



Függelék

Amit a középszintű érettségi vizsgán tudni kell fizikából

Az alábbi táblázat első két oszlopa a középszintű érettségi vizsga követelményrendszerét tartalmazza. A harmadik oszlopban olyan, az adott témakörhöz kapcsolódó fontos mennyiségi összefüggések (képletek), adatok szerepelnek, melyeket a középszinten érettségizőknek ismerniük kell. Néhány képletet dőlt betűkkel szedtünk: ezek pontos felidézése középszinten nem követelmény, azonban az adott összefüggéssel leírt jelenség kvalitatív ismerete az elvárások közé tartozik.

Hangsúlyozzuk: a táblázat a felkészülés során történő tájékozódás segítése céljából készült, használata nem pótolhatja a tankönyvek tanulmányozását!

Témák	Az érettségizőkkel szemben támasztott követelmények	Hasznos összefüggések, képletek, adatok
1. Mechanikai kölcsönhatások		
1.1. Newton törvényei		
1.1.1. Newton I. törvénye. Kölcsönhatás. Mozgásállapot, mozgásállapot-változás. Tehetetlenség, tömeg. Inercia-rendszer	Ismerje fel és jellemezze a mechanikai kölcsönhatásokat. Ismerje a mozgásállapot-változások létrejöttének feltételeit, tudjon példákat említeni különböző típusaikra. Ismerje fel és jellemezze az egy kölcsönhatásban fellépő erőket, fogalmazza meg, értelmezze Newton törvényeit. Értelmezze a tömeg fogalmát Newton II. törvénye segítségével. Ismerje a sztatikai tömegmérés módszerét. Tudja meghatározni a 1.3. pontban felsorolt mozgásfajták létrejöttének dinamikai feltételét.	



Függelék

<p>1.1.2. Newton II. törvénye. Erőhatás, erő, eredő erő, támaszpont, hatásvonal. Lendület, lendületváltozás. Lendület-megmaradás</p>	<p>Legyen jártas az erővektorok ábrázolásában, összegzésében. Tudja, mit értünk egy test lendületén, lendületváltozásán. Konkrét, mindennapi példákban ismerje fel a lendület-megmaradás törvényének érvényesülését, egy egyenesbe eső változások esetén tudjon egyszerű feladatokat megoldani.</p>	<p>Lendület: $\vec{l} = m \cdot \vec{v}$ Lendület-megmaradás törvénye: Zárt rendszerben $m_1 \cdot \vec{v}_{1,e} + m_2 \cdot \vec{v}_{2,e} + \dots =$ $= m_1 \cdot \vec{v}_{1,u} + m_2 \cdot \vec{v}_{2,u} + \dots,$ahol a bal oldalon a kölcsönhatások előtti, a jobb oldalon pedig a kölcsönhatások utáni lendületekből képezett összeg áll. Newton II. törvénye: egyetlen erőhatásnak kitett test esetén: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$. Több erő egyidejű hatása alatt álló testre nézve (Newton IV. törvényét figyelembe véve): $\sum \vec{F} \equiv \vec{F}_{\text{eredő}} = m \cdot \vec{a}.$Nehézségi erő: $F = m \cdot g$, ahol „g” a helyi nehézségi gyorsulás. A nehézségi erő a nehézségi gyorsulás irányába mutat. Rugó által kifejtett (rugalmas) erő: $F = D \cdot \Delta l$, ahol D a rugóállandó vagy direkción erő, Δl pedig a megnyúlás. A rugalmas erő a megnyúlással ellentétes irányú.</p>
<p>Mozgást befolyásoló tényezők: súrlódás, közegeellenállás, a súrlódási erő</p>	<p>Ismerje a súrlódás és a közegeellenállás hatását a mozgásoknál, ismerje a súrlódási erő nagyságát befolyásoló tényezőket.</p>	<p>(Csúszási) súrlódási erő: $F_s = \mu \cdot F_{ny},$ahol F_{ny} a két érintkező felület közt fellépő erő felületre merőleges komponense (nyomóerő), μ a (csúszási) súrlódási együttható. A súrlódási erő a felületek relatív sebességével szemben mutat. Nyugalmi súrlódási (tapadási) erő: $F_t \leq F_{t,\text{maximum}} = \mu_0 \cdot F_{ny},$</p>



		<p>ahol F_{ny} a két érintkező felület közt fellépő erő felületre merőleges kompone- nense (nyomóerő), μ_0 a tapadási (nyu- galmi súrlódási) együttható. A tapadási erő iránya olyan, hogy a felületek meg- csúszását igyekszik meggátolni. Közegellenállási erő: $F_{\text{közegellenállás}} = k \cdot \rho \cdot A_{\perp} \cdot v_{\text{relatív}}^2,$ ahol k a test alakjától függő tényező, ρ a közeg sűrűsége, $v_{\text{relatív}}$ a test közeghez viszonyított sebessége, A_{\perp} pedig a test erre a sebességre merőleges homlokfe- lületének nagysága.</p>
Zárt rendszer. Szabaderő, kény- szererő	Konkrét esetekben ismerje fel a kényszererőket.	
1.1.3. Newton III. tör- vénye	Legyen jártas az egy testre ható erők és az egy kölcsön- hatásban fellépő erők felis- merésében, ábrázolásában.	
1.2. Pontszerű és me- rev test egyen- súlya		
Forgatónyomaték	Tudja értelmezni dinamikai szempontból a testek egyen- súlyi állapotát.	<p>Erőkar (k): a tengelypont és az erő ha- tásvonalának távolsága Forgatónyomaték: $M = F \cdot k$ Pontszerű test egyensúlyának dinami- kai feltétele: $\sum \vec{F} \equiv \vec{F}_{\text{eredő}} = 0$ Merev test egyensúlyának dinamikai feltételei: $\sum M = 0 \text{ és } \sum \vec{F} \equiv \vec{F}_{\text{eredő}} = 0.$</p>



Függelék

<p>Erőpár. Egyszerű gépek: emelő, csiga. Tömegközéppont</p>	<p>Tudjon egyszerű számítá- sos feladatot e témakörben megoldani. Ismerje a tö- megközéppont fogalmát, tudja alkalmazni szabályos homogén testek esetén.</p>	<p>Az erőpár nem helyettesíthető egyetlen (koncentrált) eredő erővel, forgatónyo- matéka az $M = F \cdot d$ képlettel számol- ható, ahol F az erőpár egyik alkotójá- nak nagysága, d az erők hatásvonala közötti távolság.</p>
<p>1.3. Mozgásfajták</p>		
<p>Anyagi pont, merev test. Vonatköztatási rendszer. Pálya, út, elmozdulás</p>	<p>Tudja alkalmazni az anyagi pont és a merev test fogal- mát a probléma jellegének megfelelően. Egyszerű pél- dákön értelmezze a hely és a mozgás viszonylagosságát. Tudja alkalmazni a pálya, út, elmozdulás fogalmakat.</p>	<p>Az elmozdulás (a helyvektor megvál- tozása) vektormennyiség, nagysága az úttal összevetve: $\Delta \vec{r} \leq \Delta s.$ (Az elmozdulás nagysága csak akkor egyezhet meg az úttal, ha a mozgás egyenes vonalú, és nincs fordulat a pá- lya megtétele közben.)</p>
<p>Sebesség, átlag- sebesség</p>	<p>Ismerje és alkalmazza a se- besség fogalmát.</p>	<p>Pillanatnyi sebesség (vektor): $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} (\Delta t \rightarrow 0).$ A sebességvektor a pálya érintőjébe esik. A pillanatnyi sebesség nagyságát a (nagyon rövid idő alatt) megtett út és az idő hányadosaként kaphatjuk: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} (\Delta t \rightarrow 0).$ Átlagsebesség nagysága (átlagos se- bességnagyság): $v_{\text{átlag}} = \frac{\Delta s_{\text{összes}}}{\Delta t_{\text{összes}}}.$</p>
<p>Gyorsulás</p>	<p>Tudjon megoldani egyszerű feladatokat.</p>	<p>Gyorsulás: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} (\Delta t \rightarrow 0).$ A gyorsulás a sebességváltozás irányá- ba mutat.</p>



