

ÉRETTSÉGI VIZSGA • 2015. október 13.

MATEMATIKA

EMELT SZINTŰ ÍRÁSBELI ÉRETTSÉGI VIZSGA

JAVÍTÁSI-ÉRTÉKELÉSI ÚTMUTATÓ

**EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA**

Fontos tudnivalók

Formai előírások:

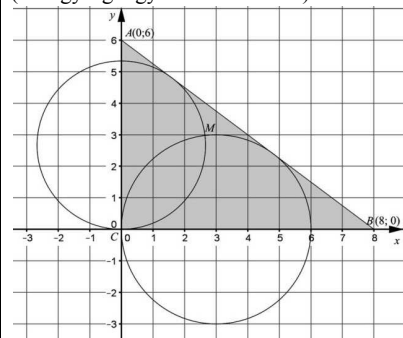
1. Kérjük, hogy a dolgozatot a vizsgázó által használt színűtől **eltérő színű tollal, olvashatóan** javítsa ki.
2. A feladatok mellett található szürke téglalapok közül az elsőben a feladatra adható maximális pontszám van, a javító által adott **pontszám a** mellette levő **téglalapba** kerüljön.
3. **Kifogástalan megoldás** esetén kérjük, hogy a maximális pontszám feltüntetése mellett kipipálással jelezze, hogy az adott gondolati egységet látta, és jónak minősítette.
4. Hiányos/hibás megoldás esetén kérjük, hogy **a hiba jelzése** mellett az egyes **részpontoszámokat** is írja rá a dolgozatra. Ha a dolgozat javítását jobban követhetővé teszi, akkor a vizsgázó által elvesztett részpontoszámok jelzése is elfogadható. Ne maradjon olyan részlet a megoldásban, amelyről a javítás után nem nyilvánvaló, hogy helyes, hibás vagy fölösleges.
5. A javítás során **alkalmazza az alábbi jelöléseket**.
 - helyes lépés: *kipipálás*
 - elvi hiba: *kétszeres aláhúzás*
 - számolási hiba vagy más, nem elvi hiba: *egyszeres aláhúzás*
 - rossz kiinduló adattal végzett helyes lépés: *szaggatott* vagy *áthúzott* kipipálás
 - hiányos indoklás, hiányos felsorolás vagy más hiány: *hiányjel*
 - nem érthető rész: *kérdőjel* és/vagy *hullámvonal*
6. Az ábrán kívül **ceruzával** írt részeket ne értékelje.

Tartalmi kérések:

1. Egyes feladatoknál több megoldás pontozását is megadtuk. Amennyiben azoktól **eltérő megoldás** születik, keresse meg ezen megoldásoknak az útmutató egyes részleteivel egyenértékű részeit, és ennek alapján pontozzon.
2. A pontozási útmutató pontjai tovább **bonthatók, hacsak az útmutató másképp nem rendelkezik**. Az adható pontszámok azonban csak egész pontok lehetnek.
3. Ha a megoldásban **számolási hiba**, pontatlanság van, akkor csak arra a részre nem jár pont, ahol a tanuló a hibát elkövette. Ha a hibás részeredménnyel helyes gondolatmenet alapján tovább dolgozik, és a megoldandó probléma lényegében nem változik meg, akkor a következő részpontoszámokat meg kell adni.
4. **Elvi hibát** követően egy gondolati egységen belül (ezeket az útmutatóban kettős vonal jelzi) a formálisan helyes matematikai lépésekre sem jár pont. Ha azonban a tanuló az elvi hibával kapott rossz eredménnyel – mint kiinduló adattal – helyesen számol tovább a következő gondolati egységekben vagy részkérdésekben, akkor ezekre a részekre kapja meg a maximális pontot, ha a megoldandó probléma lényegében nem változott meg.
5. Ha a megoldási útmutatóban zárójelben szerepel egy **megjegyzés** vagy **mértékegység**, akkor ennek hiánya esetén is teljes értékű a megoldás.

9. c) második megoldás

Helyezzük el a derékszögű háromszöget és a két kört az ábra szerint derékszögű koordináta-rendszerben. (Az egység legyen 1 cm hosszú.)



1 pont

A két kör sugara:

$$R_a = \frac{ab}{b+c} = \frac{48}{16} = 3,$$

1 pont

$$R_b = \frac{ab}{a+c} = \frac{48}{18} = \frac{8}{3}.$$

1 pont

A körök egyenlete:

$$x^2 + y^2 - 6x = 0, \text{ illetve}$$

$$x^2 + y^2 - \frac{16}{3}y = 0.$$

1 pont

A két kör egyenletéből alkotott egyenletrendszer

megoldása megadja az M pontot: $M\left(\frac{384}{145}; \frac{432}{145}\right)$.

2 pont

Két tizedesjegyre kerekítve: $M(2,65; 2,98)$.

