elektromos térerősség. Elektromos erővonalak. Ponttöltés mozgása elektromos mezőben.	A tanulók ismerjék az elektrosztatikus alapjelenségeket. Tudják számításokban használni a Coulomb-törvényt. Ismerjék az elektromos mező szemléltetését erővonalakkal. Alakuljon ki bennük elképzelés az elektromos mezőt jellemző térerősségről. Egyszerűbb esetekben tudják kiszámítani az elektromos mezőben lévő töltések mozgását.	Elektrosztatikus alapjelenségek kísérleti demonstrációja. Számolási feladatok elvégzése az elektrosztatika köréből.	Matematika: vektorműveletek.
Elektromos potenciál és feszültség Az elektromos potenciális energia. Az elektromos potenciál fogalma. Elektromos feszültség. Összefüggés az elektromos térerősség és a potenciál között. Az energia-megmaradás törvényének alkalmazása mozgó töltésekre. Ekvipotenciális felületek.	A tanulók ismerjék az elektromos potenciál, a potenciális energia, valamint a feszültség fogalmát. Értsék a kapcsolatot az elektromos térerősség és a potenciál között. Ismerjék az ekvipotenciális felületek megrajzolásának módszerét. Tudják alkalmazni az energia-megmaradás törvényét mozgó töltésekre. Ismerjék az elektronvolt fogalmát.	Mérések elektrosztatikus műszerekkel. Számolási feladatok a potenciállal kapcsolatban. Számítógépes szimulációk használata az ekvipotenciális felületek megrajzolására.	Földrajz: szintfelületek.
Elektrosztatikus			

jelenségek			
Vezetők elektrosztatikus egyensúlyban (csúcshatás, Faraday-kalitka, árnyékolás). Villámhárítók.	A tanulók ismerjék a következő elektrosztatikus jelenségeket: csúcshatás, Faraday-kalitka, árnyékolás. Ismerjék a villámhárítók típusait és működési elvüket.	Demonstrációs kísérletek az elektrosztatikus jelenségek témaköréből.	Biológia: villámok élettani hatása.
Kondenzátorok			
A kapacitás fogalma. Síkkondenzátor kapacitása. Kondenzátorok kapcsolása. Szigetelők (dielektrikumok) szerepe. A polarizáció jelensége. Kondenzátorokban tárolt energia. Az elektromos mező energiasűrűsége.	A tanulók ismerjék a kapacitás fogalmát, a kondenzátorok működési elvét. Tudják kiszámítani a síkkondenzátor kapacitását. Ismerjék a polarizáció jelenségét, valamint a dielektrikumok szerepét a kondenzátorok kapacitásának növelésében. Tudják meghatározni a kondenzátorokban tárolt energiát, ismerjék az elektromos mező energiasűrűségének kiszámítási módját.	Számítási és mérési feladatok kondenzátorokkal. Számítási feladatok elvégzése a kondenzátorokban tárolt energiával kapcsolatban.	Kémia: poláros anyagok.
2. fejezet: Egyenáramok			
	Az elektromos áram teljesen átszövi a mindennapi életünket. Az alapjelenségek megértése nemcsak a természettudományos kompetenciát fejleszti, hanem jól mutatja a szoros kapcsolatot a tudomány és a gyakorlati felhasználás között.	Az elektromos áram hatásait bemutató DVD film megtekintése. Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	Biológia: az elektromos áram élettani hatása. Kémia: az elektromos áram kémiai hatása.
Az elektromos áram és az ellenállás			
Az elektromos áram fogalma. Az elektromotoros erő fogalma. Az elektromos	A tanulók ismerjék az elektromos áram, valamint az elektromotoros erő fogalmát.	Az elektromos árammal és az Ohm-törvénnyel kapcsolatos mérések és	Kémia: fémek kötése.

ellenállás és az elektromos vezetőképesség fogalma. Ohm-törvény. Fémek elektromos vezetésének szabadelektron-modellje. Az elektromos ellenállás hőmérséklet függése. Az áramsűrűség, a fajlagos ellenállás és a fajlagos vezetőképesség fogalma.	A tanulók ismerjék az elektromos ellenállás és az elektromos vezetőképesség, valamint a fajlagos ellenállás és a fajlagos vezetőképesség fogalmát. A tanulók ismerjék az Ohm-törvényt, és tudják használni számítási feladatokban. A tanulók ismerjék a fémek vezetésének Drude-modelljét. Tudjanak az elektromos ellenállás hőmérsékletfüggéséről.	számítási feladatok elvégzése. Izzólámpa elektromos ellenállásának mérése különböző terhelő áramok (vagyis különböző hőmérsékletek) mellett.	
Az elektromos teljesítmény Joule-hő. Az elektromos teljesítmény. Fogyasztók teljesítményének kiszámítása. Mennyibe kerül az elektromos energia? Mit mutat a villanyszámla? Hol kellene takarékoskodni?	A tanulók tudják az elektromos teljesítmény és a Joule-hő kiszámításának módját. Ismerjék a fogyasztók teljesítmény adatainak jelentését, az adatokból levonható következtetéseket. Tudják, hogyan lehet takarékoskodni az elektromos energiával.	Számítási feladatok az elektromos teljesítménnyel és a Joule-hővel. A villanyszámla adatainak elemzése.	Közgazdaságtan: miért kerül annyiba az áram, amennyibe kerül.

Egyenáramú áramkörök Sorosan és párhuzamosan kapcsolt ellenállások. Kirchhoff-törvények. A huroktörvény és a csomóponti törvény alkalmazása áramkörökben. A szuperpozíció elvének alkalmazása áramkörökben. Ellenállásokat és kondenzátorokat tartalmazó áramkörök vizsgálata. Árammérő és feszültségmérő műszerek kapcsolása, a műszerek méréshatárának kiterjesztése. Milyen a hálózat a lakásokban? Érintésvédelem, az elektromos áram élettani hatása.	A tanulók ismerjék a soros és a párhuzamos kapcsolásokat. Tudják Kirchhoff törvényeit. Tudják alkalmazni a hurok- és a csomóponti törvényt. Ismerjék az elektromos mérőműszerek használatának szabályait, méréshatáruk kiterjesztésének módját. Ismerjék a lakásokban található elektromos hálózatok felépítésének alapelveit. Ismerjék a legfontosabb érintésvédelmi szabályokat.	Különböző áramkörökkel és mérőműszerekkel végzett mérési és számítási feladatok. DVD film megtekintése az érintésvédelmi szabályokról, az elektromos áramütés veszélyeiről.	Orvostudomány: az áramütések élettani hatása.
Elektrokémia Az elemi töltés fogalma. Millikan-kísérlet. Az elektrolízis alapjelenségei. Az elektrolízis Faraday-törvényei. Az elektrokémiai egyenérték. Galvánelemek és akkumulátorok. Újratölthető elemek. Telepek elektromotoros ereje és belső ellenállása. Belső ellenállással rendelkező telepeket tartalmazó áramkörök vizsgálata. Telepek hatásfokának	A tanulók ismerjék az elemi töltés fogalmát, tudják, hogyan mérte meg Millikan az elemi töltést. A tanulók ismerjék az elektrolízis alapjelenségeit, a Faraday-törvényt, valamint az elektrokémiai egyenérték fogalmát. A tanulók ismerjék a galvánelemek és az akkumulátorok működésének alapelveit. Tudjanak számítási feladatokat végezni belső ellenállással	Mérési és számítási feladatok az elektrokémia témaköreiből. Mérési és számítási feladatok telepek elektromotoros erejével és belső ellenállásával kapcsolatban. Mérési és számítási feladatok telepek hatásfokával kapcsolatban.	Kémia: elektrokémiai ismeretek.

számítása.	rendelkező telepekkel.		
------------	------------------------	--	--

7. témakör: Mágnesség (15 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakör célja a mágnességgel kapcsolatos ismeretek feldolgozása, az elektromos áram és a mágnesség kapcsolatának megismerésével az integrált természettudományos szemlélet kialakulásának támogatása. A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez.

A pontosan és szabatosan bevezetett fizikai fogalmak segítségével matematikai formába öntött törvények feltárásán és logikus alkalmazásán keresztül vezet az út a hétköznapi életben fontos alkalmazások, jelenségek megértése felé. A számítási feladatok megoldása fejleszti a logikus gondolkodást és későbbi szakmájuk kreatív művelésére teszi alkalmassá a diákokat. A javasolt tevékenységek között található vitatkozásra serkentő feladatok egyrészt a természettudományos kompetencia kíváncsiságot, kritikai hozzáállást megfogalmazó attitűdjét erősítik, másrészt fejlesztik az anyanyelvi kompetenciát. A praktikus kérdésselvetések a tanulókat a gazdasági élet tudatosabb szereplőivé teszi, a megfelelő ismeretek átadásával segítve őket abban, hogy a technikai eszközöket és modern technológiákat a környezet lehetőségeivel összhangban használhassák.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Mágneses erők és mezők	Ismerje a mágneses jelenségeket, lényegi és matematikai leírásukat, ismereteit alkalmazza számítások során is.	Mutassák be a sokféle mágneses jelenséget, olyan eszközöket, amelyek használják a mágnességet. (mágneses daru, fémalkatrészek válogatása)	
A mágnesség Mágneses alapjelenségek állandó mágnesekkel. A mágneses mező fogalma. Mágneses erővonalak. A Föld mágnessége.	Mutassa be a mágneses alapjelenségeket állandó mágnesekkel, és magyarázza azokat a mágneses mező fogalmával.	Vizsgálja meg interaktív szimuláció segítségével a természetes mágnesek és a Föld körüli mágneses mezőt!	Földrajz: Északi fény, Van Allen övek. Biológia: Hogyan tájékozódnak a költöző-madarak?
A mágneses erő Áramjárta egyenes	Tudja kiszámolni a	Vizsgálják meg az	

vezetőre ható erő mágneses térben. Mozgó ponttöltésre ható mágneses erő (Lorentz- erő). A mágneses indukcióvektor fogalma. A mágneses tér kísérleti vizsgálata magnetométerrel.	homogén mágneses mezőben mozgó ponttöltésre ható mágneses erőt. Ennek ismeretében mutassa meg, hogyan mozoghatnak a töltött részecskék mágneses térben.	elektronok mozgását mágneses térben elektroncső segítségével vagy videón.	
Mágnesség a gyakorlatban Elektromosan töltött részecskék általános mozgása homogén mágneses térben. Mágneses dipólusok. Galvanométerek. Hall- effektus. A mágneses fluxus fogalma. Kísérletek katódsugarakkal, a fajlagos töltés fogalma. Tömegspektroszkóp. Mágneses anyagok.	Egyszerűbb esetekben számolja ki a mágneses mező fluxusát. Ismeresse a tömegspektroszkóp működési elvét. Csoportosítsa az anyagokat mágneses tulajdonságaik szerint, adjon magyarázatot az eltérő mágneses tulajdonságokra.	Projektfeladat: Milyen hatásmechanizmusa lehet az erős mágnesekkel való gyógyításnak? Érvek, ellenérvek.	
2. fejezet: A mágneses erőter forrása	Tudja, hogy a mágneses tér forrásai mozgó töltések. A vizsgált esetekben határozza meg a keltett tér jellemzőit, ismereteit használja a fontos gyakorlati alkalmazások működésének megértése során és egyszerű számolások végzése közben.	Nézzenek meg egy DVD-t a lebegő mágnesvasutakról, ennek alapján tekintsék át az elektromágneses jelenségeket.	
Az áram keltette mágneses mező Árammal átjárt vezetők (hosszú egyenes vezető, köráram, szolenoid, toroid) mágneses tere. Az Ampère-féle gerjesztési törvény. Árammal átjárt vezetők kölcsonhatása.	Alkalmazza az Ampère- féle gerjesztési törvényt a hosszú egyenes vezető körüli mágneses mező indukciójának meghatározásához. Ismerje a köráram, szolenoid, toroid mágneses mezőjét jellemző mennyiségeket és a mező szerkezetét. Számítással is	Végezzen kísérletet az áram által létrehozott mágneses mező kimutatására.	

	határozza meg a hosszú, párhuzamos, árammal átjárt vezetékek közötti mágneses erő nagyságát és irányát.		
Elektromos motorok Az abszolút amper fogalma. Elektromágneses mértékegységek. Az egyenáramú motor működésének elve A vasmag szerepe elektromágneses tekercsekben, mágneses hiszterézis.	Magyarázza el, hogyan működik az elektromos motor (A HUB motor is), ismertesse az elektromágnes főbb alkalmazásait.	Vizsgálja meg az elektromos motor működését egy modellvasút mozdonyának szétszedésével. Projektmunka: Felváltja-e a benzines autót az elektromos? (kérdések közös megfogalmazása, adatgyűjtés, véleményformálás, érvelés a tanár irányításával)	

8. témakör: Elektromágneses indukció (20 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakör célja az elektromágneses indukció jelenségével kapcsolatos ismeretek feldolgozása. A témakör elengedhetetlen a modern társadalomban használt infokommunikációs technológiák megértéséhez. A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez.

A pontosan és szabatosan bevezetett fizikai fogalmak segítségével matematikai formába öntött törvények feltárásán és logikus alkalmazásán keresztül vezet az út a hétköznapi életben fontos alkalmazások, jelenségek megértése felé. A számítási feladatok megoldása fejleszti a logikus gondolkodást és későbbi szakmájuk kreatív művelésére teszi alkalmassá a diákokat. A javasolt tevékenységek között található vitatkozásra serkentő feladatok egyrészt a természettudományos kompetencia kíváncsiságot, kritikai hozzáállást megfogalmazó attitűdjét erősítik, másrészt fejlesztik az anyanyelvi kompetenciát.