<p>1.3.1. Egyenes vonalú egyenletes mozgás</p>	<p>Legyen jártas konkrét mozgások út-idő, sebesség-idő grafikonjának készítésében és elemzésében.</p>	$v_{\text{pillanatnyi}} = v_{\text{átlag}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ <p>A sebességnagyság-idő függvény grafikonja alatti terület számértékileg megadja a test által az adott időintervallumban befutott utat.</p>
<p>1.3.2. Egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás. Egyenletesen változó mozgás átlagsebessége, pillanatnyi sebessége</p>	<p>Ismerje fel és jellemezze az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgásokat. Konkrét példákon keresztül különböztesse meg az átlag- és a pillanatnyi sebességet, ismerje ezek kapcsolatát. Ismerje és alkalmazza a gyorsulás fogalmát.</p>	<p>Átlagsebesség: $v_{\text{átlag}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$.</p> <p>Pillanatnyi sebesség: $v_t = v_0 \pm a \cdot \Delta t$, ahol v_0 a kezdősebesség, a a gyorsulás nagysága. (A + előjel sebességnövelő, a – előjel sebességcsökkentő mozgás esetén érvényes.)</p>
<p>Négyzetes úttörvény</p>	<p>Értelmezze a szabadesést mint egyenletesen változó mozgást.</p>	$\Delta r = v_0 \cdot \Delta t \pm \frac{a}{2} \cdot (\Delta t)^2 = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot \Delta t,$ <p>ahol v_0 a kezdősebesség, v_t a Δt idő alatt elért pillanatnyi sebesség és a a gyorsulás nagysága. (A + előjel sebességnövelő, a – előjel sebességcsökkentő mozgás esetén érvényes.)</p>
<p>Szabadesés, nehézségi gyorsulás</p>	<p>Tudja a nehézségi gyorsulás fogalmát és értékét, egyszerűbb feladatokban alkalmazni is.</p>	<p>Szabadesés esetén $v_0 = 0$ és $a = g$ miatt</p> $v_t = g \cdot \Delta t \quad \text{és} \quad s = \frac{g}{2} \cdot (\Delta t)^2$
<p>1.3.3. Összetett mozgások</p>		
<p>Függőleges hajítás</p>	<p>Értelmezze egyszerű példák segítségével az összetett mozgást.</p>	$\Delta r = v_0 \cdot \Delta t \pm \frac{g}{2} \cdot (\Delta t)^2$ $v_t = v_0 \pm g \cdot \Delta t.$ <p>(A + előjel a lefelé, a – előjel a felfelé hajításnál érvényes.)</p>
<p>1.3.4. Periodikus mozgások</p>	<p>Jellemezze a periodikus mozgásokat.</p>	



<p>1.3.4.1. Az egyenletes körmozgás</p>		
<p>Periódusidő, fordulatszám, kerületi sebesség, szögelfordulás, szögsebesség</p>		<p>Fordulatszám: $n = \frac{1}{T}$, ahol T a periódusidő. (A fordulatszám jelölésére olykor az „f” szimbólumot is használják.) Kerületi sebesség: $v_k = \frac{2 \cdot R \cdot \pi}{T} = R \cdot \omega$, ahol R a körpálya sugara, ω pedig a szögsebesség. Szögelfordulás: $\Delta\alpha = \frac{\Delta l}{R}$, ahol Δl a $\Delta\alpha$ középponti szöghöz tartozó ívhossz. A szögelfordulást tehát radiánban mérjük. Szögsebesség: $\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{2 \cdot \pi}{T}$.</p>
<p>Centripetális gyorsulás. Centripetális erő</p>	<p>Ismerje fel a centripetális gyorsulást okozó erőt konkrét jelenségekben, tudjon egyszerű számításos feladatokat megoldani.</p>	<p>Centripetális gyorsulás: $a_{cp} = \frac{v_k^2}{R} = R \cdot \omega^2.$Centripetális erő: az egyenletes körmozgást végző testre ható erők eredője minden pillanatban merőleges a sebességre, a kör középpontja felé mutat, azaz centripetális irányú. $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}_{cp} \text{ azaz } F_{eredő} = m \cdot \frac{v^2}{R}.$(Itt $F_{eredő}$ az eredő erő nagysága.)</p>
<p>1.3.4.2. Mechanikai rezgések</p>		
<p>Rezgőmozgás</p>	<p>Ismerje a rezgőmozgás fogalmát.</p>	



<p>Harmonikus rezgőmozgás. Kitérés, amplitúdó, fázis</p>	<p>Ismerje a harmonikus rezgőmozgás kinematikai jellemzőit, kapcsolatát az egyenletes körmozgással kísérleti tapasztalat alapján.</p>	<p>Kitérés: $y = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$, ahol $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$ a körfrekvencia, A az amplitúdó, $(\omega \cdot t)$ a radiánban adott fázisszög. Sebesség: $v = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$. Maximális sebesség (az egyensúlyi helyzeten történő áthaladás pillanatában): $v_{\max.} = A \cdot \omega$ Gyorsulás: $a = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t) = -\omega^2 \cdot y$ Maximális gyorsulás (a szélső helyzetekben): $a_{\max.} = A \cdot \omega^2$</p>
<p>Rezgésidő, frekvencia</p>		<p>Frekvencia és rezgésidő összefüggése: $f = \frac{1}{T}$ Rugó hatására harmonikus rezgést végző test rezgésideje: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$ ahol m a rezgő test tömege, D a rugóállandó.</p>
<p>Csillapított és csillapítatlan rezgések</p>		
<p>Rezgő rendszer energiája</p>	<p>Ismerje, milyen energiaátalakulások mennek végbe a rezgő rendszerben.</p>	<p>Rezgőmozgást végző test összes mechanikai energiája: $E_{\text{rezgés}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot A^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\max.}^2$ A rezgés egy közbülső helyzetében az energiamérleg: $\frac{1}{2} \cdot D \cdot A^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot D \cdot y^2$</p>



Szabadrezgés, kényszerrezgés. Rezonancia	Ismerje a szabadrezgés, a kényszerrezgés jelenségét. Ismerje a rezonancia jelenségét, tudja mindennapi példákon keresztül megmagyarázni káros, illetve hasznos voltát.	
Matematikai inga. Lengésidő	Tudjon periódusidőt mérni.	Fonálinga lengésideje: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$.
1.3.4.3. Mechanikai hullámok	Ismerje a mechanikai hullám fogalmát, fajtáit, tudjon példákat mondani a mindennapi életből.	
Longitudinális, transzverzális hullám		
Hullámhossz, terjedési sebesség, frekvencia	Ismerje a hullámmozgást leíró fizikai mennyiségeket.	$c = \lambda \cdot f$, ahol c a hullám terjedési sebessége, λ a hullámhossza, f a frekvenciája.
Visszaverődés, törés jelensége	Tudja leírni a hullámjelenségeket, tudjon példákat mondani a mindennapi életből.	
Beesési, visszaverődési, törési szög, törésmutató		<p>Az egyes szögeket mindig a beesési merőlegetől mérjük! A frekvencia közegváltásnál nem változik!</p> <p>A 2. közeg 1. közegre vonatkoztatott törésmutatója:</p> $n_{2,1} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta},$ <p>ahol c_1, illetve c_2 a hullám terjedési sebessége az egyes közegekben, α az 1. közegben lévő beesési szög, β pedig a 2. közegbeli törési szög. Az értelméből következően $n_{2,1} = \frac{1}{n_{1,2}}$.</p>



Polarizáció. Interferencia. Elhajlás. Állóhullám		
Hangforrás, hanghullámok. Hangerősség, hangmagasság, hangszín	A hangtani alapfogalmakat tudja összekapcsolni a hullámmozgást leíró fizikai mennyiségekkel.	
1.4. Munka, energia		
Munkavégzés, munka, teljesítmény	Definiálja a munkát és a teljesítményt, tudja kiszámítani állandó erőhatás esetén.	<p>Munka: $W = F_s \cdot s = F \cdot s_F$, ahol F_s az erő elmozdulás-irányú komponense, s_F pedig az erő irányába eső elmozdulás(-komponens).</p> <p>Teljesítmény: $P = \frac{W}{\Delta t}$, ahol Δt a munkavégzés időtartama. Ha Δt igen rövid, a pillanatnyi teljesítményt kaphatjuk:</p> $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta r}{\Delta t} = F \cdot v_{\text{pillanatnyi}}$
Gyorsítási munka, emelési munka, súrlódási munka	Ismerje a munka ábrázolását F - s diagramon.	<p>A testre ható erő munkájának számértéke megkapható, ha az erőt a test helyének függvényében ábrázoló grafikon alatti területet meghatározzuk. Gyorsítási munka v_0 kezdősebességről v_t sebességre történő felgyorsítás közben:</p> $W_{\text{gyorsítás}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_t^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2.$ <p>Emelési munka, homogén gravitációs mezőben, h magassággal feljebb történő emelés közben:</p> $W_{\text{emelési}} = m \cdot g \cdot h.$