A CM távolság: $\left(\sqrt{\frac{384^2 + 432^2}{145^2}} = \frac{48}{\sqrt{145}}\right) \approx 3,99 \text{ (cm)}.$

1 pont

A CM távolság:
 $(\sqrt{2,65^2 + 2,98^2} \approx)$
 $\approx 3,99 \text{ (cm)}.$

Összesen:**7 pont**

6. Egy feladatra adott többféle megoldási próbálkozás közül **a vizsgázó által megjelölt változat értékelhető**. A javítás során egyértelműen jelezze, hogy melyik változatot értékelte, és melyiket nem.
7. A megoldásokért **jutalompont** (az adott feladatra vagy feladatrésze előírt maximális pontszámot meghaladó pont) **nem adható**.
8. Egy feladatra vagy részfeladatra adott összpontszám **nem lehet negatív**.
9. Az olyan részszámításokért, részlépésekért **nem jár pontlevonás**, melyek hibásak, de amelyeket a feladat megoldásához a vizsgázó ténylegesen nem használ fel.
10. Az **ábrák** bizonyító erejű felhasználása (például adatok leolvasása méréssel) nem elfogadható.
11. **Valószínűségek** megadásánál (ha a feladat szövege másképp nem rendelkezik) a százalékbán megadott helyes válasz is elfogadható.
12. Ha egy feladat szövege nem ír elő kerekítési kötelezettséget, akkor az útmutatóban megadottól eltérő, **ésszerű és helyes kerekítésekkel** kapott rész- és végeredmény is elfogadható.
13. **A vizsgafeladatsor II. részében kitűzött 5 feladat közül csak 4 feladat megoldása értékelhető**. A vizsgázó az erre a célra szolgáló négyzetben – feltehetőleg – megjelölte annak a feladatnak a sorszámát, amelynek értékelése nem fog beszámítani az összpontszámába. Ennek megfelelően a megjelölt feladatra esetlegesen adott megoldást nem is kell javítani. Ha a vizsgázó nem jelölte meg, hogy melyik feladat értékelését nem kéri, és a választás ténye a dolgozatból sem derül ki egyértelműen, akkor a nem értékelendő feladat automatikusan a kitűzött sorrend szerinti utolsó feladat lesz.

Figyelem! Az útmutató elején olvasható **Fontos tudnivalók** című rész 2015 májusában lényegesen megváltozott. Kérjük, hogy a javítás megkezdése előtt figyelmesen tanulmányozza!

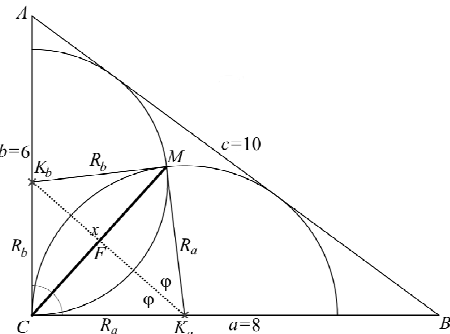
I.

1. a)		
Óránként 4, egy nap alatt tehát $(24 \cdot 4 =) 96$ alkalommal történik meg a 2%-os növekedés.	1 pont	<i>Ezek a pontok akkor is járnak, ha ezek a gondolatok csak a megoldásból derülnek ki.</i>
Az olajfolt területe 15 perc alatt 1,02-szorosára nő,	1 pont	
tehát egy nap múlva $400 \cdot 1,02^{96} \approx$	1 pont	
$\approx 2677 \text{ m}^2$ lett.	1 pont	
Összesen:	4 pont	

1. b)		
A naponta eltávolított olajfoltterületek (m^2 -ben mérve) egy olyan számtani sorozat szomszédos tagjai, amelynek első tagja 130, az első 31 tagjának összege pedig 12 400.	2 pont	<i>Ez a 2 pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a megoldásból derül ki.</i>
A napi növekedés legyen d (m^2). Ekkor $\frac{(260+30d) \cdot 31}{2} = 12\,400$.	1 pont	
Ebből $d = 18$ (m^2).	1 pont	
A napi növekedés tehát 18 m^2 volt.	1 pont	
Ellenőrzés. (A 31. napon 670 m^2 -rel csökkentették az olajfolt területét, tehát a 31 nap alatt $\frac{(130+670) \cdot 31}{2} = 400 \cdot 31 = 12\,400 \text{ m}^2$ -rel csökkent az olajfolt mérete, vagyis valóban megszűnt.)	1 pont	
Összesen:	6 pont	

2. a)		
Az eredeti papírlap rövidebb oldala legyen x hosszúságú, ekkor a hosszabb oldala $\sqrt{2}x$ hosszúságú.	1 pont	
A félbevágással kapott papírlap egyik oldalának hossza x , a másik oldalának hossza pedig $\frac{\sqrt{2}}{2}x$ lesz.	1 pont	
(Mivel $\frac{\sqrt{2}}{2} < 1$, ezért) $\frac{\sqrt{2}}{2}x$ a rövidebb oldal hosszúsága.	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a megoldásból derül ki.</i>
A félbevágással kapott papír méretaránya $x : \frac{\sqrt{2}}{2}x = \sqrt{2}$, ez valóban megegyezik az eredetivel.	1 pont	
Összesen:	4 pont	

A *-gal jelölt 4 pontot az alábbi gondolatmenetért is megkaphatja a vizsgázó.

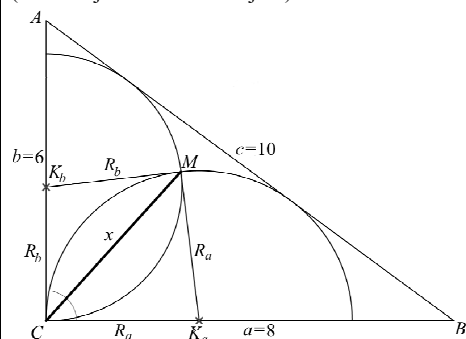
A K_aK_b átló a deltoid szögfelezője (mert szimmetria-átló), amely az F pontban merőlegesen felezi a CM szakaszt. 			1 pont	<i>A pont az ábra megrajzolása nélkül is jár.</i>
Legyen $\varphi = \frac{MK_aC}{2}$. Például a K_aCK_b derékszögű háromszögből szögfüggvénnyel: $\tan \varphi = \frac{R_b}{R_a} = \frac{8}{9}$, amiből $\varphi \approx 41,63^\circ$			1 pont	
A CFK_a derékszögű háromszögben $CF = \frac{x}{2} = R_a \cdot \sin \varphi \approx 3 \cdot \sin 41,63^\circ$.			1 pont	
Tehát a CM távolság: $x \approx 6 \cdot \sin 41,63^\circ \approx 3,99$ (cm).			1 pont	

A *-gal jelzett 2 pontot az alábbi gondolatmenetért is megkaphatja a vizsgázó.

