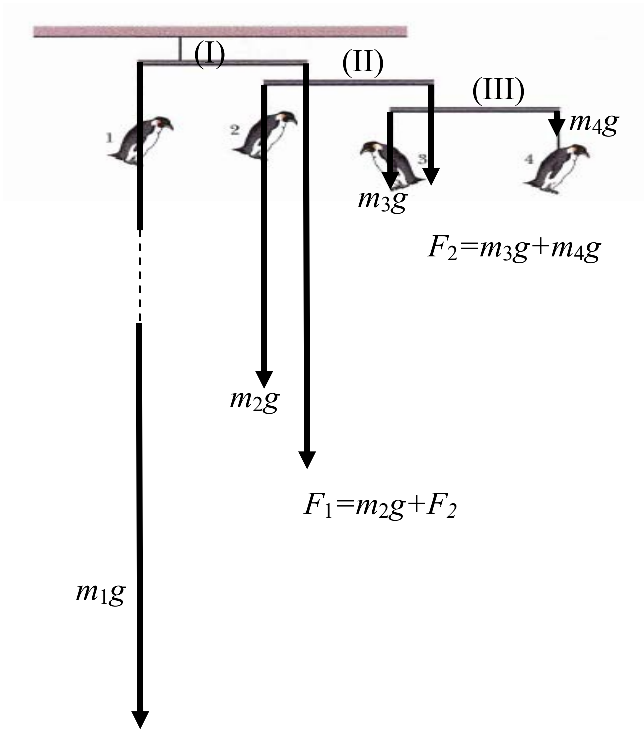
MEGOLDÁSOK

9. osztály

1. feladat Adatok: m_1= 4,8 kg, l_j/l_b=3

A megoldásban azt kell kihasználni, hogy minden rúdnak külön-külön egyensúlyban kell lenni.



A forgatónyomatékok egyenlőségét felhasználva:

Az (I) rúd egyensúlya:

$$m_1g\cdot l_b=F_1l_j \quad\rightarrow\quad F_1=\frac{l_b}{l_j}m_1g=\frac{m_1g}{3}$$

A (II) rúd egyensúlya:

$$m_2g\cdot l_b=F_2l_j \quad\rightarrow\quad F_2=\frac{l_b}{l_j}m_2g=\frac{m_2g}{3}$$

A (III) rúd egyensúlya:

$$m_3g\cdot l_b=m_4g\cdot l_j \quad\rightarrow\quad m_3=m_4\frac{l_j}{l_b}=3m_4$$

6 pont

A rúdra ható erők összege is nulla, valamennyi rúdra:

$F_2=m_3g+m_4g=4m_4g$,

$F_1=m_2g+F_2$

4 pont

A fentieket felhasználva:

$m_2g=3F_2=12m_4g \rightarrow m_2=12m_4$

$F_1=12m_4+F_2=16m_4g=\frac{m_1g}{3},\quad m_1=48m_4$ 4 pont

$m_4=\frac{4{,}8\,\text{kg}}{48}=\underline{0{,}1\,\text{kg}},\quad m_3=3m_4=\underline{0{,}3\,\text{kg}},\quad m_2=12m_4=\underline{1{,}2\,\text{kg}}.$ 3 pont

Ábra a berajzolt erőkkel: 3 pont

2. feladat: A kocsi 4 s alatt egyenletesen gyorsulva érte el a 10 m/s sebességet, tehát a kocsi gyorsulása: $a_{kocsi}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{10m/s}{4s}=2{,}5\frac{m}{s^2}$ 2 pont (1 pont)

1. megoldás: Az úthoz rögzített nyugvó koordináta-rendszerben:

A kocsi mozgását a súrlódási erő "közvetíti" a láda felé.

Tehát a láda $F=\mu\cdot F_{nyomó}=\mu\cdot m\cdot g$ erő hatása alatt mozog.

Vagyis a láda gyorsulása: $a_{láda}=\frac{F}{m}=\mu\cdot g=2$ m/s^2 4 pont (3 pont)

Álló koordinátarendszerből nézve a láda akkor áll meg, ha sebessége egyenlő lesz a kocsi sebességével.