		<p>Deformálatlan rugó Δl-lel történő megnyújtása érdekében végzett munka:</p> $W_{\text{rugalmas}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot (\Delta l)^2.$ <p>Súrlódási erő munkája:</p> $W_{\text{súrlódási}} = -F_s \cdot s = -\mu \cdot F_{\text{ny}} \cdot s.$
Energia, energia-változás		
Mechanikai energia. Mozgási energia, rugalmassági energia, helyzeti energia	Tudja megkülönböztetni a különféle mechanikai energiafajtákat, tudjon azokkal folyamatokat leírni, jellemezni.	<p>Mozgási (kinetikus) energia:</p> $E_{\text{mozgási}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2.$ <p>Helyzeti (magassági) energia a nullszinttől mért h magasságban:</p> $E_{\text{helyzeti}} = m \cdot g \cdot h.$ <p>Egy Δl-lel deformált rugó rugalmas energiája:</p> $E_{\text{rugalmas}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot (\Delta l)^2.$
Energia-megmaradás törvénye	Tudja alkalmazni a mechanikai energiamegmaradás törvényét egyszerű feladatokban. Ismerje az energiagazdálkodás környezetvédelmi vonatkozásait.	<p>Energiamegmaradás törvénye: zárt rendszerben</p> $\Sigma E_{\text{mechanikai}} + \Sigma E_{\text{nem mechanikai}} = \text{állandó}.$
Teljesítmény. Hatásfok	Ismerje és alkalmazza egyszerű feladatokban a teljesítmény és a hatásfok fogalmát.	<p>Hatásfok: $\eta = \frac{W_{\text{hasznos}}}{W_{\text{befektetett}}} = \frac{P_{\text{hasznos}}}{P_{\text{befektetett}}}.$</p>
2. Termikus kölcsönhatások		
2.1. Állapotjelzők, termodinamikai egyensúly	Tudja, mit értünk állapotjelzőn, nevezze meg őket. Legyen tájékozott arról, milyen módszerekkel történik a hőmérséklet mérése.	



<p>Egyensúlyi állapot. Hőmérséklet, nyomás, térfogat. Belső energia. Anyagmennyiség, mól. Avogadro törvénye</p>	<p>Ismerjen különböző hőmérőfajtákat (mérési tartomány, pontosság). Ismerje a Celsius- és Kelvin-skálákat, és feladatokban tudja használni. Ismerje az Avogadro-törvényt. Értelmezze, hogy mikor van egy test környezetével termikus egyensúlyban.</p>	<p>Nyomás: $p = \frac{F}{A}$, ahol F a (felületen egyenletesen eloszló) nyomóerő, A a nyomott felület nagysága. Hőmérsékleti skálák kapcsolata: $T[\text{K}] = t[^\circ\text{C}] + 273$, de $\Delta T = \Delta t!$ N: részecskeszám; M: móltömeg; n: mólszám; N_A: Avogadro-szám; m: az anyaghalmaz tömege. Kapcsolatuk: $m = n \cdot M = \frac{N}{N_A} \cdot M$.</p>
<p>2.2. Hőtágulás</p>		
<p>Szilárd anyag lineáris, térfogati hőtágulása</p>	<p>Ismerje a hőmérséklet-változás hatására végbemenő alakváltozásokat, tudja indokolni csoportosításukat.</p>	
<p>Folyadékok hőtágulása</p>	<p>Legyen tájékozott gyakorlati szerepükről, tudja konkrét példákkal alátámasztani. Tudjon az egyes anyagok különböző hőtágulásának jelentőségéről, a jelenség szerepéről a természeti és technikai folyamatokban, tudja azokat konkrét példákkal alátámasztani. Mutassa be a hőtágulást egyszerű kísérletekkel.</p>	
<p>2.3. Állapotegyenletek (összefüggés a gázok állapotjelzői között)</p>		



Függelék

<p>Gay-Lussac I. és II. törvénye. Boyle-Mariotte törvénye. Egyesített gáztörvény. Ideális gáz. Izobár, izochor, izoterm állapotváltozás</p>	<p>Ismerje és alkalmazza egyszerű feladatokban a gáztörvényeket, tudja összekapcsolni a megfelelő állapotváltozással. Ismerje az állapotegyenletet. Tudjon értelmezni p-V diagramokat.</p>	<p>Gay-Lussac I. törvénye: ha $m =$ állandó és $p =$ állandó, akkor</p> $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ <p>Gay-Lussac II. törvénye: ha $m =$ állandó és $V =$ állandó, akkor</p> $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ <p>Boyle és Mariotte törvénye: ha $m =$ állandó és $T =$ állandó, akkor</p> $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ <p>Egyesített gáztörvény: ha $m =$ állandó, akkor</p> $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ <p>(Ha m is változik: $\frac{p_1 \cdot V_1}{m_1 \cdot T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{m_2 \cdot T_2}$)</p>
<p>Állapotegyenlet</p>		<p>Ideális gáz állapotegyenlete:</p> $p \cdot V = N \cdot k \cdot T = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$ <p>ahol $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$ a Boltzmann-állandó, $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$ az egyetemes gázállandó.</p>
<p>2.4. Az ideális gáz kinetikus modellje</p>		
<p>Hőmozgás</p>	<p>Ismerje, mit jelent a gáznyomás, a hőmérséklet a kinetikus gázelmélet alapján. Ismerjen a hőmozgást bizonyító jelenségeket (pl. Brown-mozgás, diffúzió).</p>	



2.5. Energia-megmaradás hőtani folyamatokban		
2.5.1. Termikus, mechanikai kölcsönhatás		
Hőmennyiség, munkavégzés	Értelmezze a térfogati munkavégzést és a hőmennyiség fogalmát. Ismerje a térfogati munkavégzés grafikus megjelenítését p - V diagramon.	Állandó nyomáson: $W_{\text{gáz}} = p \cdot \Delta V = p \cdot (V_{\text{végső}} - V_{\text{kezdeti}}) = -W_{\text{környezet}}$ A munka számértéke megegyezik a gáz folyamatát ábrázoló nyomás-térfogat grafikon alatti terület számértékével. Hőmennyiség: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T,$ ahol $[c] = \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ az anyagi minőségre jellemző, adott folyamatra értelmezett fajhő, $[C] = \frac{\text{J}}{\text{K}}$ pedig egy anyaghalmazra jellemző, az adott folyamatra értelmezett hőkapacitás.
2.5.2. A termodinamika I. főtétele, zárt rendszer	Értelmezze az I. főtétele, alkalmazza speciális - izoterm, izochor, izobár, adiabatikus - állapotváltozásokra.	I. főtétele: $\Delta E_{\text{b}} = Q + W_{\text{környezet}}$ Izobár ($p = \text{áll.}$) folyamatra: $\Delta E_{\text{b}} = c_p \cdot m \cdot \Delta T - p \cdot \Delta V.$ Izochor ($V = \text{áll.}$) folyamatra: $\Delta E_{\text{b}} = Q = c_v \cdot m \cdot \Delta T, \text{ mert } W = 0.$ Izoterm ($T = \text{áll.}$) folyamatra: $W_{\text{gáz}} = Q, \text{ mert } \Delta E_{\text{b}} = 0.$ Adiabatikus folyamatra: $\Delta E_{\text{b}} = W_{\text{környezet}}, \text{ mert } Q = 0.$