Az AKP derékszögű háromszögben a Pitagorasz-tételt felírva: $R^2 + (c-a)^2 = (b-R)^2$.	1 pont	
Ebből rendezés, majd $2b$ -vel való osztás után $R = \frac{ac-a^2}{b}$ adódik, tehát igaz Petra képlete, de ekkor (az a) feladat szerint) Andrea képlete is. (Ezt kellett bizonyítanunk.)	1 pont	

9. c) első megoldás

(Az ábra jelöléseit használjuk.)



A CK_aMK_b négyszög egy (derékszögű) deltoid.

A deltoid két oldalának hossza:

$$R_b = \frac{ab}{a+c} = \frac{48}{18} = \frac{8}{3} \text{ (cm)},$$

másik két oldalának hossza:

$$R_a = \frac{ab}{b+c} = \frac{48}{16} = 3 \text{ (cm)}.$$

A derékszögű deltoid területe: $R_a \cdot R_b = 8 \text{ (cm}^2\text{)}.$

Ezt a területet kiszámíthatjuk az átlók segítségével is:

$$\frac{x \cdot K_a K_b}{2} = 8.$$

A $K_a CK_b$ derékszögű háromszögből Pitagorasz-

tétellel: $K_a K_b = \sqrt{3^2 + \left(\frac{8}{3}\right)^2} = \frac{\sqrt{145}}{3} \approx 4,01 \text{ (cm)}.$

A CM távolság:

$$x = \frac{16}{K_a K_b} \left(= \frac{48}{\sqrt{145}} \right) \approx 3,99 \text{ (cm)}.$$

Összesen: 7 pont

Megjegyzés: Ha a vizsgázó konkrét és megfelelő oldalméretekkal számol, de nem említi, hogy ez nem megy az általánosság rovására, akkor ezért legfeljebb 2 pontot kaphat.

2. b) első megoldás

(Ha a rövidebb oldal hossza x méter, akkor) a papír területe: $x \cdot \sqrt{2}x = 1 \text{ (m}^2\text{)}.$	1 pont	
A papír rövidebb oldala $x = \sqrt{\frac{1}{2}} \approx 0,841 \text{ (m)},$	1 pont	$x = \frac{1}{\sqrt{2}}$
azaz 841 (mm),	1 pont	
hosszabb oldala $\sqrt{2}x \approx 1189 \text{ (mm)}$ hosszúságú.	1 pont	
Összesen: 4 pont		

2. b) második megoldás

Az A0-s papírlap területe $1\,000\,000 \text{ mm}^2.$	1 pont	
(Ha a rövidebb oldal hossza x milliméter, akkor) a papír területe: $x \cdot \sqrt{2}x = 1\,000\,000 \text{ (mm}^2\text{)}.$	1 pont	
A papír rövidebb oldala $x = \sqrt{\frac{1\,000\,000}{2}} \approx 841 \text{ (mm)},$	1 pont	
hosszabb oldala $\sqrt{2}x \approx 1189 \text{ (mm)}$ hosszúságú.	1 pont	
Összesen: 4 pont		

Megjegyzés: Ha a vizsgázó a b) kérdésre adott válaszában kerekítési hibát vét, akkor ezért összesen 1 pontot veszíten.

2. c) első megoldás

Egy A4-es lap az 1 m^2 -es A0-s lap négyszeri félbevágásával kapható ($A0 \rightarrow A1 \rightarrow A2 \rightarrow A3 \rightarrow A4$),	1 pont	
ezért az A4-es lap $\frac{1}{16} \text{ m}^2$ területű.	1 pont	
Egy darab A4-es lap ($80 : 16 = 5$) 5 g tömegű,	1 pont	
tehát 1 csomag tömege: $500 \cdot 5 + 20 = 2520 \text{ gramm},$	1 pont	
azaz 2,52 kg.	1 pont	
Összesen: 5 pont		

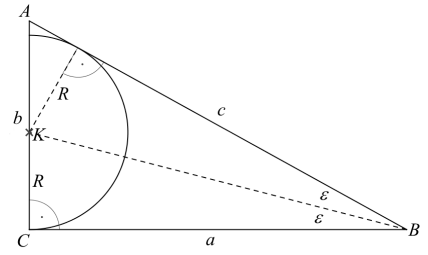
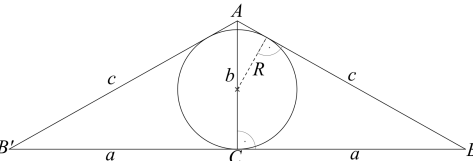
2. c) második megoldás