A láda végső sebességére fennáll $v_{láda}=a_{láda}\cdot t$ = 10 m/s. 4 pont (3 pont)

Ebből a láda mozgásának ideje $t=\frac{v_{láva}}{a_{láda}}=\frac{10}{2}=5$ s. 2 pont (2 pont)

Így a láda által megtett út: $s_{láda} = \frac{a_{láda}}{2} \cdot t^2 = \frac{\mu \cdot g}{2} \cdot t^2 = \frac{0{,}2 \cdot 10}{2} \cdot 5^2 = 25$ m 2 pont (2 pont)

Eközben a kocsi által megtett út:

$s_{kocsi} = \frac{a_{kocsi}}{2} \cdot t^2 + v_{kocsi} \cdot (t - 4\,s) = \frac{2{,}5}{2} \cdot 4^2 + v_{kocsi} \cdot (5\,s - 4\,s) = 30$ m. 4 pont (3 pont)

Innen adódik, hogy a láda $s_{kocsi} - s_{láda} = 30$ m – 25 m = 5 m-nyit csúszott vissza.

2 pont (2 pont)

2. megoldás: A kocsihoz rögzített gyorsuló koordináta-rendszerben:

Koordináta rendszerünk a_{kocsi} gyorsulással mozog, így a láda $m \cdot a_{kocsi}$ tehetetlenségi erőt érzékel. A súrlódási erő ezzel ellentétes irányban hat, így a mozgásegyenlet ebben a koordináta rendszerben:

$m \cdot a'_{láda} = m \cdot a_{kocsi} - F_s = m \cdot a_{kocsi} - \mu \cdot m \cdot g$

Innen a láda gyorsulása: $a'_{láda} = a_{kocsi} - \mu \cdot g = 2{,}5 - 0{,}2 \cdot 10 = 0{,}5 \frac{m}{s^2}$ 5 pont

Így a láda által megtett út: $s'_{láda} = \frac{a'_{láda}}{2} \cdot t^2 = \frac{0{,}5}{2} \cdot 4^2 = 4$ m, 2 pont

és a láda sebessége a kocsihoz képest $v'_{láda} = a'_{láda} \cdot t = 0{,}5 \cdot 4$ m/s = 2 m/s. 3 pont

Utána a kocsi már inerciarendszer, és a láda a kocsihoz képest $\mu g = 2$ m/s^2 lassulással megáll.

3 pont

Eközben $\frac{v'_{láva}}{\mu g} = \frac{2}{2} = 1$ s idő telik el. 2 pont

Az újabb megtett út a kocsihoz képest $s''_{láda} = \frac{v'_{láda}}{2} \cdot t = \frac{2}{2} \cdot 1$ m = 1 m. 3 pont

Azaz a láda a kocsihoz képest összesen 5 **métert csúszik vissza**. 2 pont

c) Maradva a gyorsuló koordináta-rendszerben, annak a feltétele, hogy a doboz egyáltalán megcsússzon az, hogy a dobozra ható erő meghaladja a tapadási súrlódási erőt:

$m \cdot a_{kocsi} > \mu_0 \cdot F_{nyomo} = \mu_0 \cdot m \cdot g$

Azaz $a_{kocsi} > \mu_0 \cdot g$, ahonnan $\mu_0 < \frac{a_{kocsi}}{g} = \frac{2{,}5}{10} = 0{,}25$ (4 pont)

Tehát **ha a tapadási súrlódási együttható meghaladja a 0,25**-öt akkor a láda nem csúszik meg.

3. feladat: A végső állapottól haladjunk visszafelé lépésről lépésre.

A mozgást 3 részre oszthatjuk

1) Első 100 m során: A kocsi a gyerek által kifejtett állandó erő hatása alatt gyorsul
2) Éppen 100 m: A gyerek a kocsira ugrik. Impulzus átadás történik.
3) Utolsó 100 m során: A gyerek és a kocsi immár együtt- a végig jelen lévő súrlódás miatt - lassuló mozgást végez.