Függelék

Belső energia		<p>Szabadsági fokszám: egyatomos („golyószerűként” modellezhető) gáz részecskéire nézve $f = 3$, kétatomos („súlyószerűen” modellezhető) gáz részecskéinél $f = 5$, többatomos (pl. „piramis-szerűen” modellezhető) gáz részecskéinek esetében $f = 6$.</p> <p>Átlagosan minden szabadsági fokra $\varepsilon_x = \frac{1}{2} \cdot k \cdot T$ energia jut (az energia egyenletes eloszlásának tétele, ekvipartíció).</p> <p>Ideális gáz belső energiája:</p> $E_b = \frac{f}{2} \cdot N \cdot k \cdot T = \frac{f}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot T.$ <p>Adott anyagi minőségű, állandó tömegű gáz belső energia-változása:</p> $\Delta E_b = \frac{f}{2} \cdot N \cdot k \cdot \Delta T = \frac{f}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot \Delta T.$
Adiabatikus állapotváltozás		<p>$Q = 0$, ami vagy hőszigetelt tartályban végbemenő, vagy nagyon gyors folyamat esetében lehetséges.</p>
2.6. Kalorimetria		
Fajhő, hőkapacitás. Gázok fajhői	<p>Ismerje a hőkapacitás, fajhő fogalmát, tudja kvalitatív módon megmagyarázni a kétféle fajhő különbözőségét gázoknál. Legyen képes egyszerű keverési feladatok megoldására.</p>	$\left. \begin{aligned} Q_V = \Delta E_b &= \frac{f}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \\ Q_p = \Delta E_b + W_{\text{gáz}} &= \frac{f+2}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \end{aligned} \right\} \Rightarrow$ <p>$c_p > c_V$, ahol $c_p = \frac{(f+2) \cdot R}{2 \cdot M}$ a gáz fajhője állandó nyomás, $c_V = \frac{f \cdot R}{2 \cdot M}$ pedig állandó térfogat mellett.</p>



<p>2.7. Halmazállapot-változások</p>	<p>Ismerje a különböző halmazállapotok tulajdonságait. Tudja, milyen energiaváltozással járnak a halmazállapot-változások, legyen képes egyszerű számításos feladatok elvégzésére.</p>	
<p>2.7.1. Olvadás, fagyás. Olvadáshő, olvadáspont</p>	<p>Értelmezze a fogalmakat.</p>	<p>Olvadáskor felvett hőmennyiség: $Q = L_o \cdot m$, ahol L_o az olvadáshő. Fagyáskor $Q_{\text{fagy.}} = -L_o \cdot m$ a leadott hőmennyiség.</p>
<p>2.7.2. Párolgás, lecsapódás. Párolgáshő. Forrás, forráspont, forráshő</p>	<p>Tudja, mely tényezők befolyásolják a párolgás sebességét. Ismerje a forrás jelenségét, a forráspontot befolyásoló tényezőket.</p>	<p>Forráskor felvett hőmennyiség: $Q = L_f \cdot m$, ahol L_f a forrásponthoz tartozó párolgási hő, az ún. forráshő. Lecsapódáskor: $Q_{\text{le}} = -L_p \cdot m$, ahol L_p az adott hőmérséklethez tartozó párolgási hő.</p>
<p>Szublimáció</p>		
<p>Telített és telítetlen gőz</p>		
<p>2.7.3. Jég, víz, gőz</p>		
<p>A víz különleges fizikai tulajdonságai</p>	<p>Értse a víz különleges tulajdonságainak jelentőségét, tudjon példákat mondani ezek következményeire (pl. az élet kialakulásában, fennmaradásában betöltött szerepe).</p>	
<p>A levegő páratartalma. Csapadékképződés</p>	<p>Ismerje a levegő relatív páratartalmát befolyásoló tényezőket. Kvalitatív módon ismerje az eső, a hó, a jégeső kialakulásának legfontosabb okait.</p>	



	Értse, milyen változásokat okoz a felmelegedés, az üvegházhatás, a savas eső stb. a Földön.	
2.8.		
A termodinamika II. főtétele		
2.8.1.		
Hőfolyamatok iránya		
Reverzibilis, irreverzibilis folyamatok	Tudjon értelmezni mindennapi jelenségeket a II. főtétel alapján.	
2.8.2.		
Hőerőgépek. Hatásfok	Legyen tisztában a hőerőgépek hatásfokának fogalmával és korlátaival.	Hőerőgép munkája: $W_{\text{hasznos}} = Q_{\text{fel}} - Q_{\text{le}}$ Hőerőgép hatásfoka: $\eta = \frac{W_{\text{hasznos}}}{Q_{\text{felvett}}}$
3.		
Elektromos és mágneses kölcsönhatás		
3.1.		
Elektromos mező		
3.1.1.		
Elektrosztatikai alapjelenségek. Kétféle elektromos töltés		
Vezetők és szigetelők		
Elektroszkóp		
Elektromos megosztás		



Coulomb-törvény		<p>Pontszerű Q és q töltések között fellépő erő:</p> $F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} = k \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2},$ <p>ahol $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$, r a két töltés közötti távolság. A vákuum dielektromos állandója $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$.</p>
A töltésmegmaradás törvénye		
<p>3.1.2. Az elektromos mező jellemzése. Térerősség. Erővonalak, fluxus</p>		<p>Térerősség: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$, ahol F a q pontszerű töltésre ható erő. A térerősségvektor iránya a pozitív töltésre ható erő irányával megegyező. Fluxus: $\Psi = E \cdot A$, ahol Ψ az erővonalakra merőlegesen felvett A felületet dőfő erővonalak száma.</p>
Feszültség		<p>Az A és B pont közti feszültség:</p> $U_{AB} = \frac{W_{\text{mező}, A \rightarrow B}}{q},$ <p>ahol $W_{\text{mező}, A \rightarrow B}$ a mezőnek a q töltés A-ból B-be kerülése közben végzett munkája.</p>
Homogén mező	Tudja, hogy az elektromos mező által végzett munka független az úttól.	<p>Homogén mezőben a térerősség és a feszültség közötti összefüggés:</p> $U_{AB} = E \cdot d_{AB\parallel},$ <p>ahol $d_{AB\parallel}$ az A és B pontok erővonalakkal párhuzamosan mért távolsága.</p>
<p>3.1.3. Töltések mozgása elektromos mezőben</p>		<p>U_{AB} feszültség befutása során $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = q \cdot U_{AB}$ mozgási energiára tesz szert a nyugalomból induló, q töltésű, m tömegű részecske. 1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J.</p>



<p>3.1.4. Töltés, térerősség a vezetőkön</p>		
<p>Töltések elhelyezkedése vezetőkön. Térerősség a vezetők belsejében és felületén. Csúcs hatás. Az elektromos mező árnyékolása. Földelés</p>		
<p>3.1.5. Kondenzátorok. Kapacitás. Síkkondenzátor</p>	<p>Ismerje a kondenzátor és a kapacitás fogalmát. Tudjon példát mondani a kondenzátor gyakorlati alkalmazására.</p>	<p>Kapacitás: $C = \frac{Q}{U}$, ahol (kondenzátor esetében) Q az egyik fegyverzet töltése, U a fegyverzetek közötti feszültség.</p> <p>Vákuum-szigetelésű síkkondenzátor kapacitása:</p> $C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d},$ <p>ahol A a szemben álló lemezfelületek területének nagysága, d a párhuzamos lemezek távolsága.</p>
<p>Feltöltött kondenzátor energiája</p>	<p>Ismerje a kondenzátor energiáját.</p>	<p>Kondenzátor energiája:</p> $W_{\text{energia, kondenzátor}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 =$ $= \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U$
<p>3.2. Egyenáram</p>		
<p>3.2.1. Elektromos áramerősség. Feszültségforrás, áramforrás</p>	<p>Értse az elektromos áram létrejöttének feltételeit, ismerje az áramkör részeit, tudjon egyszerű áramkört összeállítani.</p>	<p>Áramerősség: $I = \frac{Q}{\Delta t}$, ahol Q a vezető egy kiszemelt keresztmetszetén Δt idő alatt áthaladó töltésmennyiség.</p>



<p>Áramerősség- és feszültségmérő műszerek</p>	<p>Ismerje az áramerősség- és feszültségmérő eszközök használatát.</p>	
<p>3.2.2. Ohm törvénye. Ellenállás</p>	<p>Értse az Ohm-törvényt vezető szakaszra és ennek következményeit, tudja alkalmazni egyszerű feladat megoldására, kísérlet, illetve ábra elemzésére.</p>	<p>Ohm törvénye vezetőszakaszra: $R_{AB} = \frac{U_{AB}}{I}$, ahol R_{AB} a vezetőszakasz ellenállása, U_{AB} a vezetőszakasz végpontjai közötti feszültség, I a vezetőn átfolyó áram erőssége.</p>
<p>Vezetők ellenállása, fajlagos ellenállás. Változtatható ellenállás</p>		<p>Vezető ellenállása: $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$, ahol l a vezető hossza, A a keresztmetszete, ρ pedig a fajlagos ellenállás.</p>
<p>Fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolása. Az eredő ellenállás</p>	<p>Ismerje a soros és a párhuzamos kapcsolásra vonatkozó összefüggéseket, és alkalmazza ezeket egyszerű áramkörökre.</p>	<p>Soros kapcsolás: Az eredő ellenállás: $R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$. Az áramerősség a kör minden pontjában ugyanakkora. Az egyes, sorosan kapcsolt fogyasztókra eső feszültségekre nézve: $U_1 : U_2 : \dots : U_n = R_1 : R_2 : \dots : R_n$. Párhuzamos kapcsolás: Az eredő ellenállás: $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$. A feszültség valamennyi párhuzamosan kapcsolt fogyasztón ugyanakkora. Az egyes, párhuzamosan kapcsolt fogyasztókon átfolyó áramok erősségére nézve: $I_1 : I_2 : \dots : I_n = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \dots : \frac{1}{R_n}$.</p>
<p>3.2.3. Félvezetők</p>	<p>Ismerje a félvezető fogalmát, tulajdonságait.</p>	