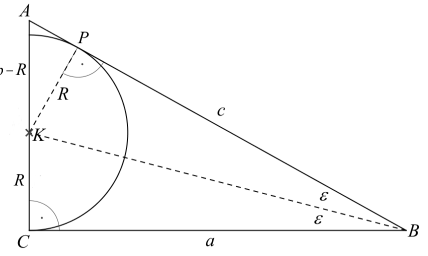
Egy A4-es lap az 1 m^2 -es A0-s lap négyszeri félbevágásával kapható ($A0 \rightarrow A1 \rightarrow A2 \rightarrow A3 \rightarrow A4$),	1 pont	
tehát 16 darab A4-es lap együttes területe $1 \text{ m}^2.$	1 pont	
Az 500 darab A4-es lap területe összesen $31,25 \text{ m}^2.$	1 pont	
Ezért 1 csomag tömege $31,25 \cdot 80 + 20 = 2520 \text{ gramm},$	1 pont	
azaz 2,52 kg.	1 pont	
Összesen: 5 pont		

3. a) első megoldás		
$x \geq 0$ (és $y \geq 0$)	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó behelyettesítéssel ellenőriz.</i>
A második egyenletből $y = 2\sqrt{x}$ -et behelyettesítve az első egyenletbe: $2x = 12 - 2\sqrt{x}$.	1 pont	
($\sqrt{x}$ -re nézve másodfokú egyenletet kapunk.) $2x + 2\sqrt{x} - 12 = 0$	1 pont	
Az egyenlet gyökei: $(\sqrt{x})_1 = -3$ és $(\sqrt{x})_2 = 2$.	1 pont	
$\sqrt{x} = -3$ nem lehetséges.	1 pont	
Ha $\sqrt{x} = 2$, akkor $x = 4$, és így $y = 4$,	1 pont	
Ellenőrzés (például mindkét egyenletbe történő behelyettesítéssel).	1 pont	
Összesen:	7 pont	

3. a) második megoldás		
$x \geq 0$ (és $y \geq 0$)	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó behelyettesítéssel ellenőriz.</i>
A két egyenlet összeadásával: $2x + 2\sqrt{x} = 12$.	1 pont	
$\sqrt{x} = 6 - x$, amiből (négyzetre emelés és rendezés után) $x^2 - 13x + 36 = 0$ adódik.	1 pont	
Az egyenlet gyökei: 4 és 9.	1 pont	
A 9 nem megoldása a $\sqrt{x} = 6 - x$ egyenletnek.	1 pont	
Tehát $x = 4$, és így $y = 4$.	1 pont	
Ellenőrzés mindkét egyenletbe történő behelyettesítéssel.	1 pont	
Összesen:	7 pont	

3. a) harmadik megoldás		
$x \geq 0$ (és $y \geq 0$)	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó behelyettesítéssel ellenőriz.</i>
A második egyenletből négyzetre emelés, majd 4-gyel való osztás után kapjuk: $x = \frac{y^2}{4}$.	1 pont	
Az első egyenletbe helyettesítve és rendezve: $y^2 + 2y - 24 = 0$.	1 pont	
Az egyenlet gyökei: 4 és -6.	1 pont	

9. b) negyedik megoldás		
	1 pont	
Tükrözzük az ABC derékszögű háromszöget a b befogó egyenesére! Az R sugarú kör a BAB' háromszög beírt köre. 	1 pont	
A BAB' háromszög területe egyrészt ab , másrészt (a $T = Rs$ képletből) $R(a + c)$.	1 pont	
Tehát $R(a + c) = ab$, ami ekvivalens az eredeti állítással. (Ezt kellett bizonyítanunk.)	1 pont	
Összesen:	4 pont	

9. b) ötödik megoldás		
	1 pont	
Ha P -vel jelöljük az átfogón a félkör érintési pontját, akkor a szögek egyenlősége miatt $ABCA \sim AKPA$.	1 pont	
Az AP szakasz hossza $c - a$, így igaz a következő egyenlőség: $\frac{c-a}{R} = \frac{b}{a}$.	1 pont*	
Ebből $R = \frac{ac-a^2}{b}$, tehát igaz Petra képlete, de ekkor (az a) feladat szerint) Andrea képlete is. (Ezt kellett bizonyítanunk.)	1 pont*	
Összesen:	4 pont	

9. b) második megoldás

	1 pont	
Ha P -vel jelöljük az átfogón a félkör érintési pontját, akkor a szögek egyenlősége miatt $ABC\Delta \sim AKP\Delta$.	1 pont	
Tehát (a megfelelő oldalak arányának egyenlősége miatt) $\frac{b-R}{R} = \frac{c}{a}$.	1 pont	
Ebből $R(a+c) = ab$, ami ekvivalens az állítással. (Ezt kellett bizonyítani.)	1 pont	
Összesen:	4 pont	

9. b) harmadik megoldás

	1 pont	
A félkör K középpontját a B csúshoz tartozó belső szögfelező félegyenes metszi ki a b befogóból.	1 pont	
A szögfelező tétel szerint $\frac{b-R}{R} = \frac{c}{a}$.	1 pont	
Átalakítva: $R(a+c) = ab$, ami ekvivalens az eredeti állítással. (Ezt kellett bizonyítanunk.)	1 pont	
Összesen:	4 pont	

$y = -6$ esetén nincs megoldása az egyenletrendszernek.	1 pont	<i>Ha $y = -6$, akkor $(2\sqrt{x} = y)$ miatt $\sqrt{x} = -3$, ami nem lehetséges.</i>
$y = 4$ és így $x = 4$ adódik egyetlen megoldásként.	1 pont	
Ellenőrzés mindkét egyenletbe történő behelyettesítéssel.	1 pont	
Összesen:	7 pont	