Ad 3) **Mekkora sebességgel indult neki a gyerek és a kocsi kettőse az utolsó 100m-nek?**

A munkatétel alapján a súrlódási erő munkája megegyezik a kinetikus energiaváltozással:
$\Delta E_{kin} = W_s$ azaz, ha *m* jelöli a gyerek, *M* pedig a kocsi tömegét és v_0 a keresett sebességet, akkor a munka tétel:

$$0-\frac{1}{2}\cdot(m+M)\cdot v_0{}^2=-\mu\cdot(m+M)\cdot g\cdot s$$

Ahonnan. $v_0=\sqrt{2\cdot\mu\cdot g\cdot s}=\sqrt{2\cdot 0{,}01\cdot 10\cdot 100}=\sqrt{20}\,\frac{m}{s}=4{,}47\,\frac{m}{s}$ 5 pont

Ad 2) **Mekkora volt a kocsi sebessége, mielőtt a gyerek a kocsira ugrott?**
Jelölje a gyerek ugrás előtti sebességét *v,* míg a kocsi sebességét *V*. A közös sebesség az előző pontban kiszámolt v_0.
Az impulzus megmaradás tételét használva az ugrás előtti és utáni impulzus megegyezik, azaz:
$m\cdot v+M\cdot V=(m+M)\cdot v_0$ 3 pont
A feladat szövege alapján tudjuk, hogy a gyerek 1 m/s sebesség többlettel rendelkezett a kocsihoz képest, azaz $v=V+1\frac{m}{s}$ 2 pont
Ezt behelyettesítve az impulzus megmaradás fenti kifejezésébe: $m\cdot(V+1)+M\cdot V=(m+M)\cdot v_0$

Ahonnan V kifejezhető: $V=v_0-\frac{m}{m+M}$

Tehát az ugrás előtti sebességek: $V=4{,}47-\frac{50}{50+100}=4{,}13\,\frac{m}{s}$ $\left(v=4{,}13\,\frac{m}{s}+1\,\frac{m}{s}=5{,}13\,\frac{m}{s}\right)$ 3 pont

Ad 1) **Mekkora erő szükséges ahhoz, hogy a gyerek a kocsit 100 m úton V=4,13 m/s sebességre gyorsítsa?**
Ismét a munka tételt használva:
$\Delta E_{kin}=W_{gyerek}-W_s$

Azaz $\frac{1}{2}\cdot M\cdot V^2=F\cdot s-\mu\cdot M\cdot g\cdot s$

Ahonnan az erő:
$$F=\frac{1}{s}\cdot\frac{1}{2}\cdot M\cdot V^2+\mu\cdot M\cdot g=\frac{1}{100}\cdot\frac{1}{2}\cdot 100\cdot(4{,}13)^2+0{,}01\cdot 100\cdot 10=18{,}56N$$
Tehát a gyerek **18, 56 N erőt fejtett ki** a kocsira. 7 pont

Az erő a mozgásegyenletből is megadható, mivel ismerjük a kocsi gyorsulását.

10. osztály
5. feladat:
Adatok: d =10 cm= 0,1 m, T = 0˚C=273 K, p =1 atm= 10^5 Pa, M = 4 g, g = 9,81 m/s^2

A hélium atom potenciális energia csökkenése:
$$\Delta E_{pot}=m_1gd=\frac{M}{N_A}gd=\frac{4\cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}}{6\cdot 10^{23}\text{ 1/mol}}9{,}81\,\text{m/s}^2\cdot 0{,}1\,\text{m}=\underline{6{,}54\cdot 10^{-27}\text{ J}}.$$ 8 pont
A hélium atom átlagos mozgási energiája:

$\overline{E_{kin}} = \frac{f}{2}kT = \frac{3}{2}1{,}38\cdot10^{-23}\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}273\,\mathrm{K} = \underline{5{,}65\cdot10^{-21}\,\mathrm{J}}$. 8 pont

A két energia aránya:

$\frac{\overline{E_{kin}}}{\Delta E_{pot}} = 8{,}64\cdot10^{5} \approx 10^{6}$ 4 pont

Megjegyzés: A potenciális energiaváltozás elhanyagolható a szokásos méretű edények esetén. Ezért használhatjuk azt a közelítést, hogy az edényen belül a nyomásállandó.