Félvezető eszközök	Tudjon megnevezni félvezető kristályokat. Tudja megfogalmazni a félvezetők alkalmazásának jelentőségét a technika fejlődésében, tudjon példákat mondani a félvezetők gyakorlati alkalmazására (pl. dióda, tranzisztor, memóriachip).	
3.2.4. Az egyenáram hatásai, munkája és teljesítménye	Ismerje az elektromos áram hatásait és alkalmazásukat az elektromos eszközökben. Alkalmazza egyszerű feladatok megoldására az elektromos eszközök teljesítményével és energiafogyasztásával kapcsolatos ismereteit.	<p>Az elektromos mező munkája az áramkörben:</p> $W = U \cdot I \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t.$ <p>Teljesítmény: $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R.$</p>
Hő-, mágneses, vegyi hatás	Ismerje az áram élettani hatásait, a baleset-megelőzési és érintésvédelmi szabályokat.	
Galvánelemek, akkumulátor	Ismerje a galvánelem és az akkumulátor fogalmát, és ezek környezetkárosító hatását.	
3.3. Az időben állandó mágneses mező		
3.3.1. Mágneses alapjelenségek. A dipólus fogalma. Mágnesezhetőség	Ismerje az analógiát és a különbséget a magneto- és az elektrosztatikai alapjelenségek között.	
A Föld mágneses mezeje. Iránytű	Ismerje a Föld mágneses mezejét és az iránytű használatát.	



<p>3.3.2. A mágneses mező jellemzése. Indukcióvektor</p>	<p>Ismerje a mágneses mező jellemzésére használt fogalmakat és definíciójukat, tudja kvalitatív módon jellemezni a különböző mágneses mezőket.</p>	<p>Mágneses indukcióvektor:</p> $B = \frac{M_{\max.}}{N_m \cdot I_m \cdot A_m},$ <p>ahol M_{\max} a mező által az adott pontban elhelyezett, N_m menetszámú, A_m területű, I_m erősségű árammal átjárt mérőtekercsre (magnetométerre) kifejtett maximális forgatónyomaték.</p>
<p>Indukcióvonalak, indukciófluxus</p>		<p>Mágneses indukciófluxus: $\Phi = B \cdot A$, ahol Φ az indukcióvonalakra merőlegesen felvett A felületet dőfő indukcióvonalak száma.</p>
<p>3.3.3. Az áram mágneses mezeje.</p>		
<p>Egyenes tekercs mágneses mezeje.</p>		<p>Légmagos, N menetszámú, I erősségű árammal átjárt, l hosszúságú egyenes tekercs (szolenoid) belsejében az indukció: $B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$,</p> <p>ahol $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$, a vákuum permeabilitása.</p>
<p>Homogén mágneses mező</p>		
<p>Elektromágnes, vasmag</p>	<p>Ismerje az elektromágnes néhány gyakorlati alkalmazását, a vasmag szerepét hangszóró, csengő, műszerek, relé stb.).</p>	
<p>3.3.4. Mágneses erőhatások</p>		



<p>A mágneses mező erőhatása áramjárta vezetőre</p>	<p>Ismerje a mágneses mező erőhatását áramjárta vezetőre nagyság és irány szerint speciális esetben.</p>	<p>I erősségű árammal átjárt, az indukcióvonalakra merőlegesen elhelyezkedő áramvezető l hosszúságú szakaszára a B indukciójú mágneses mezőben $F = B \cdot I \cdot l$ nagyságú, a jobbkéz-szabálynak megfelelő irányú erő hat.</p>
<p>Lorentz-erő</p>	<p>Ismerje a Lorentz-erő fogalmát, hatását a mozgó töltésre, ismerje ennek néhány következményét.</p>	<p>B indukciójú mágneses mezőben az indukcióvonalakra merőleges síkban v sebességgel mozgó q pontszerű töltésre $F = B \cdot q \cdot v$ nagyságú, a jobbkéz-szabálynak megfelelő irányú ún. Lorentz-erő hat.</p> <p>A jobbkéz-szabály szerint a jobb kéz egymásra merőlegesen tartott első három ujjja a következő irányoknak feleltethető meg:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ hüvelykujj → a töltésmozgás (I, v) iránya ▶ mutatóujj → a B vektor iránya ▶ középső ujj → a pozitív töltésekre ható erő iránya
<p>3.4. Az időben változó mágneses mező</p>		
<p>3.4.1. Az indukció alapjelensége. Mozgási indukció. Nyugalmi indukció</p>	<p>Ismerje az indukció alapjelenségét, és tudja, hogy a mágneses mező mindenmű megváltozása elektromos mezőt hoz létre.</p>	<p>Mozgási indukció: B indukciójú homogén mágneses mezőben az önmagára merőleges irányú sebességgel mozgatott, l hosszúságú egyenes vezetőben indukálódott feszültség, amennyiben sebességének az indukcióvonalakra merőleges komponense v_{\perp}:</p> $U_i = B \cdot l \cdot v_{\perp}.$



		<p>Nyugalmi indukció:</p> $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ <p>fluxus-változási sebességgel változó mágneses mezőt N-szer körülhurkoló vezető nyitott végei között fel-lépő indukált feszültség nagysága:</p> $U_i = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$
Lenz törvénye	Ismerje Lenz törvényét és tudjon egyszerű kísérleteket és jelenségeket a törvény alapján értelmezni.	
Önindukció	Ismerje az önindukció szerepét az áram ki- és bekapcsolásánál.	<p>$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ változási gyorsaságú árammal átjárt vezető mágneses mezejének változása miatt olyan elektromos mező indukálódik, mely igyekszik a vezetőben végbemenő áramváltozást gátolni:</p> $U_{\text{öi}} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t},$ <p>ahol L a vezetőre jellemző önindukciós együttható.</p>
Tekercs mágneses energiája	Ismerje a tekercs mágneses energiáját.	$W_{\text{energia, tekercs}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$
3.4.2. A váltakozó áram		
A váltakozó áram fogalma	Ismerje a váltakozó áram előállításának módját, a váltakozó áram tulajdonságait, hatásait, és hasonlítsa össze az egyenáraméval.	<p>Színuszosan váltakozó feszültség U_t pillanatnyi értéke:</p> $U_t = U_{\text{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t),$ <p>ahol U_{max} a csúcserték, ω a váltakozó feszültség körfrekvenciája ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$).</p>
Generátor, motor, dinamó	Ismerje a generátor, a motor és a dinamó működési elvét.	



Függelék

<p>Pillanatnyi, maximális és effektív feszültség és áramerősség</p>	<p>Ismerje az effektív feszültség és áramerősség jelentését. Ismerje a hálózati áram alkalmazásával kapcsolatos gyakorlati tudnivalókat. Ismerje, hogy a tekercs és a kondenzátor eltérő módon viselkedik egyenárammal és váltakozó árammal szemben.</p>	<p>Effektív feszültség szinuszosan változó feszültség esetén: $U_{\text{eff.}} = \frac{U_{\text{max.}}}{\sqrt{2}}$. (Hasonlóan az áram effektív értéke $I_{\text{eff.}} = \frac{I_{\text{max.}}}{\sqrt{2}}$.)</p>
<p>3.4.3. A váltakozó áram teljesítménye és munkája</p>	<p>Fáziseltérés nélküli esetben ismerje az átlagos teljesítmény és a munka kiszámítását.</p>	<p>Effektív teljesítmény, illetve munka: $P_{\text{eff.}} = U_{\text{eff.}} \cdot I_{\text{eff.}} = I_{\text{eff.}}^2 \cdot R = \frac{U_{\text{eff.}}^2}{R}$ és $W_{\text{eff.}} = P_{\text{eff.}} \cdot t$.</p>
<p>Transzformátor.</p>	<p>Ismerje a transzformátor felépítését, működési elvét és szerepét az energia szállításában. Tudjon egyszerű feladatokat megoldani a transzformátorral kapcsolatban.</p>	<p>Terheletlen transzformátor esetében a feszültségek a menetszámok arányában alakulnak: $\frac{U_{\text{primer}}}{U_{\text{szekunder}}} = \frac{N_{\text{primer}}}{N_{\text{szekunder}}}$ Terhelt transzformátornál közelítőleg 100 %-os hatásfokot feltételezve: $P_{\text{primer}} \approx P_{\text{szekunder}} \Rightarrow U_{\text{primer}} \cdot I_{\text{primer}} = U_{\text{szekunder}} \cdot I_{\text{szekunder}}$ $\Rightarrow \frac{I_{\text{primer}}}{I_{\text{szekunder}}} = \frac{N_{\text{szekunder}}}{N_{\text{primer}}}$</p>
<p>3.5. Elektromágneses hullámok</p>		
<p>3.5.1. Az elektromágneses hullám fogalma</p>	<p>Ismerje a mechanikai és az elektromágneses hullámok azonos és eltérő viselkedését.</p>	
<p>Terjedési sebessége vákuumban</p>		<p>$c_{\text{vákuum}} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p>