A tananyagban található adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését. A sok technikai eszköz működésével kapcsolatos ismeretek megfelelő módszertani hozzáállással az önálló tanulás fejlesztésére nyújtanak jó lehetőséget, hiszen a vizsgált eszközök mindennapi környezetünk részeiként könnyen, önállóan tanulmányozhatóak. A sok praktikus kérdésfelvetés a tanulókat a gazdasági élet tudatosabb szereplőivé teszi, a megfelelő ismeretek átadásával segítve őket abban, hogy a technikai eszközöket és modern technológiákat a környezet lehetőségeivel összhangban használhassák.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javaolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Indukciós jelenségek	Ismerje az indukció jelenségét, a vizsgált esetekben tudja kiszámolni az indukált feszültséget. Legyen szemléletes képe a mágneses mezőről, a felület mágneses fluxusáról. Ismerje a nagyon fontos gyakorlati alkalmazásokat.	Végezzen kísérleteket tekercsekkel, vasmagos tekercsel. Építsen generátor-modellt, vizsgálja meg, hogyan működik a transzformátor.	
A mozgási indukció A mozgási indukció jelensége. Az indukált feszültség. Elektromos generátorok.	Ismertesse a mozgási indukció jelenségét, egyszerű esetekben számolja ki az indukált feszültséget. Tudja, hogyan lehet áramot létrehozni generátorok segítségével.	Hasonlítsa össze a különböző erőművek működését, felépítését. Kísérletekkel mutassa be az indukció jelenségét.	Fizika: Energetika.
A nyugalmi indukció A nyugalmi indukció jelensége. Faraday-törvény. Lenz-törvény. Örvényáramok.	A Faraday törvény és a Lenz törvény ismeretében határozza meg egyszerű esetekben a nyugalmi indukció során kialakult áram erősségét és irányát.	Nézzenek utána, hogyan működik az elektromágneses ágyú!	
A transzformátor A transzformátor működésének elve. A transzformátorok gyakorlati alkalmazásai. A kölcsönös indukció jelensége. Az önindukció jelensége.	Ismerje, hogy mire és hogyan használják a transzformátorokat. Az önindukciós együttható és a kölcsönös indukciós együttható ismeretében számolja ki a tekercs végei között indukálódott feszültséget egyszerű esetekben.	Végezzen mérőkísérletet annak feltárására, hogy milyen tényezők befolyásolják a két tekercs közötti induktív csatolás erősségét.	Fizika: Energetika, az áram szállítása.
Az önindukciós tekercs energiája, a mágneses mező energiasűrűsége. Faraday és az indukció	Ismertesse Faraday életét, elképzeléseit az elektromágnességgel, a fénnel kapcsolatban, helyét korának társadalmában.		Történelem: Faraday és kora.
2. fejezet:			

Váltakozó áramú áramkörök	Ismerje a váltakozó áramot jellemző mennyiségeket, ismeretei felhasználásával magyarázza meg néhány fontos gyakorlati alkalmazás működését. Végezzen számolási feladatokat.	Vizsgáljon váltakozó áramú köröket áramkör modellező programmal, majd építse meg a valóságos áramkört.	
A váltakozó áram Váltakozó feszültség kísérleti előállítása, váltófeszültség, váltóáram fogalma és jellemzése. Effektív feszültség, effektív áramerősség fogalma és mérése.	Értse, hogy a frekvencia, amplitúdó, az effektív áramerősség és feszültség milyen szempontból jellemzi a váltóáramot. Oldjon meg egyszerű feladatokat a váltóáram pillanatnyi áramerősségét és feszültségét megadó függvényekkel és az effektív jellemzőkkel.	A kerékpár dinamójának vizsgálat: hogyan működik? Fizikátörténet: Ismerje meg Edison munkásságát!	
Hogyan működik néhány egyszerű elektromos berendezés? Egyszerű váltakozó áramú körök. Egyenirányítók. Szűrők.	Tudja, hogyan viselkedik a kondenzátor és a tekercs váltóáramú áramkörben (impedancia, fázistolás). Ismerje a dióda karakterisztikáját és néhány frekvenciafüggő feszültségosztó működését	Soros RL, RC, RLC körök, párhuzamos LC tag kísérleti vizsgálata.	
3. fejezet: Elektromágneses hullámok	Az elektromágneses hullámok jellemző mennyiségei, kvantitatív és kvalitatív leírásuk, néhány jellemző jelenség megismerése. Mindezekkel kapcsolatos számolások, becslések.	Az elektromágneses hullámok szemléltetése szimulációkkal, modellekkel.	
Elektromágneses sugárzás Gyorsuló töltések által keltett elektromágneses hullámok. Antennák.	Magyarázza meg, hogyan sugároznak az antennák.	Miért recseg a tévé, rádió, ha felkapcsoljuk a villanyt?	
Mi hullámszik az elektromágneses hullámban?			

Az elektromágneses színek. Az elektromágneses hullámok sebessége vákuumban és anyagi közegekben. A vákuumban terjedő elektromágneses hullámok jellemzői. Az elektromágneses hullámban terjedő energia.	Ismerje az elektromágneses színek tartományait, jellemző hullámhosszokat, terjedési sebességüket, a hullámhossz, a frekvencia és a terjedési sebesség kapcsolatát. Magyarázza meg, hogyan rezegnek a vákuumbeli síkhullámban az indukció és a térerősség vektorok, hogyan határozzák meg az energiaterjedés irányát, a szállított energia nagyságát.	Színek vizsgálat. Az elektromágneses hullámban terjedő energia kimutatása egyszerű kísérlettel.	
Polarizáció és Doppler-eltolódás Polarizáció. Elektromágneses hullámok Doppler-eltolódása.	Tudja mit jelent, hogyan valósítható meg az elektromágneses hullámok polarizációja, és miben nyilvánul meg a Doppler-eltolódás?		Csillagászat: a táguló Világegyetem.

9. témakör: Fénytan (27 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakör célja a körülöttünk található optikai eszközökkel kapcsolatos alapvető ismeretek átadása. A geometriai optika törvényeinek alkalmazása fejleszti a logikus gondolkodást és számolási készséget, a hullámoptikai ismeretek a fény természetének mélyebb megértését teszik lehetővé. A témakör elengedhetetlen a modern társadalomban használt infokommunikációs technológiák megértéséhez.

A javasolt tevékenységek között található vitatkozásra serkentő feladatok egyrészt a természettudományos kompetencia kíváncsiságot, kritikai hozzáállást megfogalmazó attitűdjét erősítik, másrészt fejlesztik az anyanyelvi kompetenciát.

A tananyagban található adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését.

A sok technikai eszköz működésével kapcsolatos ismeretek megfelelő módszertani hozzáállással az önálló tanulás fejlesztésére nyújtanak jó lehetőséget, hiszen a vizsgált eszközök mindennapi környezetünk részeként könnyen, önállóan tanulmányozhatóak.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Fénysugarak	Tudja, hogy miért lehet a fény viselkedését fénysugarakkal leírni, és hogyan vezet ez a leírás hasznos gyakorlati ismeretekhez. Oldjon meg egyszerű, számításos feladatokat a tanult fogalmakkal és törvényekkel kapcsolatban.	Végezzen a fénysugárral sok kísérletet optikai készlettel vagy saját maga által épített berendezéssel. Használjon új fényforrásokat (lézer, LED, gázkisülésű cső) is a hagyományos izzószál és gyertyaláng mellett.	Fizika: elektromágneses hullámok.
A fény törése, visszaverődése Hullámfrontok, fénysugarak. Huygens-elv. A fény visszaverődése. A fény törése. Snellius-Descartes-törvény. Fermat-elv. Teljes visszaverődés.	Vezesse le a Snellius-Descartes törvényt a Huygens-elv és a Fermat-elv segítségével is. Ismerje a teljes visszaverődést, a teljes visszaverődés határszögét.	Hullámkád segítségével vizsgálja meg a fény törésének és visszaverődésének törvényeit.	Matematika: szinusz, koszinusz, tükrözés.
Képzalkotás fénysugarakkal			

A képalkotás fogalma (valódi és látszólagos képek). Síktükrök képalkotása. Gömbtükrök képalkotása. A nagyítás fogalma. Fénytörés gömbfelületen. Vékony lencsék képalkotása. A dioptria fogalma.	A nevezetes fénysugarak segítségével magyarázza meg, hogyan alkotnak valódi és látszólagos képet az egyszerű optikai eszközök. Ismerje a leképezési törvényt, számolja ki egyszerű esetekben a nagyítást, tudja, mi a dioptria.	Építsen camera obscurát! Használjon interaktív szimulációt az egyszerű optikai eszközök működésének megismerésére! Vizsgálja meg egyszerű optikai pad segítségével a leképezési törvény érvényességét!	Matematika: egyenes rajzolása, metszéspont.
Optikai eszközök Lencserendszerek működési elve, képalkotásuk. Fényképezőgépek. Az emberi szem működése. Az egyszerű nagyító. Fénymikroszkóp modellje. Távcsovek. Tükrök és lencsék képalkotási hibái.	Tudja megrajzolni lencserendszerek nevezetes sugármeneteit. Ennek segítségével értse meg a legfontosabb optikai eszközök működését, legfontosabb jellemzőiket, az előforduló képalkotási hibákat.	Hozzanak be az iskolába otthon használt optikai eszközöket és vizsgálják meg azokat!	Fizika: csillagászati eszközök. Kémia, biológia: mikroszkóp.
Felfedezések távcsovekkel Hogyan változtatták meg a távcsoves megfigyelések a világot?	Ismerje az első távcsoves megfigyelők (Galilei) tevékenységét, néhány megfigyelésüket, ezek társadalmi hatásait.	Projektmunka: hogyan használta a távcsovet Galilei, mit figyelt meg és miért kellett visszavonnia tanait?	
2. fejezet: Fényhullámok	A tanuló ismerje a fény hullámtermészetével kapcsolatos tudnivalókat. A bevezetett fogalmakat és törvényeket tudja egyszerű számításos feladatokban is használni. Ez fejleszti a matematikai kompetenciát.	Érdekes lézerrel végezni interferencia kísérleteket vagy a fény kettős természetével kapcsolatos ismeretterjesztő filmet megnézni. Megjelennek-e az interferencia mintázatok a képzőművészetben?	Fizika: elektromágneses hullámok.
Elektromágneses hullámjelenségek Az interferencia	Tudja, hogyan alakul ki	Fényképezzen le	

fogalma (erősítés, gyengítés feltételei). Kétréses interferencia. Többréses interferencia. Interferencia vékony rétegeken. A Michelson-féle interferométer. A fényelhajlás jelensége. Huygens-Fresnel-elv. Elhajlás optikai rácson. Röntgen-diffrakció. Holográfia. Polarizáció visszaverődés következtében.	interferencia mintázat koherens hullámok találkozásakor. Fogalmazza meg matematikai formában az erősítés, gyengítés feltételeit. Ez alapján elméletileg is írja le a kétréses, többréses, valamint vékony rétegeken bekövetkező interferencia jelenséget. Magyarázza az elhajlási jelenségeket a Huygens-Fresnel elv segítségével. Ismerje a röntgen diffrakció felhasználási módját, valamint a hologramok felvételének és előhívásának módját. Ismerje a polarizáció jelenségét visszaverődés közben.	hétköznapi életben megfigyelhető interferencia mintázatokat. (szappanhártyák, olajfolt) Vizsgáljon lézermutatós tollal és gézzel létrehozott interferencia képeket!	
Mi is valójában a fény? Newton, Huygens és Maxwell elképzelései a fényről.	Tudja, hogyan próbálta Huygens, Newton és Maxwell megmagyarázni a fényvel kapcsolatos – az adott történelmi korban ismert – tapasztalatokat.	Elemézzenek korabeli forrásokat, melyekben az említett tudósok vagy kortársaik kifejtik véleményüket.	Irodalom: forráselemzés.

11. osztály:

A 11. osztály tananyaga hat témakörre oszlik („Kommunikáció, információ”, „Új utak a fizikában: relativitás és kvantumelmélet”, „Magfizika”, „Energia és környezet”, „Csillagászat” és „Mivel foglalkoznak korunk fizikusai?”), amelyek tárgyalását az alábbi fejezetek szerint, bontva javasoljuk. A feldolgozott tartalmakat és kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

10. témakör: Kommunikáció, információ (12 óra)

1. fejezet: A világháló
2. fejezet: Tökéletesített érzékszervek

11. témakör: Új utak a fizikában: relativitás és kvantumelmélet (25 óra)

1. fejezet: A speciális relativitáselmélet
2. fejezet: Részecske vagy hullám?

12. témakör: Magfizika (20 óra)

1. fejezet: Az atommag tulajdonságai
2. fejezet: A nukleáris energia felhasználása

13. témakör: Energia és környezet (10 óra)

1. fejezet: Az időjárás
2. fejezet: Kölcsönhatásban a környezetünkkel
3. fejezet: A Nap
4. fejezet: Energia-átalakító gépek
5. fejezet: Atomenergia

14. témakör: Csillagászat (15 óra)

1. fejezet: Kozmikus környezetünk
2. fejezet: Tájékozódás az éjszakai égbolton
3. fejezet: Az ősrobbanás elmélete
4. fejezet: Hogyan hódítja meg az ember a világűrt?

15. témakör: Mivel foglalkoznak korunk fizikusai? (10 óra)

1. fejezet: Pontosabb modellek – új jelenségek
2. fejezet: A technológiai fejlődés

10. témakör: Kommunikáció, információ (12 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakör célja, hogy bemutassa az elektromágneses hullámok sokoldalú felhasználhatóságát. A témakör feldolgozása során a tanulók szembesülnek azzal, hogy a mindennapokban használt technikai eszközök a fizikai ismeretek célszerű alkalmazásának példái. Korábban tanult elméleti ismereteiket kapcsolatba tudják hozni a gyakorlati alkalmazásokkal. Mindez segít felismerni a tudomány társadalomban betöltött szerepét és hasznosságát.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A világfalu	A tanuló ismerje a világot átfogó kommunikációs rendszer néhány fő elemét, a legfontosabb működési elveket. Ez a természettudományos ismeretek mellett erősen fejleszti a digitális kompetenciát és segíti a hatékony önálló tanulás képességének fejlődését.	Beszélgetés a multimédiáról és a tanulók kommunikációs szokásairól. Átgondolták-e, hogyan valósulhat meg az MSN, You Tube, Facebook és a többi alkalmazás.	Informatika: számítógép használat, számítógép hálózatok.
Rádió és televízió Kamerák, antennák, vevőkészülékek. Moduláció. Az URH és a középhullámú rádiózás összehasonlítása. A rádió felfedezése. Az elektromágneses hullámok elhajlása, szóródása, visszaverődése az ionoszférából.	Tudja, hogy a tévéképet antennák által sugárzott, illetve kábelekkkel vezetett elektromágneses hullámok közvetítik. Magyarázza meg, hogyan lehet egyetlen kábelben sok csatorna adását továbbítani, valamint kiválasztani a megfelelőt. Ismerje Hertz, Marconi és Tesla tevékenységét a rádió kifejlesztésével kapcsolatban. Ismerje fel a környezetében az URH antennákat alakjuk és méretük alapján.	Projektmunka: Nézzen utána, hogyan lehet villámokat, meteorokat észlelni rádió segítségével.	Fizika: mechanikai rezgések.
Mobilmánia A mobiltelefon felépítése és működése.	Ismerje, hogy milyen frekvencián kommunikálnak a mobil	Projektmunka: Vita arról, hogy ártalmas-e a mobiltelefon	Technika: kommunikációs eszközök.