6. feladat: a) Az oxigén állapothatározói:

$V = 5\cdot10^{-2}\,m^3$

$p_0 = 1{,}5\cdot10^{7}\,Pa$

$T_0 = 15^{\circ}C = 288K$

$M_{oxigén} = 32\frac{g}{mol}$

Az egyetemes gáztörvény alapján:

$\frac{p\cdot V}{T} = n\cdot R = \frac{m}{M}R$

Innen a palackba töltött oxigéngáz tömege:

$m = \frac{p\cdot V\cdot M}{T\cdot R} = \frac{1{,}5\cdot10^{7}\cdot5\cdot10^{-2}\cdot32\cdot10^{-3}}{288\cdot8{,}314} = \underline{\underline{10{,}02\text{ kg}}}$. 3 pont

b) A laborban a nyomás és a hőmérséklet: $p_{lab} = 10^{5}\,Pa;\quad T_{lab} = 20^{\circ}C = 293K$

A palackba töltött oxigén gáz át fogja venni a labor hőmérsékletét, így először ki kell számoljuk mennyivel nő meg a gáz nyomása, ha 15°C-ról 20°C-ra nő a hőmérséklete.

$\frac{p_1}{T_{lab}} = \frac{p_0}{T_0}$

Ahonnan $p_1 = \frac{p_0\cdot T_{lab}}{T_0} = \frac{1{,}5\cdot10^{7}\cdot293}{288} = 1{,}526\cdot10^{7}\,Pa$ 3 pont

Naponta 2,5 kg gázt használnak el a laborban. Ahhoz, hogy a naponta bekövetkező nyomásváltozást kiszámítsuk, írjuk fel a gáztörvényt kéz egymás utáni napra:

$\frac{p_1\cdot V}{T_{lab}} = \frac{m_1}{M}R$

$\frac{p_2\cdot V}{T_{lab}} = \frac{m_2}{M}R$

Majd vonjuk ki a két összefüggést egymásból:

$\frac{\Delta p\cdot V}{T_{lab}} = \frac{\Delta m}{M}R$

Tehát $\Delta p = \frac{T_{lab}\cdot R\cdot\Delta m}{V\cdot M} = \frac{293\cdot8{,}314\cdot2{,}5}{5\cdot10^{-2}\cdot32\cdot10^{-3}} = 0{,}381\cdot10^{7}\,Pa$

Az oxigén gáz nyomása a palackban **naponta $3{,}81\cdot10^{6}$ Pa-lal csökken**. 6 pont

c) Ha csak a tömeget nézzük, azt mondanánk, hogy a 10 kg gáz pont 4 napra lesz elegendő. (ha a megoldás itt véget ér 2 pont)

De csak akkor tudjuk kinyerni a palackból az oxigén gázt, ha a palackban lévő nyomás meghaladja a légnyomást. 3 pont

Nézzük tehát, hogy csökken le a gáz nyomása egy-egy nap elteltével:

Kezdetben: $p_1 = 1{,}526 \cdot 10^7\, Pa$

1. nap vége: $1{,}45 \cdot 10^7\, Pa$

2. nap vége: $7{,}64 \cdot 10^6\, Pa$

3. nap vége: $3{,}83 \cdot 10^6\, Pa$

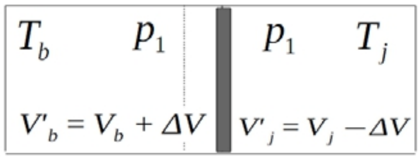
4. nap vége: $2 \cdot 10^4\, Pa < 10^5\, Pa$

Tehát **3 teljes napra elegendő** a gázmennyiség, a 4. napot már nem futja ki. 5 pont

Vagy kicsit elegánsabban: Addig nyerhetjük ki a gázt a palackból amíg: $p_1 - \Delta p \cdot n \geq p_{lab}$

Ahonnan $n < \dfrac{p_1 - p_{lab}}{\Delta p} = 3{,}98$

7. feladat: $V_b = 3l\,; V_j = 4l$; Normál állapot: $p_0 = 10^5\, Pa\,; T_0 = 273K$



A melegítés után a két oldal hőmérséklete:
$T_b = 303K$; $T_j = 293K$

A dugattyú szabadon elmozdulhat, így a nyomás a két oldalon megegyezik a melegítés után is: p_1 .