<p>Az elektromágneses hullámok spektruma: rádióhullámok, infravörös sugarak, fény, ultraibolya, röntgen- és gamma-sugarak</p>	<p>Ismerje az elektromágneses spektrumot, tudja az elektromágneses hullámok terjedési tulajdonságait kvalitatív módon leírni. Ismerje a különböző elektromágneses hullámok alkalmazását és biológiai hatásait.</p>	
<p>Párhuzamos rezgőkör. Rezonancia. Antenna, szabad elektromágneses hullámok</p>	<p>Tudja, miből áll egy rezgőkör, és milyen energiaátalakulás megy végbe benne.</p>	
<p>3.6. A fény mint elektromágneses hullám</p>		
<p>3.6.1. Terjedési tulajdonságok. Fényforrás. Fénynyaláb, fénysugár</p>	<p>Tudja, hogy a fény elektromágneses hullám, ismerje ennek következményeit. Ismerje a fény terjedési tulajdonságait, tudja tapasztalati és kísérleti bizonyítékokkal alátámasztani.</p>	
<p>Fénysebesség</p>	<p>Tudja, hogy a fénysebesség határsebesség.</p>	
<p>3.6.2. Hullámjelenségek</p>		
<p>A visszaverődés és a törés törvényei, a Snellius-Descartes törvény. Prizma. Teljes visszaverődés, határszög (száloptika). Abszolút és relatív törésmutató</p>	<p>Tudja alkalmazni a hullámtani törvényeket egyszerűbb feladatokban. Ismerje fel a jelenségeket, legyen tisztában létrejöttük feltételeivel, és értse az ezzel kapcsolatos természeti jelenségeket és technikai eszközöket. Tudja egyszerű kísérletekkel szemléltetni a jelenségeket.</p>	<p>Visszaverődésre: $\alpha = \alpha'$ Törésre (Snellius-Descartes törvény): $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = n_{2,1}.$ Az összefüggésekben szereplő szimbólumok jelentése: α: beesési szög α': visszaverődési szög β: törési szög</p>



c_1, c_2 : a fény terjedési sebessége az egyes közegekben

$n_{2,1}$: amelyik közegbe lép a fény, annak az előző közegre vonatkoztatott relatív törésmutatója. Az értelmezésből következően $n_{2,1} = \frac{1}{n_{1,2}}$.

Abszolút törésmutató:

$$n_{\text{anyag}} \equiv n_{\text{anyag, vákuum}} = \frac{c_{\text{vákuum}}}{c_{\text{anyag}}}.$$

Relatív törésmutató az abszolút törésmutatókkal kifejezve:

$$n_{A,B} = \frac{c_B}{c_A} = \frac{n_B}{\frac{c_0}{n_A}} = \frac{n_A}{n_B}.$$

A határfelületre merőlegesen (0° -os beesési szögben) érkező fénysugár nem törik meg.

Az optikailag sűrűbb közeg felől optikailag ritkább közeg felé terjedő fény teljes visszaverődést szenvedhet, amennyiben a közeghatárt az ún. határszögnél nagyobb, illetve azzal egyenlő szögben éri el. A teljes visszaverődés határszöge az a szög, melyhez 90° -os törési szög tartozik:

$$\sin \alpha_H = \frac{c_{\text{sűrűbb}}}{c_{\text{ritkább}}} = n_{r,s} = \frac{1}{n_{s,r}}.$$

Diszperzió. Színképek
Ismerje a színszóródás jelenségét prizmán.

Homogén és összetett színek
Legyen ismerete a homogén és összetett színekről.

Fényinterferencia. Fénypolarizáció, polárszűrő. Lézerfény
Ismerje az interferenciát és a polarizációt, és ismerje fel ezeket egyszerű jelenségekben. Értse a fény transzverzális jellegét.



<p>3.6.3. A geometriai fénytani leképezés</p>		
<p>Az optikai kép fogalma (valódi, látszólagos). Síktükör. Lapos gömbtükrök (homorú, domború). Vékony lencsék (gyűjtő, szóró). Fókusz távolság, dioptria</p>	<p>Ismerje a képalkotás fogalmát sík- és gömbtükrök, valamint lencsék esetén. Alkalmazza egyszerű feladatok megoldására a leképezési törvényt, tudjon képszerkesztést végezni tükrökre, lencsékre a nevezetes sugármenetek segítségével. Ismerje, hogy a lencse gyűjtő és szóró mivolta adott közegben a lencse alakjától függ.</p>	<p>Kis nyílásszögű gömbtükör fókusz távolsága: $f = \frac{R}{2}$, ahol R a tükör görbületi sugara. Dioptria: $D = \frac{1}{f}$ [D] = $\frac{1}{m}$ Gyűjtő (homorú) tükör esetében $f, R, D > 0$, domború (szóró) tükör esetében $f, R, D < 0$. Gyűjtőlencse fókusz távolsága és dioptriája szintén pozitív, szórólencsénél f és D negatív értékek.</p>
<p>Leképezési törvény. Nagyítás</p>	<p>Tudjon egyszerűbb méréseket elvégezni a leképezési törvénnyel kapcsolatban. (Pl. tükör, illetve lencse fókusz távolságának meghatározása.)</p>	<p>Leképezési törvény: $\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k}$ahol f gyűjtő tükör és lencse esetén pozitív, szóró tükör és lencse esetén negatív; a t tárgy távolság pozitív, a k képtávolság valódi kép esetében pozitív, látszólagos kép esetén negatív érték. Nagyítás: $N = \frac{K}{T} = \frac{k}{t}$, ahol K a kép, T pedig a tárgy nagysága. N és K negatív, ha virtuális a kép, valódi kép esetén pozitív értékek.</p>
<p>Egyszerű nagyító. Fényképezőgép, vetítő, mikroszkóp, távcső</p>	<p>Ismerje a tükrök, lencsék, optikai eszközök gyakorlati alkalmazását, az egyszerűbb eszközök működési elvét.</p>	
<p>3.6.4. A szem és a látás</p>		



Rövidlátás, távollátás. Szemüveg	Ismerje a szem fizikai működésével és védelmével kapcsolatos tudnivalókat, a rövidlátás és a távollátás lényegét, a szemüveg használatát, a dioptria fogalmát.	
4. Atomfizika, magfizika, nukleáris kölcsönhatás		
4.1. Az anyag szerkezete		
Atom. Molekula. Ion. Elem. Avogadro-szám, relatív atomtömeg, atomi tömegegység	Tudja meghatározni az atom, molekula, ion és elem fogalmát. Tudjon példákat mondani az ezek létezését bizonyító fizikai-kémiai jelenségekre. Ismerje az Avogadro-számot, a relatív atomtömeg és az atomi tömegegység fogalmát, ezek kapcsolatát.	Avogadro-szám: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$ N : részecskeszám; M : moláris tömeg; n : mólszám; N_A : Avogadro-szám; m : az anyaghalmaz tömege. Kapcsolatuk: $m = n \cdot M = \frac{N}{N_A} \cdot M$.
4.2. Az atom szerkezete		
Elektron. Elemi töltés	Ismerje az elektron tömegének és töltésének meghatározására vonatkozó kísérletek alapelvét.	
	Tudja értelmezni az elektromosság atomos természetét az elektrolízis törvényei alapján.	<i>Faraday-törvény: ha egy elektroliton keresztül t ideig I erősségű áram folyik át, akkor az elektródákon kiváló, Z vegyértékű ionok anyagmennyisége:</i> $n = \frac{I \cdot t}{96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} \cdot Z}$