3. b) első megoldás

Értelmezési tartomány: $x \neq -2$ és $y \neq 3$.	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó behelyettesítéssel ellenőriz.</i>
Az első egyenletből: $4x - 3y = 19$.	1 pont	
A második egyenletből: $x = 3y - 11$.	1 pont	
Behelyettesítve: $4(3y - 11) - 3y = 19$.	1 pont	<i>Az egyenlő együtthatók módszerével: $3x = 30$.</i>
$y = 7$	1 pont	$x = 10$
$x = 10$	1 pont	$y = 7$
Ellenőrzés (például mindkét egyenletbe történő behelyettesítéssel).	1 pont	
Összesen:	7 pont	

3. b) második megoldás

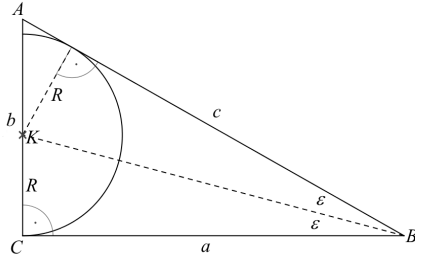
Értelmezési tartomány: $x \neq -2$ és $y \neq 3$.	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó behelyettesítéssel ellenőriz.</i>
A második egyenletből $\frac{x+2}{3} = y-3$.	1 pont	
Behelyettesítve az első egyenletbe: $y-3-\frac{y-3}{4} = 3$.	1 pont	$4y-12-(y-3) = 12$
$\frac{3}{4}(y-3) = 3$	1 pont	$3y-9 = 12$
$y = 7$	1 pont	
$x = 10$	1 pont	
Ellenőrzés (például mindkét egyenletbe történő behelyettesítéssel).	1 pont	
Összesen:	7 pont	

3. b) harmadik megoldás		
Értelmezési tartomány: $x \neq -2$ és $y \neq 3$.	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó behelyettesítéssel ellenőriz.</i>
Vezessünk be új ismeretleneket: $a = \frac{x+2}{3}$, $b = \frac{y-3}{4}$, melyekkel az egyenletrendszer: $\begin{cases} a-b=3 \\ \frac{1}{a} - \frac{1}{4b} = 0 \end{cases}$ (és a feltételek miatt $a \neq 0$ és $b \neq 0$ is teljesül). A második egyenletből $a = 4b$.	1 pont	
Ezt az első egyenletbe írva kapjuk: $b = 1$.	1 pont	
Ebből $y = 7$,	1 pont	
majd ($a = 4$ miatt) $x = 10$ adódik.	1 pont	
Ellenőrzés (például mindkét egyenletbe történő behelyettesítéssel).	1 pont	
Összesen:	7 pont	

4. a)		
Az $y = 4 - x^2$ egyenletű parabola a $(-2; 0)$, illetve a $(2; 0)$ pontban metszi az abszcisszatengelyt (és az emblémát határoló parabolaív az x tengely fölött van).	1 pont	
A parabolaszület területe: $\int_{-2}^2 (4 - x^2) dx =$	1 pont	$2 \cdot \int_0^2 (4 - x^2) dx =$
$= \left[4x - \frac{x^3}{3} \right]_{-2}^2 =$	1 pont*	$= 2 \cdot \left[4x - \frac{x^3}{3} \right]_0^2 =$
$\left(= 8 - \frac{8}{3} - \left(-8 + \frac{8}{3} \right) \right) = \frac{32}{3}$.	1 pont	$\left(= 2 \cdot \left(8 - \frac{8}{3} - 0 \right) \right) = \frac{32}{3}$
A kör egyenletét átalakítva: $x^2 + (y-1,3)^2 = 1,3^2$,	1 pont	
ebből a kör sugara 1,3, területe pedig $1,69\pi$ ($\approx 5,31$).	1 pont	
A kör és a parabolaszület területének aránya: $1,69\pi : \frac{32}{3}$ ($\approx 0,4977$).	1 pont	<i>Kerekített értékekkel: $5,31 : 10,67$ ($\approx 0,4977$)</i>
A kör területe (a kért kerekítéssel) a parabolaszület területének 50%-a.	1 pont	<i>Ez a pont nem jár, ha a vizsgázó nem kerekít, vagy rosszul kerekít.</i>
Összesen	8 pont	

*Megjegyzés: Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó a határozott integrál értékét számológéppel számítja ki.

9. a)		
Azt állítjuk, hogy $\frac{ab}{a+c} = \frac{ac-a^2}{b}$ igaz ($a, b, c > 0$).	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a megoldásból derül ki.</i>
Mindkét oldalt a -val osztva, majd $b(c+a)$ -val szorozva: $b^2 = (c-a)(c+a)$.	1 pont	
Átalakítva: $a^2 + b^2 = c^2$, ami a Pitagorasz-tétel miatt minden derékszögű háromszögre igaz.	1 pont	
Az alkalmazott átalakítások ekvivalensek voltak,	1 pont	
ezért az eredeti $\frac{ab}{a+c} = \frac{ac-a^2}{b}$ állítás is igaz (tehát $R_A = R_P$).	1 pont	
Összesen:	5 pont	

9. b) első megoldás		
	1 pont	
A derékszögű háromszög területét kétféleképpen is felírhatjuk: $T = \frac{ab}{2}$, illetve $T = T_{KCB\Delta} + T_{KAB\Delta} = \frac{aR}{2} + \frac{cR}{2}$.	1 pont	
Tehát $ab = aR + cR$,	1 pont	
vagyis $R = \frac{ab}{a+c}$. (Ezt kellett bizonyítani.)	1 pont	
Összesen:	4 pont	