Bluetooth. USB.	telefonok. Ismerje a SIM kártya szerepét, továbbá hogyan biztosítják a cellák a lefedettséget. Sorolja fel, hogy milyen feladatokat lát el egy korszerű telefon. Ismertesse, milyen frekvencián és hogyan történik a rövid hatótávolságú kommunikáció a Bluetooth eszközzel. Ismertesse az USB kommunikáció technikai alapjait és logikáját.	használata az egészségre? Érvek és ellenérvek. Lehet-e objektív a mobiltelefon gyártók véleménye? Tanulói kísérlet: Egy régi telefon szétszedésével gyakorlatban is vizsgálja meg, milyen műszaki megoldást használnak a nyomógombok működtetésére.	
A meggömbített fény Az üvegszál. Az optikai kábel. Az endoszkóp.	Magyarázza el, hogyan vezeti a fényt az üvegszál. Mondja el, hogyan lehet információt szállítani fényimpulzusok segítségével. Ismertesse az endoszkóp felépítését, működését, ismerje az endoszkópos operáció és néhány diagnosztikai vizsgálat lényegét.	Csoportos tanulói kísérletek: Vizsgáljanak meg az osztályban közösen vagy kézbe adva optikai szálakat, próbálgassák, hogyan vezeti a fényt.	Biológia, orvostudomány: korszerű diagnosztikai módszerek. Technika: információ-továbbítás üvegszálak kábelén.
Végtelen emlékezet A bináris kód, digitális jelek, impulzusok. Elektronikus memóriák. Mágneses memóriák. CD, DVD lemezek. A képek és hangok kódolása.	Ismerje néhány elektronikus memória áramkör működési elvét. Tudja, hogyan jegyzi meg a beleírt 0 vagy 1 értéket? Legyen elképzelése arról, hogyan épülnek fel a gigabájtos flash memória áramkörök. Ismertesse a mágneslemezen való információ tárolás elvét. Ismerje, hogy milyen elv alapján kódolják az információt a CD és DVD lemezen. Ismerje a karakterek, hangok, képek	Tanulói kísérletek: Vizsgáljon meg CD vagy DVD lemezt közről, bontson fényt és állítson elő spektrumot DVD vagy CD lemezzel, magyarázza meg a tapasztaltakat. Projektmunka: Tényleg egész életre szól-e a CD-lemez vagy néhány év után elvesznek az információk? Vesse össze az elméleti és gyakorlati válaszokat, kérdezzen	Technika: az információ tárolásának lehetőségei.

	kódolásának alapgondolatait, tudja hogyan mi az a tömörítés és ismerje néhány tömörítő algoritmus alapötletét.	meg szakembereket is!	
2. fejezet: Tökéletesített érzékszervek	A tanuló teremtsen kapcsolatot az elektromágneses hullámokkal kapcsolatban tanultak és a fontos mindennapi gyakorlati alkalmazások között, ismerje meg és értse azok működését. Mindez hozzásegíti ahhoz, hogy gyakorlatias módon tudja a tudását alkalmazni új technológiák, berendezések megismerésében és működtetésében.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése az állati érzékelés különböző módjairól, illetve az érzékelést tökéletesítő berendezésekről.	
Különleges képek			
A digitális fényképezés alapjai. Integrált áramkörök. Hogyan készíts jó képet? Az elektronmikroszkóp. Az atomerő mikroszkóp. A röntgen-kép. Infrakamera.	Ismerje a digitális képrögzítés elvi lényegét és a CCD felépítését. Tudja, hogy mit jelentenek a fényképezőgép jellemző paraméterei: felbontás, optikai és digitális zoom. Magyarázza el az integrált áramkörök felépítését néhány keresztmetszeti ábra segítségével. Ismerjen néhány mesterfogást, aminek segítségével jó fényképeket készíthet. Tudja, hogy hogyan pásztázza végig az anyag felületét az atomerő mikroszkóp. A mikroszkópok képein ismerje fel az anyag építőköveit: felületi rétegeket, határrétegeket, atomokat,	Projektmunka: Gyűjtsön adatokat a digitális kamerák felbontásának fejlődéséről és az árak változásáról. Adatait ábrázolja, a grafikonokról következtessen a trendekre! Hallgasson meg visszaemlékezéseket az analóg fényképezésről, mikor lehet ennek még létfogosultsága. Töltsön le az internetről mikroszkópos felvételeket és elemezze azokat. Tanulói kísérlet: Otthon vizsgáljon sókristályokat kis optikai mikroszkóppal, próbálja lefotózni a	Atomfizika: a fényelektromos hatás szerepe a CCD működésében (Nobel-díj, 2009).

	szennyeződések.	képet, és mutassa be képeit az iskolában is.	
A hatodik érzék? Az infravörös sugárzás és felhasználása: - a vezeték nélküli távirányítók, - a mikrohullámú sugárzás és felhasználása, - a mikrohullámú sütő, - a radar. A röntgensugárzás energiája, hullámhossza. A sugárzás áthatoló képessége: csont, lágy szövetek, fémek. Hogyan vizsgálják a repülőtéren a csomagokat?	Ismerje az infravörös, az éjjellátó berendezések, a hőkamera, az infra diagnosztika és a távirányító berendezések működésének lényegét. Tudja megindokolni, hogy miért infravörös sugárzást használnak. Ismeresse a mikrohullámú sütő működésének fizikai alapjait. Tudja magyarázni, hogyan használják a radart a repülésben és a meteorológiában. Ismerje a röntgenintenzitás gyengülésének matematikai leírását. Tudja, hogyan rajzolódik ki a röntgenkép.	Projektmunka: Elemezzen radarképeket és ismerje fel a zivatargócokat! Vesse össze a radarképet a látható tartományban készült képekkel. Készítsen ez alapján saját időjárás-előrejelzést! Tanulói kísérlet: Fényképezze le digitális fényképezőgéppel a tévé távirányító infrajelét! Mutassa be a képeket az órán és magyarázza meg a jelenséget!	Történelem: Hogyan mentette meg Angliát a radar hadászati alkalmazása a második világháborúban a német repülőgépektől? (A vonatkozó háborús film megtekintése.) Technika: infra- és mikrohullámú eszközök. Földrajz, meteorológia: radarhasználat az időjárás-előrejelzésében. Biológia, orvostudomány: diagnosztikai képalkotó módszerek.

11. témakör: Új utak a fizikában: relativitás és kvantumelmélet (25 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A relativitáselmélet és kvantummechanika fejezetek célja kettős. Részben ezek révén értelmezhetővé válnak a legújabb kutatási eredmények, az egyre bővülő gyakorlati alkalmazások, amelyek a média minden formájából folyamatosan visszaköszönnek, másrészt ezen fejezetek feszegetik legjobban az emberi megismerés, a világ értelmezésének határait. Ezáltal erősen fejlesztik a fantáziát, kreativitást, a logikai készséget, a gondolkodásbeli rugalmasságot.

Számos irodalmi és filozófiai vonatkozásuk révén segítik a kultúra egységének megértését, a témák változatossága rendkívül motiváló hatású, amelyek révén megmutatható, hogy a modern természettudomány nemcsak jól használható technika kifejlesztését teszi lehetővé a mindennapokra, hanem alapkutatásai révén számos nyitott kérdést vet fel, melyek megoldása a jövő fizikus generációk feladat.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A speciális relativitáselmélet	A fejezet elsődleges fejlesztési célja a relativitás gondolatának megértése, a vonatkoztatási rendszerek invariáns és transzformálódó mennyiségeinek megismerése. Az Univerzum szerkezetével, méretviszonyaival, bejárhatóságával kapcsolatos kérdések megismerése.	Animációk, filmrészletek, DVD filmek nézése. Egyes érdekesebb résztémáról, Einstein életéről, tudományos eredményeiről és társadalompolitikai szerepvállalásairól internetes adatgyűjtést követően posztterek, kiselőadások készítése.	Fizika: magfizika, részecskefizika, (nagy energiájú ütközések), kozmológia.
A fény sebességének mérése A fény sebességének mérése Römer módszerével. A fény sebességének mérése a fogaskerék módszerrel (Fizeau).	Legyen tisztában azzal, hogy a fény légüres térben mérhető sebessége nem végtelen. Ismerje e sebesség értékét, a fénysebességhez köthető mértékegységeket, a fénysebesség megmérésének Römer- és Fizeau	Internettel támogatott feladatok: A mérések animációinak bemutatása, kultúrtörténeti bűvárkódások Römer, Fizeau koráról, életéről. A Galilei-holdak bemutatása.	Fizika: Fénytan.

	(Foucault)-féle módszerét		
A relativitás elve			
Galilei-elv. Einstein relativitás-elve.	Ismerje az inercia-rendszer fogalmát, az inerciarendszerek vonatkozásában értelmezett Galilei-féle relativitási elvet, s annak einsteini általánosítását. Legyen tisztában az ezt igazoló Michelson-Morley kísérlet lényegével, az éter fogalmának elvetésével.	Önálló munka: a Michelson-Morley kísérlet pontos leírása. A relativitás fogalmának vizsgálata, beszélgetés, vita, kiselőadás: Pl.: Mi mozog „igazából”? (A mozgás relativitása) Mozoghatna-e egy tárgy egy tökéletesen üres világban? Hogyan alapozza meg Newton I. törvénye a mozgás viszonylagosságának elvét? Zénon munkássága (apóriái) a mozgás cáfolatára.	Fizika: mechanika, Newton törvényei, Galilei munkássága. Filozófia, tudománytörténet.
A fény vákuumbeli sebességének vonatkoztatási rendszertől való függetlensége			
A fény vákuumbeli sebességének vonatkoztatási rendszertől való függetlenségének következményei. A múlt, jelen és jövő értelmezése a relativitáselméletben.	Tudja, hogy minden információ terjedéséhez idő kell, az információ legfeljebb a légüres térben mért fénysebességgel terjedhet. Értse meg ennek a ténynek következményeit, azt, hogy téridőbe élünk (a térben távoli dolgokról csak időbeli késéssel szerezhetünk tudomást). Tudja értelmezni a múlt azon eseményeit, amelyek nem lehetnek	Történet írása: milyen lenne a világ, ha a fény sebessége 1 km/h lenne? Mit árul el a „most”-ról a fény (s mit nem árul el). Mit láthatnánk az Androméda-ködön, ha egy ottani csillagrendszerben egy, a Földdel szinkronban fejlődő bolygó lenne? Animációk, magyarázó ábrák keresése az interneten.	Csillagászat

	hatással a jelenre, s a jelen azon eseményeit, amelyek nem befolyásolhatják a jövőt. Értse a téridő szerkezetének klasszikustól eltérő legfontosabb sajátosságait.		
Az órák szinkronizálásának problémája			
Az egyidejűség relativitása.	Ismerjen egy hatékony óra szinkronizálási eljárást, s ennek révén képes legyen belátni, hogy az egyidejűség nem abszolút fogalom.	Animációk az interneten.	
Következmények			
Relativisztikus sebesség összeadás, idő dilatáció, távolság kontrakció.	Ismerje a klasszikus Galilei-féle sebesség összeadási elv mellett a relativisztikus sebesség összeadás szabályát. Tudja az összefüggést alkalmazni, az alkalmazásból következtetéseket levonni. Ismerje a távolság kontrakció és az idő-dilatáció együttthatóját a sebesség függvényében, értse e jelenségek okát az egyidejűség relativitásából kiindulva. (A Lorentz-transzformáció képlete felírható, de az értelmezés szempontjából nem feltétlen szükséges)	Animációk az interneten. Önálló munka: egy-egy szokatlan relativisztikus jelenségről, pl. neutrínó detektálás, az idő és a gravitáció kapcsolata (az idő és a fekete-lyukak).	Fizika: mechanika, mozgások
A speciális relativitáselmélet dinamikai következtetései			

A tömeg-energia fogalma. Antianyag. Elektron-pozitron megsemmisülés (pozitrónium). Párkeltés.	Ismerje a tömeg-energia fogalmát, tudja, mi a nyugalmi tömeg, s hogy vannak olyan részecskék, amelyeknek nulla a nyugalmi tömege. Tudja, hogy a gyorsításban, a gravitációs hatásokban nem a testek tömege, hanem a tömegenergiája a meghatározó. Tudja értelmezni a fogalom segítségével a fénysebesség átléphetetlenségének szabályát. Ismerje az antianyag fogalmát, értelmezze a párkeltés és pármegsemmisülés jelenségét a tömeg-energia egyenértékűség elve alapján. Ismerje az antianyag néhány megjelenési formáját, a Dirac-féle antianyag modellt.	Irodalmi vonatkozások keresése. Science fiction az antianyagról. Kiselőadások: Pl.: A szimmetria szerepe a természetben. Dirac magyar kapcsolatai (Wigner Jenő lányát vette el). Ahol az antianyag születik: részecskegyorsítók. Az elgörbített fény, a relativitáselmélet bizonyítékai.	Fizika: dinamika, az általános tömegvonzás törvénye. Irodalom.
Néhány relativisztikus paradoxon	Ismerje az elmélet néhány híres paradoxonát, kiemelten az ikerparadoxont. Értse e paradoxon lényegét, a látszólagos ellentmondás feloldását. Legyen tisztában azzal, hogy az idő dilatáció jelensége önmagában nem paradox, csak szokatlan. Értse meg, hogy a speciális relativitáselmélet szerint két esemény	Tudománytörténeti kutatás: Einstein élete, személyisége, frappáns mondásai. Science fiction írása: Pl.: Hogyan használható ki az idő dilatáció jelensége? Jövőkutatás: Eljuthat-e az ember egy másik galaxisba?	Tudománytörténet, történelem

	között a megfigyelők mozgásállapota függvényében más-más idő telhet el.		
2. fejezet: Részecske vagy hullám?	A fejlesztés elsődleges célja a kvantummechanikai jelenségekre épülő kutatási eredmények, s kutatási irányok megértésén túl annak felismertetése, hogy a XX. század fizikája logikus, de nem szemléletes. Hogy a szemléletesség nem szükséges velejárója a minket környező világ összefüggéseinek, s a megszokott dolgokat gyakran érezzük annak ellenére szemléletesnek, hogy nem logikusak. A fejezet fontos célja annak bemutatása, hogy hogyan változott meg az emberi megismerés jellege a modern természettudomány korában, s ebből milyen következtetéseket vonhatunk le a valóság az igazság fogalmáról. Mindezek a gondolatok miközben nagymértékben fejlesztik a természettudományos gondolkodást, kreativitást, fantáziát, lehetőséget nyújtanak az áltudományokkal szembeni védekezésre azáltal, hogy rögzítik a természettudományos megismerés	A gyerekek tevékenységének fókuszában tudománytörténeti kutatások szerepelhetnek. A modern fizika jeles személyiségei korban közel állnak hozzánk, így rengeteg érdekes anekdota, történet színesítheti a velük való foglalkozást. Számos érdekes ismeretterjesztő könyv, s internetes forrás áll rendelkezésre. Elképzelhető ismeretelméleti tartalmú vagy filozófiai jellegű szövegek elemzése is, egy-egy nagy tudós kvantummechanikához való viszonyának bemutatása (Pl.: Einstein – „Isten nem kockázik” vagy Neumann János gondolatai.) Ismertethető a kvantummechanika értelmezése, a megismerés jellege körül kialakult vita egy-egy fejezete, „Schrödinger macskája”, „Wheeler-féle barkochba” stb. Bohr és Einstein vitája.	Filozófia. Kémia.