<p>Elektronburok. Rutherford-féle atommodell. Atommag</p>	<p>Tudja ismertetni Rutherford atommodelljét, szórási kísérletének eredményeit. Ismerje az atommag és az elektronburok térfogati arányának nagyságrendjét.</p>	
<p>4.2.1. A kvantumfizika elemei</p>		
<p>Planck-formula</p>	<p>Ismerje Planck alapvetően új gondolatát az energia kvantáltságáról. Ismerje a Planck-formulát.</p>	<p>$\varepsilon = h \cdot f$ ($h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J·s, a Planck-állandó)</p>
<p>Foton (energiakvantum). Fényelektromos jelenség</p>	<p>Tudja megfogalmazni az einsteini felismerést a fény-sugárzás energiájának kvantumosságáról. Ismerje a foton jellemzőit.</p>	<p>Foton energiája: $\varepsilon = h \cdot f$, ahol f a fény frekvenciája, h a Planck-állandó.</p>
<p>Kilépési munka</p>		<p>A fotoeffektust okozó fény minimális (határ-) frekvenciáját a kilépési munka szabja meg: $h \cdot f_{\text{határ}} = W_{\text{ki}}$</p>
<p>Fotocella (fényelem)</p>	<p>Tudja értelmezni a fotoeffektus jelenségét. Tudja ismertetni a fotocella működési elvét, tudjon példát mondani gyakorlati alkalmazására.</p>	<p>A fotoeffektus energiamérlege a határfrekvenciát meghaladó frekvenciájú besugárzás esetén (Einstein fotoelektromos egyenlete): $\varepsilon_{\text{foton}} = W_{\text{ki}} + E_{\text{mozgási, elektron}}$ $h \cdot f = W_{\text{ki}} + \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2$ Itt W_{ki} a kilépési munka, m_e az elektron tömege, v a fémből kiváltott elektronok (maximális) sebessége.</p>



<p>Vonalas színekép. Bohr-féle atommodell. Energia-szintek. Bohr-posztulátumok. Alapállapot, gerjesztett állapot. Ionizációs energia</p>	<p>Ismerje a vonalas színekép keletkezését, tudja indokolni alkalmazhatóságát az anyagi minőség meghatározására.</p> <p>Tudja megmagyarázni a Bohr-modell újszerűségét Rutherford modelljéhez képest. Ismerje az alap- és a gerjesztett állapot, valamint az ionizációs energia fogalmát.</p>	<p>A H-atombeli elektron alapállapotú energiája: $E_1 = -2,2 \text{ aJ}$.</p> <p>A gerjesztett állapotok energiái:</p> $E_n = \frac{E_1}{n^2},$ <p>ahol n a főkvantumszám.</p> <p>Az alapállapotú H-atom mérete (az alapállapotban lévő elektron pályasugara):</p> $r_1 = 0,052 \text{ nm}$ <p>A gerjesztett állapotoknak megfelelő pályasugarak:</p> $r_n = n^2 \cdot r_1,$ <p>ahol n a főkvantumszám.</p> <p>Ha egy elektron az n-edik pályáról az m-edikre ugrik, akkor az elnyelt vagy kibocsátott foton energiája:</p> $h \cdot f = E_m - E_n $
<p>4.2.2. Részecske- és hullámtermészet</p>		
<p>A fény mint részecske</p>	<p>Tudja megfogalmazni a fény kettős természetének jelentését.</p>	
<p>Tömeg-energia ekvivalencia. Az elektron hullámtermészete</p>	<p>Ismerje a tömeg-energia ekvivalenciáját kifejező einsteini egyenletet. Ismerje az elektron hullámtermészetét.</p>	<p>$E = m \cdot c^2$, ahol c a vákuumbeli fénysebesség.</p> <p><i>Az anyagdarabkákra komplementer módon használható a golyó- és a hullám-modell is. A golyószerűen elképzelt I lendületű részecske $\lambda = \frac{h}{I}$ hullámhosszú hullámként is modellezhető (de Broglie törvénye).</i></p>
<p>4.2.3. Az elektronburok szerkezete</p>		



Fő- és mellékvantumszám. Pauli-féle kizárási elv	Ismerje a fő- és mellékvantumszám fogalmát, tudja, hogy az elektron állapotának teljes jellemzéséhez további adatok szükségesek.	Főkvantumszám: $n = 1, 2, 3, \dots$ Mellékvantumszám: $l = 0(s), 1(p), 2(d), 3(f), \dots, n-1$ (Létezik még mágneses és spinquantumszám is.)
Elektronhéj	Tudja meghatározni az elektronhéj fogalmát. Tudja megfogalmazni a Pauli-féle kizárási elvet.	
4.3. Az atommagban lejátszódo jelen- ségek		
4.3.1. Az atommag összetétele. Proton. Neutron. Nukleon. Rendszám. Tömegszám	Tudja felsorolni az atommagot alkotó részecskéket. Ismerje a proton és a neutron tömegének az elektron tömegéhez viszonyított nagyságrendjét. Tudja a proton és a neutron legfontosabb jellemzőit. Tudja megfogalmazni a neutron felfedezésének jelentőségét az atommag felépítésének megismerésében. Ismerje a nukleon, a rendszám és a tömegszám fogalmának meghatározását, tudja a közöttük fennálló összefüggéseket.	
Izotóp	Tudja meghatározni az izotóp fogalmát, tudjon példát mondani a természetben található stabil és instabil izotópokra.	
Erős (nukleáris) kölcsönhatás	Ismerje az erős (nukleáris) kölcsönhatás fogalmát, jellemzőit.	



Magerő	Tudja megmagyarázni a magerő fogalmát, természetét.	
Tömeghiány. Kötési energia	Tudja értelmezni a tömegdefektus keletkezését. Tudja értelmezni az atommag kötési energiáját a tömegdefektus alapján, ismerje nagyságrendjét.	<p>Tömegdefektus:</p> $\Delta m = M_{\text{mag, mért}} - M_{\text{mag, számított}}$ $\Delta m = M_{\text{mag, mért}} - [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n]$ <p>Itt m_p és m_n a proton, illetve a neutron tömege.</p> <p>Kötési energia: $E_{\text{kötési}} = \Delta m \cdot c^2$.</p>
4.3.2. Radioaktivitás		
Radioaktív bomlás	Tudja meghatározni a radioaktív bomlás fogalmát.	
α -, β -, γ -sugárzás.	Tudja jellemezni az α -, β -, γ -sugárzást. Tudja értelmezni a bomlás során átalakuló atommagok rendszám- és tömegszám-változását.	
Magreakció. Felezési idő. Bomlási törvény	Ismerje a magreakció, a felezési idő fogalmát, a bomlási törvényt.	<p>Bomlási törvény:</p> $N(t) = N(0) \cdot 2^{-\frac{t}{T}},$ <p>ahol $N(t)$ a t időpillanatban jelen lévő, még el nem bomlott atommagok száma, T a felezési idő.</p>
Aktivitás	Ismerje az aktivitás, a bomlási sor fogalmát, ábra alapján tudjon megadott bomlási sort ismertetni.	<p>Aktivitás: $A(t) = \frac{ \Delta N }{\Delta t} \quad (\Delta t \rightarrow 0)$,</p> <p>ahol ΔN a (felezési időhöz mérten pillanatszerűnek tekinthető) Δt idő alatt elbomló atommagok száma.</p> $A(t) = A(0) \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$
Mesterséges radioaktivitás	Ismerje a mesterséges radioaktivitás fogalmát.	
	Tudjon példákat mondani a radioaktív izotópok ipari, orvosi és tudományos alkalmazására.	