8. a) második megoldás		
$P(3 \text{ találat}) = \binom{8}{3} \cdot 0,25^3 \cdot 0,75^5 \approx 0,2076$	2 pont	
$P(4 \text{ találat}) \approx 0,0865$, $P(5 \text{ találat}) \approx 0,0231$, $P(6 \text{ találat}) \approx 0,0038$, $P(7 \text{ találat}) \approx 0,0004$, $P(8 \text{ találat}) \approx 0,0000$	2 pont	<i>Ha a vizsgázó egy hibát vét, akkor 1 pontot veszít-sen, több hiba esetén erre a részre nem kap pontot.</i>
A legalább 3 találat valószínűsége a fenti számok összege (0,3214, ami három tizedesjegyre kerekítve): 0,321.	1 pont	<i>Ez a pont nem jár, ha a vizsgázó nem kerekít, vagy rosszul kerekít.</i>
Összesen:	5 pont	

Megjegyzés: Ha a vizsgázó az a) feladat megoldása során az egyes valószínűségek három tizedesjegyre kerekített értékével jól számol, akkor 0,322 is elfogadható.

8. b)		
$P(\text{legalább 1 találat}) = 1 - P(0 \text{ találat})$	1 pont	
$1 - 0,75^n \geq 0,95$	1 pont	
rendezve $0,75^n \leq 0,05$.	1 pont	
$n \cdot \lg 0,75 \leq \lg 0,05$	1 pont	<i>A 0,75 alapú logaritmus-függvény szigorúan monoton csökkenő, ezért $n \geq \log_{0,75} 0,05$.</i>
(Mivel $\lg 0,75 < 0$, így) $n \geq \frac{\lg 0,05}{\lg 0,75} \approx 10,41$.	1 pont	
Daninak legalább 11 lőésre van szüksége.	1 pont	
Összesen:	6 pont	

Megjegyzés: Ha a vizsgázó egyenlőtlenség helyett egyenlettel dolgozik, s azt jól megoldva helyes következtetésre jut, akkor maximális pontszámot kap.

8. c)		
(Ha a második félév végén Dani egy lövésből p valószínűséggel ért el találatot, akkor három lövésből a pontosan egy vagy pontosan két találat valószínűsége)	1 pont	<i>Komplementer esemény-nyel számolva a keresett valószínűség:</i>
$P(1 \text{ találat}) + P(2 \text{ találat}) = 3p^2(1-p) + 3p(1-p)^2 =$	1 pont	$1 - P(3 \text{ találat}) - P(0 \text{ ta-lálat}) = 1 - p^3 - (1-p)^3$
$= 3p(1-p) = 0,72$.	1 pont	$1 - p^3 - 1 + 3p - 3p^2 + p^3 = 0,72$
$0 = 3p^2 - 3p + 0,72$	1 pont	
Ebből $p = 0,4$ vagy $p = 0,6$.	1 pont	
A második félév végén tehát egy lövésből Dani 0,4 vagy 0,6 valószínűséggel (azaz $\frac{8}{20}$ vagy $\frac{12}{20}$ esély-lyel) ért el találatot.	1 pont	
Összesen:	5 pont	

4. b) első megoldás		
A lejátszott mérkőzések száma $\binom{18}{2} = 153$,	1 pont	
tehát a Zöld Iskola teniszezőinek összesen $\frac{1}{3} \cdot 153 =$ $= 51$ megnyert mérkőzése volt.	2 pont	
Ennek a 8 tanulónak az egymás közötti mérkőzései mindig a 8 tanuló valamelyikének győzelmével végződtek,	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a megoldásból derül ki.</i>
ez $\binom{8}{2} (= 28)$ győzelmet jelent.	1 pont	
A Zöld Iskola tanulói az 51 győztes mérkőzésük közül tehát $(51 - 28 =) 23$ -at nyertek a Piros Iskola tanulói ellen.	1 pont	
Összesen	6 pont	

4. b) második megoldás		
A lejátszott mérkőzések száma $\binom{18}{2} = 153$.	1 pont	
A Zöld Iskola 8 tanulójának egymás közötti mérkő-zései mindig a 8 tanuló valamelyikének győzelmével végződtek,	1 pont*	<i>Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a meg-oldásból derül ki.</i>
ez $\binom{8}{2} (= 28)$ győzelmet jelent.	1 pont*	
Ha a Zöld Iskola tanulói x mérkőzést nyertek a Piros Iskola tanulói ellen, akkor megnyert mérkőzéseik szá-ma összesen $x + 28$, a Piros Iskola tanulói által nyert mérkőzések száma pedig $(153 - (x + 28) =) 125 - x$.	1 pont*	
A szöveg szerint $125 - x = 2(x + 28)$, amiből $x = 23$.	1 pont	
A Zöld Iskola tanulói 23 mérkőzést nyertek a Piros Iskola tanulói ellen.	1 pont	
Összesen	6 pont	

*A *-gal jelölt 3 pontot az alábbi gondolatmenetért is megkaphatja a vizsgázó:*

A Piros Iskola 10 tanulójának egymás közötti mérkő-zései mindig a 10 tanuló valamelyikének győzelmé-vel végződtek,	1 pont	<i>Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a meg-oldásból derül ki.</i>
ez $\binom{10}{2} (= 45)$ győzelmet jelent.	1 pont	
A két iskola tanulói egymás ellen $(8 \cdot 10 =) 80$ mérkő-zést játszottak. Ha ebből a Zöld Iskola tanulói x mér-kőzést nyertek, akkor megnyert mérkőzéseik száma összesen $x + 28$, a Piros Iskola tanulói által nyert mérkőzések száma pedig $45 + (80 - x) = 125 - x$.	1 pont	

II.