A melegítés hatására a baloldalra bezárt gázmennyiség térfogata ΔV -vel megnő: $V'_b = V_b + \Delta V$

Miközben a jobboldalra bezárt gáz térfogata ugyanennyivel csökken. $V'_j = V_j - \Delta V$

Írjuk fel a gáztörvényt mindkét oldalra:

Bal: $\dfrac{p_0 \cdot V_b}{T_0} = \dfrac{p_1 \cdot (V_b + \Delta V)}{T_b}$ Jobb: $\dfrac{p_0 \cdot V_j}{T_0} = \dfrac{p_1 \cdot (V_b - \Delta V)}{T_j}$ 10 pont

Kihasználva, hogy a kétoldali nyomások a melegítés után is megegyeznek:

$$\frac{V_b \cdot T_b}{V_b + \Delta V} = \frac{V_j \cdot T_j}{V_j - \Delta V}$$

Behelyettesítve: $$\frac{3 \cdot 303}{3 + \Delta V} = \frac{4 \cdot 293}{4 - \Delta V}$$

Ahonnan $\Delta V = 0{,}058\, l$. És így: $V'_b = 3{,}058\, l$ illetve $V'_j = 3{,}942\, l$ 6 pont

Az új közös nyomás pedig: $p_1 = \dfrac{p_0 \cdot V_b \cdot T_b}{T_0 \cdot V'_b} = \dfrac{10^5 \cdot 3 \cdot 303}{273 \cdot 3{,}058} = 1{,}08910^5\, Pa$ 4 pont

11. osztály

9. feladat: Adatok: $U = 6V$, $t = 1$ min $= 60$ s, $m = 5$ g, $L_o = 334$ kJ/kg

Feltételezzük, hogy az elektromos energia (munka) közel 100 %-a a jég megolvasztására fordítódik:

A jég olvadásához lényegesen több hő kell, mint néhány fokkal való felmelegítéséhez, így ez utóbbit elhanyagoljuk:

$Q = L_o m = 3,34 \cdot 10^5 \,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}} \cdot 5 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{kg} = 1,67\,\mathrm{k\,J},$ 4 pont

Elektromos munka:

$W = U \cdot I \cdot t\,.$ 3 pont

Ha a kettő közel egyenlő:

$W = U \cdot I \cdot t = L_o m \quad \rightarrow \quad I = \frac{L_o m}{U \cdot t} = \frac{1,67\,\mathrm{kJ}}{6\,\mathrm{V} \cdot 60\,\mathrm{s}} = \underline{4,63\,\mathrm{A}}\,.$ 7 pont

A jégmentesítő ellenállása:

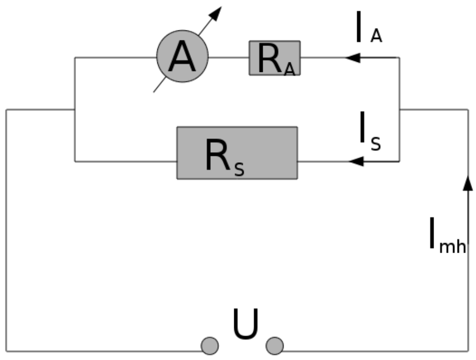
$R = \frac{U}{I} = \underline{1,29\,\Omega}.\,.$ 6 pont

10. feladat:

A méréshatárhoz tartozó áramerősség, az ampermérőre jutó áramerősség és a vele párhuzamosan kötött (sönt) ellenállásra eső áramerősség összege: $I_{mh} = I_A + I_S$

Tudjuk, hogy a sönt és a műszer ágában ugyanakkora a feszültség:

$U_S = U_A$, azaz $R_S \cdot I_S = R_A \cdot I_A$.