	módszertanát.		
A fény természetével kapcsolatos elképzelések áttekintése Descartes korától a XIX. század végéig	Ismerje a fény részecske és hullámmodelljének alakulását, a fényről alkotott legfontosabb elképzeléseket, különös tekintettel Newton, Huygens, Fresnel, Young, Maxwell és Hertz eredményeire. Legyen tisztában azzal, hogy a részecskemodell és a hullámkép párhuzamosan fejlődött, s hol az egyik, hol a másik elképzelés volt a népszerűbb.	Kiselőadások, posztterek, prezentációk: Tudománytörténeti bemutatók, a fénnel kapcsolatos elméleteket megfogalmazó tudósok életének, pályájának bemutatása.	Fizika: Optika, elektromágnesség elmélete
A sugárzás elmélete: a fekete test fogalma, Stefan–Boltzmann-törvény, Wien törvény	Ismerje az abszolút fekete test fogalmát, a hőmérsékleti sugárzás törvényeit, legyen tisztában azokkal a tényezőkkel, amelyek a klasszikus fizika korszakának lezárulásához vezettek.	Függvényábrázolás, függvényrajzoló programmal.	Fizika: optika, színek.
A Planck-féle fotonelmélet	Ismerje a foton fogalmát, a fotonelmélet Planck-féle változatát, az összefüggés szerepét a sugárzási törvények	Planck élete – érdemes-e fizikusnak lenni a XIX. század végén? Filozófiai gondolatok:	Fizika: Energia. Filozófia.

	értelmezésében. Tudja, hogy egy fényforrás teljesítményét a fotonok energiája és száma egyaránt meghatározza. Képes legyen a fotonok számára, a fény hullámhosszára, frekvenciájára, a kibocsátott energia mennyiségére vonatkozó számításokat végezni. Ismerje a Planck-állandó számértékét. Tudja a szín és a frekvencia kapcsolatát, a fény közeghatáron való áthaladásakor változó és nem változó mennyiségeket. Meg tudja számítani egy adott teljesítményű, ismert frekvenciájú fényforrásból időegység alatt kilépő fotonok számát.	Pl.: Kvantált és folytonos mennyiségek a fizikában, a világ leírásában. Utolérné-e Achilleus a teknősbékát, ha az idő kvantált lenne?	
A fényelektromos jelenség (Lénárd) és értelmezése a fotonelmélettel (Einstein) A fotoeffektus alapegyenlete, használata. Compton-szórás.	Legyen tisztában a fényelektromos jelenséggel, ismerje az erre vonatkozó alapegyenletet, Einstein elrendezését a jelenség mérésére. Tudja értelmezni a jelenséget a fényelektromos jelenség alapegyenlete segítségével, képes legyen feladatokat megoldani a témakörben. Ismerje a fotocella gyakorlati	Szimulációk az Interneten a fényelektromos jelenségre. Tudománytörténet: Lénárd Fülöp munkássága.	Történelem: Hogyan politizálódik a tudomány, hogy lett Lénárd Fülöp a hitleri 3. Birodalom vezető fizikusa, s tudománypolitikai ideológusa. A tudomány és társadalom összefonódása.

	alkalmazásának területeit, a fényelektromos jelenség egyéb felhasználásait, a napelem felhasználási területeit, a használat környezetre gyakorolt hatását		
A fény kettős természete, a kettős természet filozófiai sajátosságai	Értse, hogy mit jelent, hogy a fénynek kettős természete van. Legyen tisztában azzal, hogy a részecskeszerű viselkedés és a hullámkép egymásnak ellentmond, kísérleti úton elválasztható. Értse meg, hogy a kettősségben rejlő ellentmondás a szemléletességre törekvő leírásunkból fakad, de az anyag (fény) léte szempontjából nem jelent ellentmondást.	A kettős természetet kifejező modellek. Az evolúció szerepe az emberi észlelésben, az észlelés szerepe a fogalomalkotásban (mi határozza meg természettudományos fogalmaink jellegét). A dialektika szerepe az emberi megismerésben a klasszikus görög világtól napjainkig.	Filozófia
Az elektron felfedezése			
Röntgen-sugárzás létrehozása.	Ismerje a katódsugárcső működését, használati területeit, szerepét az elektron felfedezésében. Tudja értelmezni egy elektromosan töltött részecske eltérülését elektromos és mágneses térben, ismerje a tömegspektrográfia elvét, Faraday elektrolízisre vonatkozó munkásságát, a	Önálló munkák: Thompson és Röntgen munkássága. Röntgen az első Nobel-díjas. Anyagszerkezeti vizsgálatok tömegspektrográfiával. Faraday, Millikan munkásságának bemutatása.	Kémia: elektrolízis

	Millikan-kísérletet. Tudja, hogyan fedezték fel a röntgensugárzást, s mire használják napjainkban.	A fénycsövek világa, látványos bemutatók katódsugárcsővel. Kísérleti vizsgálatok katódsugárcsővel, a hagyományos televízió képalkotása.	
Atommodellek Thompson (Lénárd), Rutherford modellje. Gázok színe, vonalas színe. A hidrogén Bohr-féle atommodellje.	Ismerje a Thompson-féle statikus és a Rutherford-féle dinamikus atommodell; a modellek erőit és hiányosságait, az atommag fogalmát és felfedezését. Ismerje azokat a jelenségeket, amelyeket a klasszikus atommodellek nem tudtak értelmezni. Ismerje a színe fogalmát, a kibocsátási és elnyelési színeket, a hidrogén Bohr-modelljének sajátosságait, a legfontosabb színe vonal sorozatokat, a színe létrejöttének értelmezését, a vonalakhoz tartozó frekvenciák számítás módját az atomi energiaszintekből. Tudjon megoldani számítási feladatokat.	Tudománytörténeti érdekességek: Rutherford és Bohr személyisége. Poszter: Az atommodellek fejlődése az ókortól napjainkig. Önálló kísérletezés: színe vizsgálat. Lángfestés és színe. Számolási feladatok.	Kémia: anyagelmélet. Csillagászat: csillagok anyagának azonosítása fényük színeiből.
Az elektron hullámtermészete de Broglie: az elektron hullámtermészetének modellje. Az elektroninterferencia	Ismerje a Bohr-pályák értelmezését megalkotott de Broglie-hullám hullámhosszát, a hullámközelítés	Lehetséges kiselőadások: Pl.: de Broglie pályaképe. Elektronmikroszkóp-	

jelensége, elektronmikroszkóp.	jelentőségét, az elektron hullámszerű viselkedését igazoló interferencia- kísérleteket, az elektronmikroszkóp működését, jelentőségét, használati területeit.	pal készített felvételek gyűjtése az internetről. Elektronmikroszkóp használata a gyakorlatban (látogatás egy tudományos kutatóhelyen).	
Az anyag kettős természete Komplementaritási elv.	Tudja, hogy a fénynél megismert kettős természet az elektronra is érvényes, s az anyag egyéb elemi megjelenési formáira általánosítható. Értse, hogy az anyag különböző megjelenési formái mögött egységesen leírható anyag modellje rejlik. Ismerje fel, hogy a természetben (a logikában) az egymásnak ellentmondó, egymást kiegészítő, s egymással egy magasabb szinten egybeolvadó tulajdonságok rendszere nem ritka, a komplementaritás a természet alapvető sajátsága.	Projekt, poszter: Az anyag kettős természetének bemutatása. Önálló munka, előadás: Komplementaritás megjelenése az emberi gondolkodás és megismerés különböző területein.	Filozófia
Az elektron kettős természetének vizsgálata a kétréses kísérlet segítségével	Ismerje a kétréses kísérletet, a kétréses kísérlet néhány különböző elrendezésben történő megvalósítását elektronok esetében, s az elrendezés,	A kétréses kísérlet szimulációja. Internetes animációk.	Filozófia.

	valamint a kísérlet menetének függvényében az elektron megnyilvánulását (részecskeszerű vagy hullámszerű viselkedését). Legyen tisztában azzal, hogy a kétréses kísérlet eredménye megjósolható egyszerű logikai elvek alapján akkor is, ha maga a következtetés nem értelmezhető szemléletesen (minden olyan esetben hullámszerűen viselkednek az elektronok, amikor elvileg nem állapítható meg, hogy melyik résen mentek keresztül).		
Az értelmezés lehetőségei, furcsaságai, nehézségei, a megfigyelő szerepe	Ismerje néhány sajátos értelmezését a kétréses kísérlet lehetséges eredményeinek, legyen tisztában a megfigyelő szerepével a jelenség lefolyásában.	Önálló vizsgálódások az Internetről szerezhető információk alapján: A kvantummechanika értelmezési kísérletei. A rejtett paraméter keresése. Sok világ elmélet. Kvantumteleportáció, Kvantumszámítógép. Neumann János, Wigner Jenő, a magyar „marslakók” véleménye a kvantummechanika	Filozófia.

		értelmezésről.	
A hullámfüggvény A Ψ -függvény sajátosságai, hely- és lendület-bizonytalanság, határozatlansági reláció.	Főbb vonalakban ismerje a Ψ -függvény szerkezetét, tudja, hogy egy részecske helyére és lendületére vonatkozó információkat kódol. Hogy mind a hely, mind a lendület bizonytalan. Legyen tisztában azzal, hogy mit jelent, s milyen következményekkel jár ez a bizonytalanság. Ismerje az alagút-effektust, a Heisenberg-féle határozatlansági relációt. Tudja, hogy a hely bizonytalansága nem azt jelenti, hogy egy elmosódott tartományban bizonytalan, hogy hol van éppen a részecske, hanem azt, hogy a helybizonytalanság mértékéig lehet csak egy részecske helyét értelmezni, azaz a tér egy pontjában lévő részecske absztrakciója a kvantummechanikában értelmetlen.	Internetes animációk, a Ψ -függvény egyszerű matematikai modellje. Tudománytörténeti témák: Gamow és az alagúteffektus. Heisenberg és a koppenhágai Iskola. Modern fizika témakörei internetes adatgyűjtéssel: Pl.: A hamis vákuum fogalma, s szerepe például az Ősrobbanás elméletében. A határozatlanság bizonyítéka az alacsony hőmérsékletek fizikájában.	Fizika: magfizika, radioaktivitás. Filozófia: Mit jelent az elmosódottság. Hol van a kvantumvilág és a makroszkopikus világ határa.
A periódusos rendszer felépítésének elvei	Ismerje a Ψ -függvényt jellemző kvantumszámokat, a Pauli-elvet, a periódusos rendszer felépítését meghatározó szabályokat.	Periódusos rendszerek keresése az interneten. Elektronállapotok energiaszintjeit leíró táblázatok elemzése, az elméleti és gyakorlati értékek összehasonlítása.	Kémia

Sávszerkezet			
A rácsrendszerek sávszerkezete, vezetés, szigetelés. Félvezetők, egyenirányítók, tranzistorok. Lézerek és alkalmazásaik.	Tudja általánosítani az atomi elektronállapotokkal kapcsolatos ismereteit kollektív elektronállapotokra rácsok, molekulaláncok esetében, ismerje a sávszerkezet fogalmát, a jellegzetes sávtypusokat, a sávszerkezet és a szín, vezetési tulajdonság összefüggéseit, a hőmérsékleti és szennyezéses félvezetőket, az egyenirányító diódát, s a tranzistorok működési elvét; a számítógép felépítését, a tranzistorok felhasználását a logikai áramkörök készítésében. Legyen tisztában a számítástechnikai ipar fejlődésének legfontosabb sajátosságaival, az ilyen irányú legújabb fejlesztések némelyikével. Ismerje a lézerek működési elvét, felhasználásuk területeit.	Kiselőadások, adatgyűjtés az interneten: Az anyagtudományok újabb eredményei. A tranzistorok működése. A számítógépek fejlődése, a fejlődés jellemző sajátosságai. A Szilícium-völgy, avagy a számítógépek előállításának technológiája. A miniatürizálás újabb eredményei. A Boole-algebra, a logikai áramkörök. A lézerek története jellegzetes felhasználási területei: pl.: tudomány, anyagmegmunkálás, gyógyászat, hadászat stb. Kísérleti vizsgálatok: kísérletek lézerrel.	Fizika: optika. Orvostudomány. Biológia.

12. témakör: Magfizika (20 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik az atommag fizikájával, a radioaktivitással, az atomenergia felhasználásával kapcsolatos területeket. A fizikának ezek a részei különösen alkalmasak a modellalkotás megismertetésére, a fizikai és természettudományos gondolkodásmód fejlesztésére.

A radioaktivitással és az atomenergia felhasználásával kapcsolatos kérdések magukban hordozzák az észszerű kockázatvállalás problematikáját, ezért ez a terület rendkívüli módon alkalmas a felelős döntéshozatalra való nevelésre. Ugyancsak erőteljesen jelenik meg az integrált szemléletű oktatás is itt, mert a kockázatok jelentős része környezeti, biológiai kockázat. Az energiaprobléma pedig a közgazdaságtan felé viszi el a gondolkodó elméket.