5. a) első megoldás		
A <i>B</i> futószalagra került darabok tömege 49 g, 48 g, 53 g és 54 g.	1 pont	
A 4-4 tömeg átlaga: $\frac{51+52+47+46}{4} = \frac{196}{4} = 49 \text{ (g)}, \text{ illetve}$ $\frac{49+48+53+54}{4} = \frac{204}{4} = 51 \text{ (g)}.$	1 pont	
A 4-4 tömeg szórása: $\sqrt{\frac{(49-51)^2 + (49-52)^2 + (49-47)^2 + (49-46)^2}{4}} =$ $= \sqrt{6,5} \text{ (g)}, \text{ illetve}$ $\sqrt{\frac{(51-49)^2 + (51-48)^2 + (51-53)^2 + (51-54)^2}{4}} =$ $= \sqrt{6,5} \text{ (g)}.$	2 pont	Ezek a pontok akkor is járnak, ha a vizsgázó az átlagot és a szórást (vagy annak közelítő értékét) számológéppel helyesen határozza meg.
A két átlag tehát valóban különböző, a két szórás pedig egyenlő.	1 pont	Ha a szórások pontos értéke nem szerepel, akkor ez a pont nem jár.
Összesen:	5 pont	

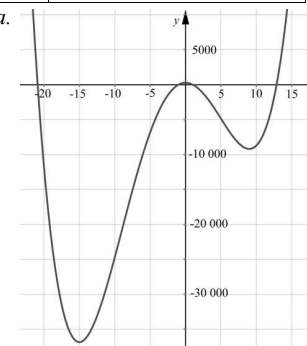
Megjegyzés: Ha a vizsgázó a szórásnégyzetek egyenlőségét látja be, de nem említi, hogy ekkor a szórások is megegyeznek, akkor ezért 1 pontot veszítsen.

5. a) második megoldás		
A <i>B</i> futószalagra került darabok tömege 49 g, 48 g, 53 g és 54 g.	1 pont	Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a megoldásból derül ki.
(Az <i>A</i> futószalagra került darabok tömege csökkenő sorrendben 52 g, 51 g, 47 g és 46 g, a <i>B</i> futószalagra került darabok tömege pedig 54 g, 53 g, 49 g, 48 g, tehát) a <i>B</i> futószalagra került darabok tömege rendre 2 grammal nagyobb, mint a megfelelő, <i>A</i> futószalagra került darabé.	1 pont	
Ha egy adatsokaság minden adatához <i>c</i> -t hozzáadunk, akkor a sokaság átlaga <i>c</i> -vel változik, a szórása pedig változatlan marad.	2 pont	
Tehát a két futószalagra került darabok tömegének átlaga különböző (a különbség <i>c</i> = 2 gramm), szórása pedig egyenlő.	1 pont	
Összesen:	5 pont	

7. b)

$f''(x) = 12x^2 + 48x - 540 \quad (x \in \mathbf{R})$	1 pont	
Az $f''(x) = 0$ egyenletnek két gyöke van: -9 és 5 .	1 pont	
Az f'' grafikonja egy „felfelé nyíló parabola”, ezért a két zérushely között az f'' negatív.	1 pont	
Mivel az f'' függvény a $]-9; 5[$ intervallumon negatív, ezért az f függvény itt konkáv.	1 pont	
Összesen:	4 pont	

Megjegyzés: Az f grafikonjának egy részletét mutatja az ábra.



7. c)

$\int_0^5 f(x) dx = \left[\frac{x^5}{5} + 2x^4 - 90x^3 + 275x \right]_0^5 =$	1 pont	
$= (625 + 1250 - 11\,250 + 1375) - 0 =$	1 pont	
$= -8000$	1 pont	
Összesen:	3 pont	

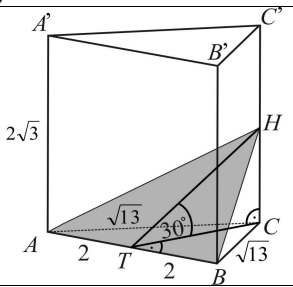
Megjegyzés: A végeredmény indoklás nélküli közléséért nem jár pont.

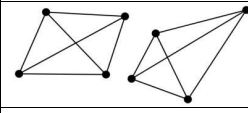
8. a) első megoldás

$P(\text{legalább 3 találat}) =$ $= 1 - [P(0 \text{ találat}) + P(1 \text{ találat}) + P(2 \text{ találat})]$	1 pont	
$P(0 \text{ találat}) = 0,75^8 (\approx 0,1001)$ $P(1 \text{ találat}) = \binom{8}{1} \cdot 0,25 \cdot 0,75^7 (\approx 0,2670)$ $P(2 \text{ találat}) = \binom{8}{2} \cdot 0,25^2 \cdot 0,75^6 (\approx 0,3115)$	3 pont	
$P(\text{legalább 3 találat}) \approx 0,321.$	1 pont	Ez a pont nem jár, ha a vizsgázó nem kerekít, vagy rosszul kerekít.
Összesen:	5 pont	