Innen: $I_S = \frac{R_A}{R_S} \cdot I_A$ 5 pont

Ezt behelyettesítve a méréshatárt megadó összefüggésbe: $I_{mh} = I_A \cdot \left(1 + \frac{R_A}{R_S}\right)$

A feladatban megadott adatok alapján:

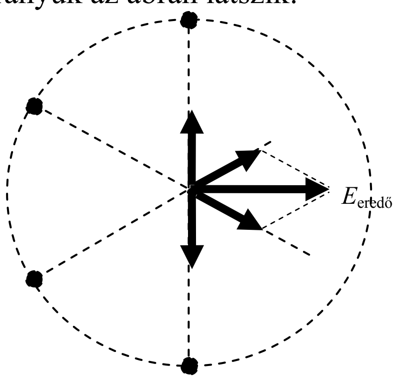
$1mA = I_A \cdot \left(1 + \frac{R_A}{111}\right); \quad 0,5mA = I_A \cdot \left(1 + \frac{R_A}{250}\right).$

Elosztva az első egyenletet a másodikkal: $2 = \frac{\left(1 + \frac{R_A}{111}\right)}{\left(1 + \frac{R_A}{250}\right)}$ Innen: $R_A = 991\Omega$ 5 pont

$I_A = \frac{1mA}{\left(1 + \frac{991}{111}\right)} = 0,1007mA; \quad U_A = I_A \cdot R_A = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 991 = 0,0998V = 0,1V$ 5+5 pont

11. feladat:
Adatok: $Q = 10^{-6}$C, $q = 2\cdot 10^{-7}$ C, $m = 5$ g$= 5\cdot 10^{-3}$ kg, $r = 0{,}5$ m

A térerősség vektormennyiség, az egyes töltésektől származó térerősségek nagysága azonos, irányuk az ábrán látszik:



Egy töltéstől származó térerősség nagysága:

$$E = k\frac{Q}{r^2} = 9\cdot 10^9\,\frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{C}^2}\,\frac{10^{-6}\,\mathrm{C}}{(0{,}5\,\mathrm{m})^2} = 36\,\frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{C}}$$ 2 pont

A két egy egyenesen lévő töltéstől származó térerősség összege 0, az eredő a másik kettő összegéből számolható:

$$E_{eredő} = 2\cdot E\cdot\cos 30^0 = 62{,}4\,\frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{C}}$$ 6 pont

A potenciálok algebrailag adódnak össze:

$$U_{eredő} = 4\cdot k\frac{Q}{r} = 4\cdot 9\cdot 10^9\,\frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{C}^2}\,\frac{10^{-6}\,\mathrm{C}}{0{,}5\,\mathrm{m}} =$$ 6 pont

$$= 4\cdot 18\,\mathrm{kV} = \underline{72\,\mathrm{kV}}$$

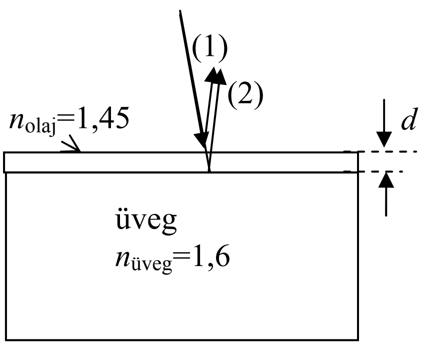
A kör középpontjába helyezett töltés elmozdul az eredő tér irányába, és végtelen távoli pontba eljutva az összes elektromos tértől származó potenciális energiája mozgási energiává alakulna át. Ennél nagyobb mozgási energiája nem lehet:

$$U\cdot q \ge \frac{1}{2}mv^2 \quad\rightarrow\quad v \le \sqrt{\frac{2Uq}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 72\cdot 10^3\,\mathrm{V}\cdot 2\cdot 10^{-7}\,\mathrm{C}}{5\cdot 10^{-3}\,\mathrm{kg}}} = \underline{2{,}4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}.$$ 6 pont

12. évfolyam

13.feladat azonos a 10. osztály 6. feladatával.
14. feladat azonos a 9. osztály 2. feladatával. A tapadási súrlódásra vonatkozó pótkérdés csak itt szerepel, erre 4 pont adható, a feladat többi részének pontszáma a 12. osztály számára zárójelben szerepel.