A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van továbbra is az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segítik.

A tanult fizikai fogalmakat, törvényeket alkalmazzuk egyszerű, összetett és bonyolult problémák kvalitatív értelmezésekor és kvantitatív megoldása során is. A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző, előítélet-mentes és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Az atommag tulajdonságai	Az atommagok fizikai tulajdonságainak még nem teljesen lezárt leírása módot nyújt a fizikai gondolkozásmódra igen jellemző modellalkotás fejlesztésére.	Animációk, filmrészletek, DVD filmek használata. Irányított beszélgetés előre megfogalmazott kérdésekről.	Kémia: az atommag összetétele és az összetétel megváltoztathatósága. Tudománytörténet: a radioaktivitás felfedezése.
Az atommag szerkezete Az atommagok összetétele. Rutherford-szórás, az atommagok mérete.	A tanuló ismerje az atommagok összetételét. Ismerje a Rutherford-szórásos kísérletet. Tudja, hogy az atommagok mérete milyen nagyságrendbe esik.	Fizikatörténeti vizsgálódás: Rutherford munkássága. Táblázatok és formulák használata, melyek megadják az atommagok összetételét és méretét.	Kémia: magkémia.
Tömeghiány			

Az atommag tömege és kötési energiája. A tömegdefektus jelensége. A nukleáris kölcsönhatás jellemzése. Az atommag cseppmodellje. Az atommag héjmodellje.	A tanuló ismerje a kötési energia és a tömegdefektus fogalmát. Legyen képes megfelelő tömegadatokból kiszámítani az atommagok kötési energiáját. A tanulók ismerjék a nukleáris kölcsönhatást, valamint az atommag cseppmodelljét és héjmodelljét.	Animációk és DVD filmek megtekintése az atommag kötési energiájáról, a nukleáris kölcsönhatásról, valamint az atommag cseppmodelljéről és héjmodelljéről. Az atommagok kötési energiájával kapcsolatos számítási feladatok elvégzése egyéni és csoportmunkában.	Kémia: magkémia.
A radioaktivitás Radioaktív bomlás és felezési idő. A radioaktív bomlás fajtái: az alfa-, béta- és gammabomlás jellemzése. Az aktivitás fogalma, időbeli változása. Radioaktív sugárzás környezetünkben, a sugárvédelem alapjai. A természetes és mesterséges radioaktivitás gyakorlati alkalmazásai.	A tanulók ismerjék a radioaktív bomlás, az aktivitás és a felezési idő fogalmát. Ismerjék az alfa-, béta- és gammabomlás tulajdonságait. A tanulók legyenek tisztában a sugárvédelem alapjaival. A tanulók ismerjék a radioaktivitás gyakorlati alkalmazásának néhány fontos lehetőségét.	Animációk és DVD filmek használata, melyek bemutatják a radioaktivitás jelenségét, hasznosíthatóságát és veszélyeit. Radioaktív bomlás modellezése dobókockákkal (csoportmunka). A felezési idővel és az aktivitással kapcsolatos számítási feladatok elvégzése.	Kémia: elemek átalakulása radioaktív bomlások közben. Biológia, orvostudomány: radiológia.
2. fejezet: A nukleáris energia felhasználása	Az atommagok energiájának felhasználása az egész világ energiával kapcsolatos gondjainak egyik kulcskérdése, tehát ez a téma messze túlmutat a természettudományos kompetenciák fejlesztésén, érinti az emberek életvitelét, a közgazdaságtan energetika fejezetét, orvosi és biológiai kérdéseket.	Csoportos vita szervezése a téma feldolgozása előtt és után, így felmérhető a tanulók véleményének esetleges átalakulása a tények megismerésének hatására.	Közgazdaság: energetika.

Maghasadás A maghasadás jelensége, láncreakció, sokszorozási tényező. Az atombomba és az atomreaktorok működésének alapelvei. Atombomba, atomerőmű, az atomenergia felhasználásának előnyei és kockázatai. Magreakciók.	A tanulók ismerjék a maghasadás jelenségét, valamint a láncreakció és a sokszorozási tényező fogalmát. A tanulók ismerjék az atombomba és az atomreaktorok működésének alapelveit, valamint tudjanak az atomenergia felhasználásának előnyeiről és kockázatáról. A tanulók ismerjenek néhány fontosabb magreakciót.	Számítógépes modellek, animációk, melyekkel megismerhető az atomreaktorok működése. Verseny: ki termel több energiát az atomerőmű szimulátorral? Kiselőadások, projektmunkák például az atombomba történetéről, az atomreaktorok egyre tökéletesebb generációinak kifejlesztéséről.	Kémia: kémiai folyamatok az atomreaktorok működése közben, magreakciók.
Magfúzió A magfúzió jelensége. A csillagok energiatermelése. A hidrogénbomba. A fúziós reaktor építésének nehézségei. Mi várható a jövőben az atomenergia terén?	A tanulók ismerjék a magfúzió jelenségét, tudjanak arról, hogy a csillagok energiatermelése, valamint a hidrogénbomba működése is a magfúzió alapszik. A tanulók halljanak a fúziós reaktorok megépítésének nehézségeiről.	Animációk, DVD filmek a magfúzióról, a fúziós reaktorról. Számítási feladatok a magfúzióval kapcsolatban. Projektmunka: a különböző csillagtípusok energiatermelésének összehasonlítása.	Csillagászat: a csillagok energiatermelése. Történelem: a hidrogénbomba és a hidegháború.

13. témakör: Energia és környezet (10 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, megalapozott fogalmak mindegyike közvetlen környezetünkhöz kapcsolódik. Ezek az ismeretek gyakorlatilag a fizika határterületeit érintik, s rendkívül alkalmasak integrált szemléletű oktatási programok, projektek, önálló munkák, témanapok kialakítására. A vetélkedők, de az önálló adatgyűjtésen alapuló prezentációk is jellemző velejárói lehetnek a közös munkának. A témakör társadalmi vonatkozásai izgalmas vitákra, „disputa” szervezésére sarkalnak.

A feldolgozott tartalmak nagymértékben kötődnek mindennapjainkhoz, így azokhoz a társadalmi döntéshelyzetekhez, melyekkel tanulóink felnőtt korukban találkozni fognak. A kompetenciafejlesztés szempontjából kiemelt iránynak tekintendő a társadalmi kompetenciák fejlesztése, a sokszínű s egymással ellentétes információk elemzése, felelős, tudatos döntésekre való képesség. Mindezeket többek között a természettudományos kompetenciák fejlesztése alapozza meg.

Témák problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Az időjárás	A témakör a széleskörű fizikai ismeretek alkalmazását igényli. Ezáltal jól fejleszti a természettudományos kompetenciákat. Az időjárás és társadalom kölcsönhatása, a környezeti hatások kihatásai az emberi létre vagy akár az időjárás és a média kapcsolata a tudományok társadalmi beágyazottságát mutatja be. Az időjárás, mint kaotikus folyamat fontos ismeretelméleti kérdésekre irányítja a figyelmet.	A témakör feldolgozását rengeteg adat, térképek, historikus események, katasztrófák és rendkívüli jelenségek felvételei, számítógépes animációk, jóslatok, modellek segítik. A tanulóknak számos alkalma nyílhat önálló munkára, akár történeti, akár tudományos elemzésre, de irodalmi vonatkozások, képzőművészeti alkotások egyaránt színesítik a témakört.	Földrajz. A tudomány és művészet, a reál- és humán kultúra majd minden ága felé nyitható a témakör.
A csapadékformák Harmat, dér, zúzmara, hó, jégeső, ónos eső páratartalom, telített állapot, relatív páratartalom, egyensúlyi gőznyomás, gőzsűrűség.	Legyen tisztában a csapadékok legfontosabb típusaival, ismerje azok kialakulásának mikéntjét, a kialakulást befolyásoló fizikai viszonyokat. Ismerje a relatív	Tudománytörténeti kutatás: a meteorok és a meteorológia kapcsolata. Időjárási megfigyelések otthon. Nyomás- és hőmérsékletmérések, adatok ábrázolása,	Földrajz: a csapadékformák és felszínformáló hatásuk. A víz körforgása, a tengerek és óceánok földrajza. A földrajzi övezetek és az élővilág kapcsolat, a szárazsághoz

	páratartalom és a telített gőztér fogalmát, ismerje az egyensúlyi gőznyomás (tenzió) és egyensúlyi gőzsűrűség fogalmát. Ismerje a harmatképződés mechanizmusát, hogy mely napszakban keletkezik, s hogyan függ össze a hőmérséklet változásával. Tudjon táblázati adatokból, egyensúlyi gőznyomás és gőzsűrűség görbéből harmatmennyiséget számolni. Tudja értelmezni és grafikusán ábrázolni a folyadék-gőz egyensúlyi rendszerek nyomásviszonyait állandó hőmérsékleten a térfogat függvényében. Ismerje a víz körforgását jelentő ciklus fizikai sajátosságait, az ezt mozgató légáramokat, az ezeket befolyásoló fizikai tényezőket.	értelmezése. Csapadékmérés, a csapadék mennyiségének számítása. Extrém csapadékos és száraz környezet, időszak keresése. Időjárási táblázatok használata (Esett-e az eső Pesten, 1848. március 15-én?). Az időjárási események statisztikus vizsgálata (60% az esélye, hogy holnap ugyanolyan lesz az idő, mint ma). Időjárás-előrejelzés időjárási térképek segítségével. A hó víztartalmának mérése (10 cm hó mennyi esőnek felel meg). Halmazállapot-változásra épített kísérletek: víz lecsapátása vízgőzből hűtéssel, mesterséges harmat.	alkalmazkodás „trükkjei” az élővilágban.
A szelek, ciklonok, viharok, szupercellák, forgószelek titkai A szélenergia felhasználása. Tengeráramlások, azok energiaszállítása, apály-dagály jelenség. Extrém hullámjelenségek, cunami.	Tudja értelmezni a légnyomás tengerszint feletti magasságtól való függését, ennek következményeit a légáramlások irányát befolyásoló hatását. Ismerje a légáramok és a Föld forgása (Coriolis-erő) összefüggését, a nagy földi légkörzést meghatározó fizikai tényezőket. Legyen tisztában a	Önálló munkák: Adatok elemzése. Nagy viharokról, forgószelekről való beszámolók gyűjtése, filmrészletek gyűjtése. Extrém tengeri viharok történelmi következményei. Tornádómodell készítése.	Természeti- és gazdaságföldrajz. Történelem. Fizika: Gravitáció, körmozgás, tömegközéppont, elektrosztatika, csúcshatás. Környezetvédelem. Irodalom.

forgószelek, tornádók létrejöttének elsődleges feltételeivel, a bennük és a környezetükben uralkodó fizikai viszonyokkal, pusztításuk mechanizmusával és mértékével. Legyen tisztában a környezetszennyezés lehetséges meteorológiai hatásaival. Ismerje az időjárási frontok jellemző nyomásviszonyait, a ciklonok és anticiklonok időjárásalakító hatását, a velük járó légkörfizikai tényezőket. Tudja, hogy az időjárás nehezen jósolható pontosan, soktényezős „kaotikus” folyamat. Tudja, hogy mit jelent egy folyamat kaotikus jellege. Ismerje a „pillangó effektust”. Ismerje a viharokat kísérő hangjelenségek okát, a villámlás alapvető mechanizmusát. Ismerje a szélben rejlő energia felhasználásának módját, lehetőségeit, elterjedését, a szélenergia, mint megújuló energia felhasználásának lehetőségét. Ismerje a legfontosabb tengeráramlásokat, legyen tisztában azok energiaszállító képességével, azokkal a környezeti tényezőkkel, amelyek az áramlásokat befolyásolhatják, s ezek extrém megnyilvánulásai.	Az időjárás változásának és környezet változásának kapcsolata. Mennyiben vagyunk felelősek a viharokért, áradásokért, azok pusztító hatásáért. Milyen a jó időjárás- jelentés? Kaotikus folyamatok a természetben. A káosz irodalmi feldolgozása. Pl.: Bradbury: Mennydörgő robaj. Villámlásról készült fényképek gyűjtése. Villámok előállítás generátorral, a villámok megfigyelése. A szélenergia felhasználásnak módjai, hatásfoka, környezeti hatásai, összevetése más megújuló és nem megújuló energiaformákkal. Projektek, posztterek, önálló munkák: A tengeráramlások leírása, azokat befolyásoló tényezők. A tengeráramlások időjárásra gyakorolt hatása. Filmek, animációk, felvételek gyűjtése. A tengerjárás mértékének vizsgálata. Hol, mekkora? Hogyan befolyásolja a szárazföldek elhelyezkedése, a Nap és Hold kölcsönös helyzete. Modell, animáció keresése a létrejöttének mechanizmusáról. Miért napi két dagály van? Nagy cunamik a
--	--

	Pl.: „El Nino” jelenség. Ismerje a tengerjárás (apály-dagály jelenség) okát, a mértékét és a periódusát befolyásoló tényezőket, a vakár és szökőár fogalmát, energiáját, környezetalakító hatását: torkolattípusok, apály-dagály erőművek. Ismerje a cunami létrejöttének feltételeit, a földrengésekkel való kapcsolatát, pusztításának mechanizmusát, az ellenük való védekezés rendszerét.	történelemben. A védekezés módja. Milyen emberi tényezők erősítik hatásukat.	
2. fejezet: Kölcsönhatásban a környezetünkkel	A fejezet kiemelt feladata a társadalmi kompetenciák fejlesztése. A témakör számos olyan kérdést vet fel, amelyre nem lehet kizárólagos választ adni, az érvek és ellenérvek keresése, a kompromisszumra való hajlandóság, szociális érzék együttesen vezethet az optimális megoldások megtalálására.	Együttműködés – vita (információk elemzése, disputa).	Gazdaságföldrajz: a népesség és gazdasági fejlettség összefüggései, népsűrűség és a föld eltartó képességének viszonya. Történelem: történelmi konfliktusok gazdasági összefüggései, állampolgári ismeretek.
Mekkora az ökológiai lábnyomunk? Az ökológiai lábnyomot meghatározó tényezők: táplálkozás, lakás, közlekedés, szemetelés.	Ismerje az ökológiai lábnyom fogalmát. Legyen képes megfelelő segédletek felhasználásával megbecsülni saját ökológiai lábnyomát. Legyen tisztában azzal, hogy a Föld eltartó képessége mekkora. Tudja, hogy csökkenthető az ökológiai lábnyom, legyenek konkrét tervei arra, hogy saját	A saját ökológiai lábnyom meghatározása internetes tesztek segítségével, megfelelő WEB-lapok keresése. Csoportmunka, pp.: Más országok népeinek vizsgálata az ökológiai lábnyomuk alapján. Összehasonlítás. Tabló készítése. Vita arról, hogyan	Biológia: az ökológia fogalma. Gazdaság földrajzi ismeretek. Környezetvédelem.