Sugárzásmérő detektorok		
4.3.3. Maghasadás. Hasadási reakció. Hasadási termék. Lassítás	Ismerje a maghasadás folyamatát, jellemzőit. Tudjon párhuzamot vonni a radioaktív bomlás és a maghasadás között. Ismerje a hasadási termék fogalmát.	
Láncreakció. Hasadási energia	Tudja ismertetni a láncreakció folyamatát, megvalósításának feltételeit. Ismerje a maghasadás során felszabaduló energia nagyságát és keletkezésének módját.	
Szabályozott láncreakció. Atomreaktor. Atomerőmű. Atomenergia	Tudja elmagyarázni a szabályozott láncreakció folyamatát, megvalósítását az atomreaktorban. Ismerje az atomerőmű és a hagyományos erőmű közötti különbség lényegét. Tudja megfogalmazni az atomenergia jelentőségét az energiatermelésben. Ismerje az atomerőművek előnyeit, tudjon reális értékelést adni a veszélyességükről.	
Szabályozatlan láncreakció. Atombomba	Ismerje a szabályozatlan láncreakció folyamatát, az atombomba működési elvét.	
4.3.4. Magfúzió	Tudja elmagyarázni a magfúzió folyamatát és értelmezni az energia-felszabadulást.	
A Nap energiája	Ismerje a Napban lejátszódó energiatermelő folyamatot.	
Hidrogénbomba	Ismerje a H-bomba működési elvét.	



4.4. Sugárvédelem	Ismerje a radioaktív sugárzás környezeti és biológiai hatásait.	
Sugárterhelés	Ismerje a sugárterhelés fogalmát.	
Háttérsugárzás	Tudja megfogalmazni a háttérsugárzás eredetét.	
Elnyelt sugárdózis	Tudja ismertetni a sugárzások elleni védelem szükségességét és módszereit.	
Dózisegyenérték	Ismerje az embert érő átlagos sugárterhelés összetételét. Ismerje az elnyelt sugárdózis fogalmát, mértékegységét, valamint a dózisegyenérték fogalmát, mértékegységét.	<p>Elnyelt dózis:</p> $D = \frac{E_{\text{elnyelt}}}{m} \quad [D] = \text{gray} .$ <p>Dózisegyenérték:</p> $H = Q \cdot D \quad [H] = \text{sievert} ,$ <p>ahol Q az adott sugárzás minőségi tényezője.</p>
5. Gravitáció, csillagászat		
5.1. A gravitációs mező		
Az általános tömegvonzás törvénye	Ismerje a gravitációs kölcsönhatásban a tömegek szerepét, az erő távolságfüggését, tudja értelmezni ennek általános érvényét.	<p>Pontszerű (ill. gömbszimmetrikus) testek között fellépő gravitációs erő:</p> $F = f \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} ,$ <p>ahol f a gravitációs állandó, r pedig az m_1 és m_2 tömegű testek (tömegközéppontja) közti távolság. Az erő vonzó jellegű.</p>



A bolygómozgás Kepler-törvényei	Értelmezze a Kepler-törvényeket a bolygómozgásokra és a Föld körül keringő műholdak mozgására.	$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$ ahol T_1 és T_2 a közös vonzócentrum (pl. Nap) körül a_1 , illetve a_2 fél-nagytengelyű ellipszis pályán keringő két bolygó keringési idejét jelöli. Körpályák esetében $a = R$.
Súly és súlytalanság	Értelmezze a súly és súlytalanság fogalmát.	
Nehézségi erő	Tudjon példát mondani a gravitációs gyorsulás mérési eljárásaira.	$F_{\text{neh.}} = m \cdot g$
Potenciális energia homogén gravitációs mezőben	Feladatokban tudja alkalmazni a homogén gravitációs mezőre vonatkozó összefüggéseket.	$E_{\text{pot.}} = m \cdot g \cdot h$ (homogén gravitációs mezőben)
Kozmikus sebességek	Tudja értelmezni a kozmikus sebességeket.	Az I. kozmikus sebesség (körsebesség): $v_I = \sqrt{\frac{f \cdot M}{R}}$, ahol M a bolygó tömege, R a sugara. A II. kozmikus sebesség (szökési sebesség): $v_{II} = \sqrt{\frac{2 \cdot f \cdot M}{R}} = \sqrt{2} \cdot v_I.$
5.2. Csillagászat		
Fényév	Ismerje a fényév távolságegységet.	
Vizsgálati módszerek, eszközök	Legyen ismerete az űrkutatás alapvető vizsgálati módszereiről és eszközeiről.	
Naprendszer	Legyen fogalma a Naprendszer méretéről, ismerje a bolygókat, a fő típusok jellegzetességeit, mozgásukat.	



Nap	Ismerje a Nap szerkezetének főbb részeit, anyagi összetételét, legfontosabb adatait.	
Hold. Üstökösök, meteoritok	Tudja jellemezni a Hold felszínét, anyagát, ismerje legfontosabb adatait. Ismerje a holdfázisokat, a nap- és holdfogyatkozásokat.	
A csillagok	Határozza meg a csillag fogalmát, tudjon megnevezni néhány csillagot. Jellemezze a csillagok Naphoz viszonyított méretét, tömegét.	
A Tejútrendszer, galaxisok	Ismerje a Tejútrendszer szerkezetét, méreteit, tudja, hogy a Tejútrendszer is egy galaxis. Ismerje a Tejútrendszeren belül a Naprendszer elhelyezkedését. Legyen tájékozott a galaxisok hozzávetőleges számát és távolságát illetően, legyen ismerete az Univerzum méreteiről.	
Az Ősrobbanás elmélete. A táguló Univerzum	Ismerje az Ősrobbanás-elmélet lényegét, az ebből adódó következtetéseket a Világegyetem korára és kiinduló állapotára vonatkozóan.	
6. Fizika- és kultúrtörténeti ismeretek		
6.1. A fizikatörténet fontosabb személyiségei		



<p>Arkhimédész, Kopernikusz, Kepler, Galilei, Newton, Huygens, Watt, Ohm, Joule, Ampere, Faraday, Jedlik Ányos, Eötvös Loránd, J. J. Thomson, Rutherford, Curie-család, Planck, Bohr, Einstein, Szilárd Leó, Teller Ede, Wigner Jenő</p>	<p>Tudja, hogy a felsorolt tudósok mikor (fél évszázad pontossággal) és hol éltek, tudja, melyek voltak legfontosabb, a tanultakhoz köthető eredményeik.</p>	<p>Arkhimédész (kb. Kr.e. 287-212), Kopernikusz (1473-1543), Kepler (1561-1630), Galilei (1564-1642), Newton (1642-1727), Huygens (1629-1695), Watt (1736-1819), Ohm (1787-1854), Joule (1818-1889), Ampere (1775-1836), Faraday (1791-1867), Jedlik Ányos (1800-1895), Eötvös Loránd (1848-1919), J. J. Thomson (1856-1940), Rutherford (1871-1937), Pierre Curie (1859-1906), Marie (Sklodowska) Curie (1867-1934), Planck (1858-1947), Bohr(1885-1962), Einstein (1879-1955), Szilárd Leó (1898-1964), Teller Ede (1908-2003), Wigner Jenő (1902-1995)</p>
<p>6.2. Felfedezések, találmányok, elméletek</p>		



Geo- és heliocentrikus világmép

„Égi és földi mechanika egyesítése”

Távcső, mikroszkóp, vetítő

A fény természetének problémája
Gőzgép és alkalmazásai

Dinamó, generátor, elektromotor

Az elektromágnesség egységes elmélete

Belső égésű motorok

Az elektron felfedezésének története

Radioaktivitás, az atomenergia alkalmazása

Röntgensugárzás
Kvantummechanika

Az űrhajózás történetének legfontosabb eredményei
Félvezetők

Tudja a felsoroltak keletkezésének idejét fél évszázad pontossággal, a XX. századtól évtized pontossággal.

Tudja a felsoroltak hatását, jelentőségét egy-két érveléssel alátámasztani, az elméletek lényegét néhány mondatban összefoglalni. Tudja a felsoroltakat a megfelelő nevekkel összekapcsolni. Legyen tisztában a geo- és heliocentrikus világmép szerepével a középkori gondolkodásban. Tudja, milyen szerepe volt a kísérlet és a mérés mint megismerési módszer megjelenésének az újkori fizika kialakulásában.

Tudja példákkal alátámasztani a newtoni fizika hatását a kor tudományos és filozófiai gondolkodására. Ismerje az optikai eszközök hatását az egyéb tudományok fejlődésében. Tudja érzékelteni néhány konkrét következmény felsorolásával az újabb és újabb energiatermelő, -átalakító technikák hatását az adott korszak gazdasági és társadalmi folyamataira (gőzgépek, az elektromos energia és szállíthatósága, atomenergia). Tudja felsorolni a klasszikus fizika és a kvantummechanika alapvető szemléletmódbeli eltéréseit.



Legyen tisztában a nukleáris fegyverek jelenlétének hatásával világunkban. Tudja alátámasztani a modern híradástechnikai, távközlési, számítástechnikai eszközöknek a mindennapi életre is gyakorolt hatását.