15. feladat:
Adatok: $\lambda_1 = 690$ nm, $\lambda_2 = 460$ nm, $n_{üveg} = 1{,}6$, $n_{olaj} = 1{,}45$



Az (1) és (2)-vel jelölt visszavert sugarakban az adott két hullámhossznál erősítik egymást: Mindkét sugár egyszer verődik vissza egy sűrűbb közeg határáról, ezért mindkettő fázisugrást szenved. 5 pont
Merőleges beesésnél az két sugár közötti útkülönbség: $2dn$ *4 pont*
Mindkét hullámhosszra írjuk fel az erősítés feltételét:

$$2dn = k_1\cdot\lambda_1,\quad 2dn = k_2\cdot\lambda_2.$$ 4 pont

Ebben három ismeretlen is van, segíthet a megoldásban, hogy k_1 és k_2 nem túl nagy egész számok. Először próbáljuk ezek értékét meghatározni: $2dn = k_1 \cdot \lambda_1 = k_2 \cdot \lambda_2 \quad \rightarrow \quad \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{460\,\text{nm}}{690\,\text{nm}} = \frac{46}{69} = \frac{2 \cdot 23}{3 \cdot 23} = \frac{2}{3}$ 4 pont

Az olajréteg vastagsága: $2dn = k_1 \cdot \lambda_1 \quad \rightarrow \quad d = \frac{k_1 \cdot \lambda_1}{2n} = \frac{2 \cdot 690 nm}{2 \cdot 1{,}45} = 475{,}9\ \text{nm}$. 3 pont

A tesztek megoldása

9. osztály:

1.kérdés Helyes: **A**
A feladat szerint a teszt baba addig nem kezd lassulni, amíg a légzsák teljesen fel nem fúvódott. Ebből tudjuk, hogy a légzsák abban a pillanatban fúvódott fel teljesen, amikor a baba sebessége először csökken a kezdeti 20 m/s alá. (5 pont) Az 1. légzsák esetén ez t=0.01 s előtt megtörténik. Ezzel ellentétben a 2. légzsák épp t=0.01 s-nél, míg 3. t=0.01 s után fúvódik fel. (3 pont) Mivel $|a| = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, akkor kisebb a lassulás nagyságának értéke, ha Δt nagyobb. (2 pont)

2. kérdés Helyes:**C**
t = 0 s és t = 0,01 s között a baba állandó sebességgel sodródik előre. Így a helykoordinátája egyenletesen nő. (5 pont) Ennek a hely idő grafikonon egy pozitív meredekségű egyenes felel meg. t = 0,01 s és t = 0,04 s között a baba nem mozog hátrafelé. Továbbra is előre mozog, csak egyre lassabban és lassabban. Ezért a hely-idő grafikon nem "hajolhat lefelé". Hanem a grafikon továbbra is "felfelé megy", de csökkenő mértékben, kisebb meredekséggel, és nem lehet egyenes mert a sebesség változik. (5 pont)

Indoklás nélkül a helyes válasz kérdésenként 2 pont.

10. osztály:

1. kérdés Helyes: **A**
Ha a dugattyú tömege elhanyagolható lenne, akkor a bezárt nitrogén nyomása megegyezne a légnyomással. De ahhoz, hogy a külső légnyomással egyensúlyt tartson a nitrogénnek még meg kell tartania a nehéz dugattyút is. Így a nitrogén nyomása biztos meghaladja a külső légnyomást.

A dugattyúra ható erők eredője nulla: $p_N \cdot A = m \cdot g + p_{lev} \cdot A$. Ahonnan $p_N = \frac{m \cdot g}{A} + p_{lev} > p_{lev}$.