	ökológiai lábnyomát csökkentse (szociális kompetencia fejlesztése, környezettudatos fogyasztói szemlélet).	segíthetünk másokon, milyen racionális cselekvéssel védhetjük környezetünket. Beszélgetés arról, hogyan válik a környezetvédelem üzletté és politikává.	
Mi okozza a globális felmelegedést? A sugárzás (elektromágneses hullám) kölcsönhatása egy kiterjedt testtel. Az üvegházhatás jelensége, magyarázata. Az üvegházgázok fogalma. Az emberi tevékenység szerepe az üvegházhatás erősítésében. Üvegházhatás a természetben.	Legyen tisztában az elnyelés, a visszaverődés fogalmával. Tudja, hogy minden test sugároz. Ismerje a fekete-test fogalmát. Értse, hogy a különböző típusú elektromágneses hullámok, mely tulajdonságaikban térnek el egymástól. Legyen tisztában az anyagok frekvenciafüggő sugárzás áteresztő képességével. Ismerjen példákat az üvegházhatásra. Legyen kialakult véleménye a globális felmelegedés mibenlétéről, s arról, hogy a jelenséget mennyiben okozhatja emberi tevékenység. Ismerje azokat az intézkedéseket, melyek a kormányok a globális felmelegedés hatásainak enyhítésére hoztak. Ismerje a széndioxid-kvóta fogalmát, s az azzal kapcsolatos politikai alkuk mibenlétét.	Újsághírek elemzése: Milyen tényezők határozzák meg az egyes országok mozgásterét a globális felmelegedés kapcsán. Vita (disputa): Mi jelent nagyobb veszélyt, fosszilis vagy a nukleáris energia kinyerése. Kísérlet: Kísérletek a sugárzás vizsgálatára (pl.: a sötét felületek jobban felmelegszenek, feketére festett szabadtéri zuhanytartály)	Fizika: A hő terjedése, Wien-törvény, Stefan-Boltzmann-törvény; maghasadás. Gazdasági ismeretek. Földrajz: A megújuló és nem megújuló energia fogalma.
A környezetszennyezés egyéb formái A zaj fogalma. Mit jelent a zaj- és fényszennyezés?	Ismerje a fényszennyezés fogalmát.	Fényszennyezésmérés a csillagok észlelhetőségének	Környezetvédelem. Biológia, orvostudomány.

Milyen gondot okoznak ezek a jelenségek? A zajterhelés mérése, a decibel fogalma.	Legyen tisztában a fokozott hangerő egészségkárosító hatásával, a hatást csökkentő biztonsági intézkedésekkel.	vizsgálatával. Zajszennyezés mérése. Internetes keresés: az egészségügyi határértékek meghatározása. Olyan eljárások keresése, amelyek a fokozott zajterhelésben dolgozókat védik.	
Mennyit együnk?			
Miért kell ennünk?	A táplálkozással kapcsolatos energiafajták felismerése, ezek átalakulási folyamatainak ismerete.	Beszélgetés kis csoportokban, majd a hallottak közös megbeszélése.	Fizika: a mechanikai és elektromos energia.
Mire fordítjuk az elfogyasztott élelmiszerekben lévő energiát?			
A hőközlés és az égéshő fogalma.	Az energia fogalmának kvantitatív ismerete.	Adatgyűjtés az élelmiszerek csomagolásán található információk alapján, internetes adatgyűjtés.	Kémia: kémiai energiák, a táplálék megemésztése kémiai folyamatokon keresztül történik.
Milyen mértékegységei vannak az energiának?	Mértékegységek átváltása.		
Mit nevezünk kalóriának?	Ismerje a hőközlés, az égéshő és a fajhő fogalmát.	DVD megtekintése az egészséges táplálkozásról.	Biológia: a táplálkozás alapvető biológiai folyamat.
A fajhő fogalma.			
Az élelmiszerek energiatartalma.		A fajhő mérése: termoszban tárolt meleg víz és jég közös hőmérsékletének kiszámítása, az eredmény összevetése a mérési tapasztalattal.	
Mitől hízzunk, mitől fogyunk?			
Mi hajtja a járműveinket?			
Milyen energiaforrásokat használnak a járművek?	Az energiaátalakulás folyamatainak mélyebb ismerete.	Járműveket bemutató DVD megtekintése.	Fizika: a mechanikai energia fogalom korábbról ismert.
Mekkora a járművek teljesítménye?	A teljesítmény és a hatásfok fogalmának	Internetes adatgyűjtés	

Mekkora a járművek hatásfoka? A hatásfok fogalma. Benzin vagy dízel? Mi az a kerozin? Mi mennyibe kerül? Mennyi az adótartalma?	kvantitatív ismerete.	a járművek „leg”-jeiről. Kiscsoportos beszélgetés arról, ki milyen autót szeretne magának (ár, fenntartási költségek). Látogatás a Közlekedési Múzeumban.	Kémia: az üzemanyagok energiája kémiai eredetű.
Különleges meghajtású járművek Elektromos autó. Mi az a hibrid hajtás? Hidrogén meghajtás. Mit jelent a tüzelőanyag-cellás meghajtás? Napelemes autó és repülőgép.	Új jármű meghajtási megoldások ismerete.	Egyéni projekt munka: a különböző alternatív jármű meghajtási módszerek bemutatása.	Kémia: elektrolízis.
3. fejezet: A Nap	A Nap, mint a legfontosabb energiaforrásunk megismerése nemcsak a természettudományos ismereteinket gyarapítja, hanem erősíti a környezettudatos életvitel elsajátítását is.	DVD film a Napról, mint legfontosabb energiaforrásunkról. Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	Biológia: élet. Földrajz, csillagászat: a Nap a mi csillagunk.
Legfontosabb energiaforrásunk a Nap			

Mi a kapcsolat a különböző energiaforrások és a Nap között? Hogyan áramlik az energia a Naptól a Föld felé? A hősugárzás jellemzői. Mit jelent a napállandó?	A hősugárzás ismerete. A napállandó jelentésének ismerete. A napenergia felhasználási lehetőségeinek környezettudatos ismerete.	Napenergiáról szóló DVD film megtekintése. Csoportmunka: az egyes csoportok feldolgozzák az egyes energiaforrások kapcsolatát a Nappal, majd közösen megbeszélik a tapasztalatokat. Tanulói kísérlet: napfény fókuszálása papírlapra gyűjtőlencsével.	Biológia: az „éltető Nap” nélkül nincs élet a Földön. Irodalom, történelem, művészettörténet: a Nap kitüntetett szerepe a mitológiában és a művészetekben.
A napenergia felhasználása Hogyan és mire tudjuk használni a napenergiát? Napkollektor, napelem, napkohó, napkémény, naptó. A hősugárzás és hőelnyelődés törvényszerűségei. Az üvegházhatás.	Energia átalakítási folyamatok ismerete napenergia esetén. A hősugárzás és hőelnyelődés törvényeinek kvalitatív ismerete. Az üvegházhatás jelenségének ismerete.	Projektmunka: a tanulók mutassák be poszttereken a napkollektor, napelem, napkohó, napkémény, naptó működését. Frontális tanári munka: a hősugárzás, hőelnyelődés törvényeinek megtanítása. Tanulói kísérletek a hőkisugárzás és a hőelnyelődés témakörében.	Technikai, technológiai, anyagtudományi ismeretek. Fizika: sugárzások.

4. fejezet: Energia-átalakító gépek	A tanulók ismerjék fel, hogy a társadalmi-gazdasági fejlődés mai fokán milyen sok energia-átalakító gép szolgálja a kényelmünket. Ennek a témának a tárgyalása fejleszti a környezettudatos életvitelhez szükséges gondolkodásmódot.	DVD film megtekintése olyan gépekről, amelyek könnyebbé, kényelmessé, kellemessé teszik az életünket. Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	Fizika, kémia, biológia, földrajz, közgazdaságtudomány: energia fogalma.
Fűtés, hűtés, hajtás Fűtő és hűtő rendszerek. Talajszonda, talajkollektor, hőszivattyú. Hőerőgépek a gyakorlatban (Stirling-gép, robbanómotorok). A hőtan első főtétele. Hőerőgépek története.	Az energia-munka átalakítás alapvető törvényszerűségeinek, a hőtan első főtételének, a hasznosítható energia fogalmának ismerete.	Kiselőadások a különféle fűtő, hűtő és meghajtó gépekről. Internetes animációk használata és értelmezése. Működő Stirling-gép modell bemutatása.	Fizika: az energia-megmaradás tétele. Közgazdaságtan: megtérülési idő.
Sütő- és főzőkészülékek a konyhában Hogyan sütöttek és hogyan főztek a régi korokban? Hogyan működnek a mai konyhák sütő- és főzőkészülékei? Milyen változások várhatók a „konyhatechnikában” a közeljövőben?	A gáztűzhely és a villanytűzhely ismerete. A mikrohullámú sütő működésének ismerete. Az indukciós tűzhely működési elvének ismerete.	Kirándulás alkalmával főzés tábortűzön, bográcsban, „háromláb” és „bogrács ház” segítségével (a két módszer összehasonlító elemzése).	Biológia: táplálkozás. Kémia: élelmiszerkémia.

Megújuló energiák Vízi energia, szélenergia, árapály energia, bioenergia hasznosítása: vízi erőművek, szélkerekek, víz alatti „szélkerekek”, biodízel, biomassa, biogáz.	Az energia-munka átalakítás alapvető törvényszerűségeinek további elmélyítése. Környezeti-energetikai kérdésekben történő eligazodási képességek javítása.	Csoportmunka: a különböző megújuló energiafajták sajátosságainak, előnyeinek, hátrányainak megismerése kisebb csoportokban, amit közös megbeszélés követ.	Fizika: az energia-megmaradás tétele. Közgazdaságtan: beruházás megtérülése. Biológia: ökológiai problémák.
5. fejezet: Atomenergia	Tudósi, politikusi felelősség jelentőségének ismerete. Környezettudatos gondolkodásmód fejlesztése.	DVD film megtekintése az atomenergiáról. Beszélgetés a témáról, előre megadott szempontok alapján.	Történelem, politológia, közgazdaságtan: az atomenergia felhasználása békés és katonai célokra.
Az atommag energiája A nukleáris energia felhasználásának kérdései. Hogyan számítható ki az atommag átalakulásakor felszabaduló energia nagysága? A tömeghiány fogalma. Az atomfegyverek típusai, kipróbálásuk, az atomcsönd egyezmény.	A tömeghiány fogalmának ismerete. A tömeg-energia egyenértékűségének ismerete.	DVD filmek megtekintése az atomfegyverekről. Számítási feladatok elvégzése szaktanári segítséggel.	Biológia: sugárzások biológiai hatásai, ökológiai problémák. Történelem: a Hirosimára és Nagaszakira ledobott két atombomba története, politikai háttere, későbbi következményei.

			Fizika: sugárzások.
Az atomenergia békés felhasználása Az atomreaktorok típusai, fejlődésük. Mi jellemzi a legújabb atomreaktor generációt? Épüljön-e Magyarországon új reaktor blokk? Radioaktív hulladékok elhelyezésének problémái.	A biztonság és a kockázat józan megítélésének elsajátítása.	Döntéshozók, társadalmi szervezetek vitájának modellezése a diákok részvételével. Atomreaktor működését bemutató számítógépes animáció használata.	Gazdaságföldrajz: energiaforrások. Biológia: ökológiai problémák.
Energiagondok Mennyi energiára van szüksége az emberiségnek? Hogyan oszlik meg az energia felhasználása az egyes földrészekben, illetve különböző országokban? Milyen módon állítható elő hasznosítható energia? Hasonlítsuk össze a megújuló és a nem-megújuló energiákat! Milyen erőművek épüljenek a közeljövőben Magyarországon?	Az energia globális jelentőségének felismerése. A nagy számokkal, prefixumokkal történő számítási műveletek elsajátításának fejlesztése.	DVD filmek megtekintése, internetes anyagok feldolgozása egyéni projektmunka keretében. Döntéshozók, társadalmi szervezetek vitájának modellezése a diákok részvételével.	Fizika: az energia-megmaradás tétele. Gazdaságföldrajz: a Föld energiaforrásai. Biológia: ökológiai problémák.

14. témakör: Csillagászat (15 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A témakörben feldolgozott ismeretek, megalapozott fogalmak a csillagászat témakörébe engednek betekintést. A tanulók találkozhatnak azokkal a megfigyelésekkel, jelenségekkel, fogalmakkal, amelyek a tudományos hírekből gyakorta visszaköszönnek. A tudományos ismereteken túl a csillagászat a filozófiával, irodalommal, képzőművészettel is szoros kapcsolatban áll, s az emberi lét általános kérdéseire irányítja a figyelmet. A tudományok társadalmi relevanciája a csillagászatban belül a legnyilvánvalóbb módon jelenik meg a tudománytörténet tanulságai és az emberi faj jövőre vonatkozó kérdései kapcsán. A témakörből izgalmas, jól motiváló, minden irányba nyitott tananyag építhető fel, illetve tevékenység szervezhető.

A csillagászati tartalmak sajátossága, hogy lehetőséget nyújtanak mind a fizikai, mind a komplex természettudományos ismeretek szintézisére egy-egy konkrét jelenség kapcsán. Mód nyílik a természettudományos kompetencia fejlesztésére, az ok-okozati összefüggések értelmezésére konkrét problémák kapcsán. A témakör számos nyitott kérdést is megfogalmaz a jövőről. A kérdések kapcsán rendezett viták fejlesztik a vitakészséget, ennek révén az anyanyelvi kompetenciákat, tudatos állampolgárrá nevelnek. A csillagászat számos irodalmi és művészeti vonatkozásának felhasználásával fejleszthetjük a diákjaink esztétikai érzését. A közös és egyéni munka során végzett anyaggyűjtés, az önálló prezentációk készítése a digitális kompetenciát fejleszti. Az űrkutatás fejlődését tanulmányozva tanítványaink a tudomány gazdasági vonatkozásaival is megismerkedhetnek, döntést hozhatnak az űrkutatás hasznosságáról.

A témák aktualitása, s mindenki számára nyitott programjai (pl.: amatőr csillagászat, Seti-program) az életkornak megfelelő szinten a közvetlen bekapcsolódás lehetőségét adja a természettudományos kutatás egyes formáiba.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Kozmikus környezetünk	A témakör a számos színes „világ”, s izgalmas, szokatlan jelenség bemutatása révén a természettudományos ismeretek komplex alkalmazását teszi lehetővé, fejlesztve a természettudományos kompetenciát. A kozmikus környezetünk bemutatását mind esztétikai, mind irodalmi aspektusok, s általános társadalmi vonatkozások is jellemzik.	A témakör számos táblázat, rajz, filmrészlet, fényképfelvétel, animáció, szimuláció révén talán az internettel legjobban megtámogatott fejezetek közé tartozik, ezzel lényegében végtelen önálló keresési/kutatási lehetőséget nyújtva a diákoknak, s demonstrációs lehetőséget a tanároknak.	Fizika. Biológia. Földrajz.
A Naprendszer szerkezete, legfontosabb objektumai Ekliptika síkja. A bolygók keringésének és forgásának sajátosságai. A Naprendszer keletkezése.	Ismerje a Naprendszer szerkezetét, bolygók főbb típusait, a mozgásuk jellegzetességeit. Legyen tisztában a Naprendszer arányaival, a bolygók egymáshoz viszonyított méretével, a Naprendszer keletkezésének legfontosabb elméleteivel. A Naprendszer keletkezését leíró modell fizikai háttere, a	Önálló munka: Internetes anyaggyűjtés, képgaléria készítése, HST felvételeinek, vagy például a NASA honlapjának felhasználásával. Poszter készítése, vetélkedő összeállítása stb. Számítógépes modellek keresése az interneten (mikor, hol találhatóak a bolygók). Tudománytörténeti adatgyűjtés, pl.: Laplace élete.	Fizika: Kepler-törvények. Földrajz: csillagászat.

	modellt igazoló, s annak ellentmondó tapasztalatok.		
A Föld, mint bolygó A Föld alakja és a gravitációs erő kapcsolata. A geoid sajátosságai. A Föld mozgásai. A Föld tengelyének helyzete, ennek következményei, a tengely billegő mozgása (precesszió), s ennek következményei. A Föld felszínének fizikai viszonyai, az ezeket befolyásoló tényezők. A felszínt alakító erők fizikai értelmezése. A Föld kora.	Ismerje a Földet, mint égitestet, az űrből nyújtott látványt, annak okát, a légkör sajátosságait, a felszíni viszonyokat, s az azt befolyásoló tényezőket, ezek kapcsolatát a légkör jellemzőivel és a hőmérsékleti viszonyokkal, a Föld mozgásainak periódusait; a periódusok legérdekesebb változásait az időben (pl.: évmilliókkal ezelőtt egy év több napig tartott, mint most). Ismerje a Föld tengelyének sajátos „billegését”, ennek hatását az évszakok alakulására. Ismerje a Föld korát az erre vezető megfontolásokat	A Föld látványa az űrből – képgyűjtés. A Föld, mint bolygó jellemző adatainak összegyűjtése – Internet. A sarki lapultság okának modellezése. A Föld tengelybillegésének modellezése (búgócsiga). A Föld korára vonatkozó megállapítások gyűjtése, az alkalmazott számítási módszer elemzése.	Földrajz: A Föld forgása és keringése. A Föld forgásának következményei (nyugati szelek öve), a Föld belső szerkezete. Biológia: a táplálkozás alapvető biológiai folyamat. A radioaktív kormeghatározás elve. A Föld gravitációs és mágneses tere
A Hold A Hold jellemző adatai, távolság keringési idő, forgási periódus, hőmérséklet, légkör hiánya, felszín, anyag, a Hold formakincse. A Hold fázisai, a fázisok magyarázata. A hold- és napfogyatkozás.	Legyen tisztában a Hold méretével és távolságával, látszó méretének a Nappal közel azonos voltával (ennek következményeivel, pl.: gyűrűs napfogyatkozás). Értelmezni tudja a Hold fázisait, legyen tisztában a fázisváltozások	Önálló munka, projekt: Első ember a Holdon. A Hold magyar hírességekről elnevezett krátere (a hírességek életrajza.). A Hold távcsöves vizsgálata, látogatás távcsöves bemutatóhelyre.	Földrajz: Az apály-dagály jelenség hatása a tengerpartokra. Biológia: A Hold és az ember biológiai ciklusai.

A Hold kora.	irányával, tudja értelmezni a fogyatkozásokat, s el tudja különíteni a fázisoktól. Össze tudja kapcsolni a fogyatkozásokat és a fázisokat. Legyen tisztában a Hold fizikai viszonyai és a felszíni alakzatok közötti összefüggésekkel. Tudja értelmezni a kráterborítottságot, a Hold felszínét alakító folyamatokat. Tudja magyarázni, hogy a Hold miért mutatja mindig ugyanazt az oldalát a Föld felé. Ismerje a Hold és a Föld kölcsönhatásait, a Hold kutatásának legfontosabb állomásait.	A holdfázisok és fogyatkozások vizsgálata animációkon keresztül.	Történelem: A napfogyatkozások szerepe az emberi kultúrában. Kultúrtörténet: A Hold "képének" értelmezése a múltban.
A Naprendszer bolygói Merkúr, Vénusz és Mars jellegzetességei. A légkör hiányának és a légkör jelenlétének következményei. A hőmérsékleti viszonyok, érdekességek a bolygókon. Pl.: A Merkúr elnyúlt pályája, a Vénusz különlegesen sűrű légköre, a Mars és jégsapkái. A kisbolygók övének elhelyezkedése, egyes objektumai. Jupiter, Szaturnusz. Uránusz, Neptunusz jellegzetességei. Az óriásbolygók	Tudja összehasonlítani táblázat segítségével a két égitest sajátosságait, felszíni viszonyait, értelmezze az eltérések okait, s azok következményeit. Ismerje fel az ok-okozati kapcsolatot a bolygó felszínének sajátosságai és a bolygón uralkodó fizikai viszonyok között. Ismerje a Mars sajátosságait, a Mars-kutatás legfontosabb eredményeit. Ismerje a kisbolygó fogalmát, a Mars és Jupiter között elhelyezkedő kisbolygóövet. Legyen tisztában az óriásbolygók	Fényképgyűjtemény, diashow készítése. Képzelt lény tervezése a bolygó fizikai viszonyait figyelembe véve. Magyar vonatkozású kisbolygók. Távcsöves megfigyelés, a HST képei. Önálló munka: A Merkúr, Vénusz és Mars megismerésének története. Ember gyártotta eszközök a bolygókon. Az óriásbolygók a HST fényképein. Az óriásbolygók felfedezésének tudománytörténeti vonatkozásainak	Biológia: az élet fizikai feltételei. Fizika: A Kepler-törvények alkalmazása a bolygók pályájának és keringési idejének összehasonlításakor. Az üvegházhatás a Vénuszon. Azonos anyag többféle halmazállapotban Kémia: Kémiai folyamatok a Vénuszon, a bolygók légköre, anyaga. Tudománytörténet, történelem, gazdaság: Galilei munkássága. Irodalom: bolygók említése a költészetben.

anyaga. Gyűrűk és holdak az óriásbolygók körül. A Vörös-folt a Jupiteren. A Szaturnusz gyűrűjének sajátosságai.	legfontosabb fizikai jellemzőivel, az óriásbolygókon megjelenő többféle halmazállapotú anyaggal, a legnagyobb holdak és a gyűrűk sajátosságaival. Fel tudja ismerni képről a Naprendszer óriásbolygóit, jellegzetességeiről. Legyen tisztában azzal, hogyan határozza meg a hőmérséklet és a nyomás együtt az anyag halmazállapotát.	feldolgozása (Pl.: Galilei, Huygens, Cassini). A nyomás, hőmérséklet. A Jupiter és Szaturnusz megfigyelése szabad szemmel és távcsővel. A bolygók kelésének és nyugvásának, valamint elhelyezkedésének megkeresése az interneten, pl.: mcse.hu (A Magyar Csillagászati Egyesület honlapja). A Jupiter holdjainak (Galilei-holdak) megfigyelése.	
A Naprendszer külső vidékei Kuiper-öv és a Plutó, meteorok, meteoritek, üstökösök és szerkezetük a meteorhullások és az üstökösök kapcsolata. A Földet fenyegető kozmikus katasztrófa esélye felé?	Legyen ismerete a külső kisbolygóöv létezéséről, a Plútó „státuszának” változásáról. Ismerje a meteorok és meteoritek közötti különbséget, a meteorok típusai, a meteoritek felszínformáló hatása. Ismerje az üstökösök mibenlétét, a Nappal való kölcsönhatásuk következményeit. Ismerjen néhány fontosabb üstökös, melyek a tudományos kutatás homlokterébe kerültek.	Kutatómunka: Legfontosabb meteorrajok, ezek megfigyelésének története (Pl.: Humboldt expedíció). Meteorkráter sajátosságainak megfigyelése, a meteor becsapódás modellezése. A meteorok pusztításának mértékére vonatkozó becslések készítése. A témát feldolgozó filmek kritikai vizsgálata. A Halley-üstökös felfedezésének története Üstökös-becsapódás a Jupiterbe. Kozmikus katasztrófa ábrázolása a filmekben – mennyiben reális, hol hibás?	Földrajz, biológia: Kepler-törvények - az üstökösök elnyúlt ellipszis pályája. Földtörténeti katasztrófák. Kráterbecsapódás keltette felszíni alakzatok keresése térképeken, műholdfelvételeken.

		Kozmikus katasztrófa animációkon (internet).	
A Nap, a hozzánk legközelebbi csillag A Nap jellemzői, hőmérsékleti viszonyai, energiatermelése. A Nap hatása a Földre, napkitörés, napszél, napfolt. A Nap Földre sugárzott energiája, a Napállandó.	Ismerje a Nap szerkezetét, legfontosabb fizikai jellemzőit, a Nap hatását a Földre és a kozmikus környezetére. Ismerje a napfoltokat, azok ciklusait (pillangó diagram), mágnességgel való kapcsolatukat. Legyen tisztában a Nap energiatermelésének elvével. Ismerje a sarki fény jelenségét, mint a Nap és a Föld mágneses terének kölcsönhatását, legyen tisztában a Föld felületegységére jutó sugárzott napenergia és az évszakok változása közötti kapcsolattal.	Napfoltészlelés távcsővel – kivetítés, vagy napszűrő. A napfoltok helyzetváltozásának nyomon követése. (Interneten is lehetséges). A korábbi napfogyatkozások felvételei vagy más interneten megtalálható felvételek alapján a napkitörések megfigyelése. A napaktivitás hatása a műszaki eszközeinkre – kutatómunka. Besugárzásbecslések eltérő napszakokban, évszakokban a napsugárzás hajlásszögéből, s a napkelte és napnyugta közötti időből. Elnyelési kísérletek télen: pl.: földdel (falevéllal) behintett hó olvadásának megfigyelése. Vannak-e évszakok más bolygókon? A Nap és a földi légkör kölcsönhatásainak vizsgálata naplemente környékén készített felvételek segítségével.	Földrajz: Évszakok változása. A nappal hosszának változása. Fizika, földrajz: A fény elnyelése, üvegházhatás. Történelem, művészettörténet, filozófia: napkultusz az antik kultúrákban.
A csillagok élete A csillagok	Ismerje a csillagok	Projektek, önálló	Atomfizika:

definíciója, jellemzői. A csillagok lehetséges fejlődési folyamatai, annak jellemzői, Hertzsprung-Russel diagram. A Nap várható jövője. Néhány különleges égi objektum.	jellemzőit, az energiatermelésüket biztosító magfúzió folyamatát. Legyen tisztában azzal, hogy a csillagok élete ciklikus, a csillagok születnek és elpusztulnak. Ismerje a csillagfejlődés legfontosabb állomásait. Tudja értelmezni a csillag mérete és a fejlődési út összefüggéseit a H-R diagram segítségével. Ismerje a csillagfény elemzésének módszerét, a csillag anyagára utaló színeképet. Alkalmazza ezen ismereteit csillagunkra, a Napra. Tudja a kapcsolatot a földi anyag és a csillagkeletkezés folyamat között: „Csillagok porából vagyunk valamennyien.” Ismerjen néhány különleges kozmikus objektumot, pl.: fekete-lyuk, szupernóva, pulzár, kvazár, s ezek sajátosságait, felismerésük módját.	munkák, posztterek internetes háttérrel, pl.: Mik azok a fekete-lyukak? A vörös óriások és fehér törpék.	A csillagok energiatermelése, magfúzió; a csillagok anyagáról árulkodik fényük – színeképelemzés Filozófia: Az anyagelvű világnézet alapjai. Irodalom, képzőművészet: A csillagos ég alatt. Irodalmi, filozófiai esszé: <i>Csillagok porából vagyunk valamennyien.</i> Tudománytörténet: Hogyan rengették meg az arisztotelészi világképet (az égbolt változatlan) a csillagászati megfigyelések. (Pl. Tycho de Brahe szupernóva megfigyelése)
A galaxisok A galaxisok fogalma, jellemzői, típusai, mozgásai. A Tejútrendszer jellemzése, mérete, szerkezete. Az Androméda-köd.	Ismerje a galaxis fogalmát, a galaxisok típusait, a Tejútrendszer legfontosabb jellemzőit; a haló és a gömbhalmazok fogalmát, a Naprendszer helyét a Tejútrendszerben. Az Androméda-köd, mint „ikergalaxisunk”. Tudja, hogy mit jelent ez a távolság a galaxisunkról szerezhető ismeretek vonatkozásában.	A Tejútrendszer szabad szemmel történő megfigyelése. Az Androméda-köd távcsöves megfigyelése. Képek gyűjtése (galéria készítése) galaxisokról. (PowerPoint bemutató.)	Fizika: Relativitáselmélet – a téridő fizikája.