(5 pont)

2. kérdés. Helyes: **C**
A térfogat 1,5 szeresére nőtt, hisz a dugattyú 0,2 m magasból 0,3 méter magasba emelkedett. Mivel a nyomás nem változik a folyamat során, a gáztörvény: $\frac{p_N \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_N \cdot V_2}{T_2}$

Ahonnan látszik, hogy $T_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1 = 1{,}5 \cdot 300\text{K} = 450\text{K}$ (5 pont)

3. kérdés Helyes: **D**
A termodinamikában *az első főtétel* fejezi ki az energia megmaradást:
$\Delta E = Q - W$ ahol W a gáz által végzett munka.
A 2. kérdésnél azt találtuk, hogy a gáz hőmérséklete növekszik a tágulás során. A hőmérséklet viszont arányos a belső energiával, tehát $\Delta E > 0$.
Így Q-nak *nagyobbnak* kell lennie W-nél, mégpedig éppen a belső energia változásnak megfelelően nagyobbnak. (5 pont)

4. kérdés Helyes: **B**
A nyomás állandó miközben a térfogat 1, 5 szeresére nő. Tehát egyértelműen a B grafikon helyes.
(5 pont)

Indoklás nélküli helyes válasz kérdésenként 1 pont.

11. osztály:

1. kérdés Helyes: **B**

Az adatok alapján *reciprok négyzetes* összefüggés van a távolság és a térerősség között. Például amikor a távolság megduplázódik(0,01m-ről 0,02m-re nő), akkor a térerősség értéke 2^2 = 4-es faktorral csökken ($3{,}6\cdot10^{-10}/9\cdot10^{-11}$= 4). Amikor a távolság háromszorosára nő (0,01 m-ről 0,03 m-re), akkor a térerősség értéke 3^2 = 9-es faktorral csökken ($3{,}6\cdot10^{-11}$ N/C-ról $4{,}0\cdot10^{-11}$ N/C-ra).
(5 pont)

2. kérdés Helyes: **B**

Az E elektromos tér által egy q ponttöltésre kifejtett elektrosztatikus erő $F = E\cdot q$.
(5 pont)

3. kérdés. Helyes: **D**

Ahogy már az 1. kérdésnél láttuk, a térerősség adatok a távolság négyzetével csökkennek. Ezt a reciprok négyzetes távolságfüggést pedig a *D* ábra mutatja.
(5 pont)

4. kérdés Helyes: **B**
A teszt bevezető szövegében is vázolt $E = \dfrac{2\cdot k\cdot p\cdot\cos\theta}{r^3}$ összefüggés alapján, a dipóltól vett távolság duplázásával a térerősség nagysága egy 2^3 = 8-as faktorral csökken. A dipólmomentum duplázódása pedig a térerősség duplázódását okozza, vagyis összességében a térerősség egy 4-es faktorral csökken.
(5 pont)

Indoklás nélküli helyes válasz kérdésenként 1 pont.

12. osztály:

1. kérdés: Helyes: **E**

A radioaktív bomlástörvény szerint az aktivitás exponenciálisan csökken az idővel: $A(t) = A_0\cdot e^{-\lambda t}$
Innen a felezési idő (5730 év = $1{,}81\cdot10^{11}$ s) segítségével adódik a λ együttható:

$\frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}}$, azaz $\lambda = \frac{1}{T_{1/2}} \ln(2) = \frac{0{,}693}{1{,}81 \cdot 10^{11}} = 3{,}83 \cdot 10^{-12}$ s^{-1}.

Az életkor pedig: $t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \frac{T_{1/2}}{\ln(2)} \cdot \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$. (5 pont)

Nem tudjuk az A_0 kezdeti aktivitást, de a megadott koncentráció segítségével ki tudjuk számítani $A = \frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$ alapján.

1 gramm szénben lesz $N = \frac{1\,g}{12\,g} \cdot \frac{6 \cdot 10^{23}}{8{,}1 \cdot 10^{11}} = 6 \cdot 10^{10}$ darab ${}^{14}_{6}C$ izotóp. Így a kezdeti aktivitás

$A_0 = 3{,}83 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 10^{10}$ s^{-1} = 0,23 Bq. (8 pont)

Visszahelyettesítve az életkor képletbe t = 5300 év adódik. (2 pont)

2. kérdés: helyes **A**

Az. 1. mintára $A_1 = \lambda N = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} N = \frac{\ln 2}{1\,nap} 10^{10}$, a 2. mintára $A_2 = \frac{\ln 2}{100\,nap} 10^{11} = \frac{\ln 2}{1\,nap} 10^{9}$. Meglepő de az 1. minta aktivitása nagyobb. (5 pont)

Indoklás nélkül a helyes válasz kérdésenként 2 pont.