	Legyen tisztában azzal, hogy a világegyetemben galaxisok milliárdjait találjuk.		
2. fejezet Tájékozódás az éjszakai égbolton	A fejezet a megfigyelések, tapasztalatok és a tudományos modell létrehozható összhangját mutatja be, elsődlegesen a közvetlen tapasztalatszerzés lehetőségét nyújtja.	Távcsöves, s szabad szemmel végzett megfigyelések.	Földrajz: Tájékozódás.
A csillagok a Nap és a Hold mozgása az égbolton. Az ekliptika és az égi egyenlítő az éggömbön. Csillagképek az éjszakai égbolton.	Ismerje a geocentrikus és heliocentrikus világképet. Legyen tisztában azzal, hogy a Föld napköri keringése, tengelyforgása, s tengelyének ferdesége hogyan határozza meg az éjszakai égbolt látványát. Tudja, hogyan mozog a Nap (látszólag) az évszakok függvényében a nappali égbolton. Ismerje az égi egyenlítő fogalmát, a sarkcsillag szerepét a csillagok látszó mozgásának leírásában, a legfontosabb hazánkból megfigyelhető csillagképeket, tudja azonosítani a könnyen megfigyelhető bolygókat.	Kultúrtörténeti vizsgálatok: A világ képe Ptolemaiosztól Keplerig. Csillagos ég animációk használata az interneten (pl.: Google Sky). Távcsöves megfigyelések. A "csillagjegy" fogalmának értelmezése (Miért van az, hogy az Ikrek jegyben születettek nyáriak, de az Iker csillagképet télen látjuk?).	Fizika: Kepler-törvények. Földrajz: Tájékozódás.
3. fejezet Az ősrobbanás elmélete	A fejezet a tanulók kreativitását, absztrakciós készségét	Egyszerű modellek, animációk.	Filozófia.

	és általános nyitottságát fejleszti, teszi próbára.	Filozófiai, tudományos szövegek elemzése.	
Az Univerzum tágulására utaló tapasztalatok, a galaxis-halmazok távolodása. A vörös-eltolódás jelensége. Hubble állandó. Az Univerzum fejlődése – Ősrobbanás elmélet.	Legyen tisztában a Doppler-jelenség lényegével, s tudja alkalmazni a galaxis-halmazok egymástól való tágulásának leírásában. Ismerje a Hubble-törvényt, az ősrobbanás elméletet, tudja azt, hogy közelítőleg mikor történt az ősrobbanás. Ismerje az Univerzum keletkezésének legfontosabb állomásait. Ismerje a térben véges, de határtalan táguló Univerzum modelljét. Legyen tisztában a tágulás inflációs szakaszával, annak kvantummechanikai vonatkozásaival.	Doppler-jelenség vizsgálata hangnál. Animációk az Interneten – vörös-eltolódás. Tudománytörténet: Hubble munkássága. Egyszerű modellek készítése – felfűjt léggömbön lévő rácspontok kölcsönös helyzetének vizsgálata a léggömb tágulása során. Az ősrobbanás elmélet filozófia visszhangja (pl.: Teilhard Chardin), más elméletek (pl.: állandó állapot elmélet - Hoyle)	Filozófiai, irodalmi vonatkozások
4. fejezet: Hogyan hódítja meg az ember a világűrt?	A világűr meghódítása nemcsak tudományos, hanem gazdasági, társadalmi kérdés. Hogyan él az emberiség a tudomány lehetőségeivel? Mire szán pénzt? Mi alapján dönt? El kell-e egyszer az emberiségnek hagynia a Földet? Képes lesz erre? A társadalom és tudomány kölcsönhatásai érhetők tetten ebben a fejezetben.	Számos historikus adat, feldolgozható elemzés, futurisztikus terv érhető el az interneten. Rengeteg űrexpedíció, fényképekkel, animációkkal, felderítő eszközök leírásával. Külön érdemes foglalkozni a magyar vonatkozású fejlesztésekkel.	Gazdaságpolitika. Politika. Szociológia. Pszichológia. Jövőkutatás.
Az űrkutatás			

állomásai Az első ember az űrben. A Hold meghódítása. Magyarok az űrben. A modern űrkutatás célpontjai. A jövő tervei. Ember készítette objektumok az űrben: hordozórakéták, szállító eszközök. A világűr megfigyelése: távcsövek, távcsőrendszerek, parabolaantennák, antennarendszerek.	Legyen tisztában az űrkutatás fejlődésének legfontosabb állomásaival. Ismerje a magyar űrkutatás történetét, Farkas Bertalantól Simonyi Károlyig. Ismerje a Nap, a bolygók és holdak kutatásának néhány fontos programját. Legyen tisztában azzal, hogy a világűrből fontos információkat nyerhetünk a Földről. Ismerje az emberes űrutazások nehézségeit, az ezzel kapcsolatos terveket. Ismerje azokat a legfontosabb eljárásokat, amelyekkel kozmikus környezetünket vizsgáljuk. Ismerje az űrbe jutás alapvető technikáit (rakéta, űrrepülő). Ismerje a nagytávolságú emberes űrutazás nehézségeit, a mesterséges gravitáció megvalósításának lehetőségeit.	Projektek, önálló munkák, posztterek internetes háttérrel, pl.: Első ember az űrben; A Hold meghódítása; Magyarok az űrben; Magyar tudományos eredmények felhasználása az űrkutatás során. A nemzetközi űrállomás története, eredményei, jövője, a Hubble Space Teleszkóp (HST) története, eredményei. Gigantikus forgó űrállomás (mesterséges gravitáció) tervek a világhálón.	Fizika: a rakéta elve, lendület-megmaradás. A mesterséges gravitáció - egyenletes körmozgás. A nagysebességű utazás és az idő – relativitáselmélet. Földrajz, biológia: Felvételek az űrből. Egy más bolygó lakhatóvá tétele. A tartós súlytalanság hatása az emberi szervezetre. Környezetvédelem: a tönkretett Föld esetleges elhagyása. Pszichológia: a nagy távolságú emberes űrutazás pszichológiai korlátjai.
Egyedül vagyunk a világban? Az exobolygók keresése. Az élet feltételei, lehet-e másutt élet. Térbeli és időbeli korlátok. Az értelmes élet kutatása.	Legyen tisztában azzal, hogy milyen érvek szólnak amellett, hogy az ember az egyedüli értelmes lény az Univerzumban, s mik szólnak ellene. Ismerje az élet keresésének történetét, például a Marson.	A Seti-program sajátosságai. Alkotómunka: milyenek lehetnek a földön kívüliek? A földön kívüliek megjelenése a filmekben - kritikai elemzés.	Biológia: az evolúció elveinek alkalmazása egy képzelt lényre. Irodalom: Képzelt lények. Találkozás más értelmes lényekkel –

	Legyen tisztában az élet létrejöttének biológiai feltételeivel, azzal, hogy másféle életformák is létezhetnek.	Vita: Élet a Földön kívül?! Egy képzeletbeli – a miénktől alapvetően eltérő – életforma bemutatása. Képzelt jövőbeli lény tervezése: az élet fejlődésének jövőbeli iránya az evolúció törvénye alapján (szöveg, rajz stb.).	Film. Filozófia: Egyedül vagyunk a világban? Matematika, fizika: A találkozás esélyei.
--	---	--	---

15. témakör: Mivel foglalkoznak korunk fizikusai? (10 óra)

Feldolgozott tartalmak és fejlesztendő kompetenciák:

A fizikai megismerés módszerei sokat fejlődtek az elmúlt évtizedekben, új kutatási irányok alakultak ki, jelentős, a technikában már felhasznált eredmények születtek. A témakör célja, hogy a tanuló megismerkedjen az elmúlt évek néhány fontos eseményével, elsősorban szemléletformáló céllal.

Az első fejezet megmutatja, hogy a jól ismert egyszerű modellek hogyan finomíthatóak tovább, és feltárja az így kapható látványos és érdekes eredményeket. A fraktálokkal, a szinkronizációs folyamatokkal, az egzotikus tulajdonságú részecskékkel való megismerkedés szélesíti a tanuló látókörét.

A második fejezet a fizika fontos gyakorlati alkalmazásairól szól, amelyek megismerése szükséges ahhoz, hogy a tanuló természettudományos műveltségét használva legyen részese korunk társadalmi, gazdasági, technológiai változásainak.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Pontosabb modellek – új jelenségek	A fejezet konkrét példáin keresztül a tanuló ismerje az egyszerű modellek pontosításának lehetőségeit és lássa, hogy egy kis pontosítás új típusú jelenségek megismerését teszi lehetővé. Értse meg, hogy a fizikai eszközök alkalmasak összetett jelenségek vizsgálatára. A természettudományos kompetencia mellett a digitális kompetencia is fejlődik, hiszen a bonyolultabb modellek számítógéppel vizsgálhatóak.	Ismeretterjesztő DVD, a bonyolultabb modelleket szemléletesen bemutató weboldalak megtekintése, Java appletek használata.	
A részecskefizika története és jelenlegi állása A neutrínó, a pozitron felfedezése. A Standard modell, kvarkok. Hogyan épülnek fel és mire használják a nagy részecskegyorsítókat?	A tanuló ismerje néhány újabb elemi részecske (neutrínó, pozitron) felfedezésének történetét. Tudja, milyen főbb összetevőkből áll az anyag a Standard modell szerint. Ismerje a legnagyobb	Hogyan vitatkozna Arisztotelész és Démokritosz az anyag oszthatóságáról, ha ma élnének, és fizikusok lennének? Sikerült-e megtalálni a legkisebb	Fizika: atommodellek.

	részecskegyorsítók működési elvét, jellemző adatait. Ismerje, hogyan zajlik egy nagy energiájú ütközési kísérlet, a felkészülés, az adatok értékelése.	építőkövet, az elemi részecskét?	
Kaotikus jelenségek Mit jelent a kaotikus viselkedés? A lineáris és nemlineáris erőtvényű rugóhoz kapcsolt test kényszerrezgései. A mágneses inga kaotikus mozgása, attraktorai. A különös attraktor fraktáltulajdonsága. A fraktálok a természetben.	Ismerje a kaotikus viselkedés jellemzőit, használja a fázistér, trajektória, attraktor fogalmakat a kaotikus viselkedés leírása során. Ismerje a fraktálok jellemzőit, önhasznó tulajdonságukat, mutasson be a természetben megjelenő önhasznó tulajdonságú mintázatokat.	Vizsgáljanak kísérlettel vagy szimulációval kaotikusan viselkedő rendszereket. Projektmunka: Milyen természeti folyamatok mutatnak kaotikus viselkedést?	Fizika: kényszerrezgések. Biológia: páfránylevelek felépítése. Földrajz: a tagolt tengerpart, fjordok.
Szinkronizációs folyamatok Szinkronizációs folyamatok. Hogyan modellezhető egy olyan rendszer, amely képes a szinkronizációra?	Mondjon példát természeti és fizikai rendszerekben lezajló szinkronizációs folyamatokra (vastaps, tűzlegyek felvillanásai, metronómok). Ismertessen egy egyszerű modellt olyan rendszerre, amelyben várhatóan szinkronizációs folyamatok mennek végbe.	Csatolt metronómok vagy ingák segítségével figyelje meg a lezajló szinkronizációs folyamatot.	Biológia: tűzlegyek, halrajok mozgásának szinkronizációja.
2. fejezet: A technológiai fejlődés	A tanulónak legyen átfogó képe a legújabb kor technológiai fejlődéséről (anyagtechnológia, energetika, környezeti fizika), a felmerülő globális problémákról és a megoldásukra tett tudományos erőfeszítésekről.	Vita arról, hogy a technológiai fejlődés képes-e megoldani a modern életforma elterjedését kísérő problémákat.	

Környezeti fizika A Föld légkörének modellezése. Szuperszámítógépek.	Ismerje, hogy milyen módon próbálják a fizikusok a légkört modellezni. Hogyan gyűjtik az adatokat, milyen tényezőket vesznek figyelembe, milyen számítógépeket használnak erre a célra, mennyire pontos a modell, mire használható?	Kövesse figyelemmel az interneten a legújabb szimulációk eredményeit. Projektmunka: Mennyibe kerül egy szuperszámítógép üzemeltetése és mire érdemes használni? Megéri-e a befektetés?	Fizika: környezeti fizika.
Energetika Az emberiség jelenlegi energiafelhasználása, az energiafelhasználás változásai. Honnan lesz energiánk?	Jellemezze az emberiség energiafelhasználását, az energiafelhasználás alakulását az elmúlt száz évben, területi megoszlását, és az energia előállításának főbb módjait. Elemesse az egyes energiatermelési módok előnyeit és kockázatait, támaszkodjon a tanult fizikai ismeretekre, végezzen becsléseket.	Vita: Mi lehet a jövő energiaforrása? Helyes-e a hagyományos izzók felváltása neoncsövekkel?	Fizika: generátorok.
Nanofizika Mivel foglalkozik a nanofizika? Mire használhatóak a nanofizika eredményei (optika, napelemek, gyógyszerek)? Fullerének, szén nanocsövek, grafén.	Tudja, hogy mit jelent a nanofizika kifejezés, ismerjen néhány konkrét alkalmazást. Ismerje a nevezetes szén-nanovegyületek szerkezetét, felfedezésük történetét, lehetséges jövőjét.	Keressen az interneten nanovegyületekről, anyagokról készült képeket, ábrázolásokat.	Kémia: kötések.
Korunk nagy kísérletei A szinkrotronok és a szinkrotronsugárzással végezhető kísérletek (DESY, Grenoble). Az épülő Európai Röntgen	Ismerje néhány nagy nemzetközi kutatóközpont (CERN, DESY, stb.), felszereltségét, az ott folyó kutatásokat,	Gyűjtsenek anyagot néhány nagy kutatóközpontról, tervezett berendezésről és tanári irányítással	

Szabadelektron Lézer. Kísérlet a gravitációs hullámok kimutatására. Az LHC. Az Európai Spallációs Neutronforrás. Hogyan dolgoznak a fizikusok?	néhány a közeljövőben megépülő berendezés terveit és a várható eredményeket. Ismerje meg az ott dolgozó fizikusok munkakörülményeit, a kutatási feladatok sokrétűségét, a publikációs lehetőségeket.	dolgozzák fel. Hívjanak meg aktívan dolgozó fizikust, hogy tartson fényképekkel illusztrált beszámolót.	
---	---	---	--