6. d)		
Egy négypontú teljes gráfnak $\binom{4}{2} = 6$ éle van.	1 pont	
Ezek közül 4 élt $\binom{6}{4} = 15$ -féleképpen lehet kiválasztani. (Ez az összes esetek száma.)	1 pont	
Ha a zöld élek kört alkotnak, akkor a 2 nem zöld él a gráf két-két különböző pontját köti össze.	1 pont	Ha a gráf csúcsai A, B, C és D , akkor a kör csúcsai egy körútljárás szerint $ABCD, ABDC, ACBD$ lehetnek. A kedvező esetek száma tehát 3.
A két nem zöld él kiválasztása 3-féleképpen történhet; ez a kedvező esetek száma. (Ha a gráf csúcsai A, B, C, D , akkor a megfelelő kiválasztások: $AB-CD, AC-BD, AD-BC$.)	1 pont	
A keresett valószínűség: $p = \frac{3}{15} = 0,2$.	1 pont	
Összesen:	5 pont	

7. a)		
(Az f egy nyílt intervallumon deriválható függvény, ezért) az f függvénynek ott lehet szélsőérték-helye, ahol az első deriváltfüggvényének zérushelye van.	1 pont	Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a megoldásból derül ki.
$f'(x) = 4x^3 + 24x^2 - 540x$	1 pont	
(Mivel $4x^3 + 24x^2 - 540x = x(4x^2 + 24x - 540)$, ezért) az f' egyik zérushelye a 0,	1 pont	
további két zérushelyét a $4x^2 + 24x - 540 = 0$ egyenlet gyökei adják: 9 és -15.	1 pont	
A (harmadfokú) deriváltfüggvény -15-ben és 9-ben negatívból pozitívba megy át, ezért ezek lokális minimumhelyei, 0-ban pedig pozitívból negatívba megy át, ezért ez lokális maximumhelye a függvénynek.	2 pont	Ez a 2 pont akkor is jár, ha a vizsgázó a második derivált előjelével indokol.
Mivel $f(-15) = -36\,850 < f(9) = -9202$,	1 pont	
továbbá a $]-\infty; -15[$ intervallumon szigorúan monoton csökkenő, a $]9; +\infty[$ intervallumon pedig szigorúan monoton növekedő az f függvény, ezért a -15 valóban abszolút minimumhelye f -nek.	2 pont	Ez a 2 pont jár annak bármilyen helyes indoklásáért, hogy a két lokális minimumhely egyike egyben abszolút minimumhely is.
Összesen:	9 pont	

5. b)		
	1 pont	Ez a pont jár, ha a vizsgázó ábra nélkül vagy kevésbé részletezett ábrával helyesen számol.
A 30° -os szög helyes értelmezése (például a szög jelölése az ábrán).	1 pont	
Az ABC egyenlőszárú háromszög AB oldalához tartozó magassága (Pitagorasz-tétellel): $TC = 3$.	1 pont	
Az S sík a CC' élt a H pontban metszi.	1 pont	
A TCH derékszögű háromszögből: $\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{CH}{TC}$,	1 pont	
ahonnan $CH = (TC \cdot \operatorname{tg} 30^\circ) = 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = \sqrt{3}$.	1 pont	
Az ABC lapot tartalmazó rész egy tetraéder, melynek ABC lapjához tartozó magassága CH .	1 pont	Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a megoldásból derül ki.
$(T_{ABC} = 6, \text{ ezért }) V_{ABCH} = \frac{T_{ABC} \cdot CH}{3} = 2\sqrt{3} \approx 3,46$.	1 pont	
A másik rész térfogatát megkapjuk, ha az első rész térfogatát levonjuk az eredeti hasáb térfogatából.	1 pont	Ez a pont akkor is jár, ha ez a gondolat csak a megoldásból derül ki.
$V_{ABCA'B'C'} = T_{ABC} \cdot CC' = 12\sqrt{3} \approx 20,78$	1 pont	
$V_{ABHA'B'C'} = 12\sqrt{3} - 2\sqrt{3} = 10\sqrt{3} \approx 17,32$	1 pont	
$\frac{V_{ABCH}}{V_{ABHA'B'C'}} = \frac{2\sqrt{3}}{10\sqrt{3}} = \frac{1}{5}$	1 pont	Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó az arányt közelítő értékekkel írja fel helyesen.
Összesen:	11 pont	

6. a)		
Az állítás hamis.	1 pont	
Ellenpélda: a nyolcpontú egyszerű gráf két négypontú teljes gráf egyesítése.	2 pont	
Összesen:	3 pont	

6. b)		
A megfordítás: Ha egy (nyolcpontú egyszerű) gráf összefüggő, akkor a gráf minden pontjának fokszáma legalább 3.	1 pont	
A megfordított állítás hamis.	1 pont	
Bármilyen jó ellenpélda.	1 pont	Például:
Összesen:	3 pont	

6. c) első megoldás		
Rögzítsük A és B színét, például pirosra és kékre.	1 pont	
Ekkor C , D és E (ebben a sorrendben) a következőképpen színezhető: pkz, pzk, zpz, zpk, zkz.	2 pont*	
Mivel A és B színe ($3 \cdot 2 =$) 6-féleképpen választható meg,	1 pont	
ezért összesen ($5 \cdot 6 =$) 30 különböző színezés lehetséges.	1 pont	
Összesen	5 pont	

Megjegyzés: Hibának számít, ha a felsorolt esetek között rossz is szerepel, egy lehetséges esetet többször felsorol vagy egy lehetséges esetet nem ad meg a vizsgázó. Egy hiba esetén a *-gal jelölt 2 pontból 1 pontot veszítsen, egynél több hiba esetén nem jár pont erre a részre.

6. c) második megoldás		
	1 pont	
Az A csúcsot pirosnak választva a B csúcsig 2, a C -ig 4, a D -ig 8-féle színezés lehetséges.	2 pont	
Az E csúcsnál csak akkor van két színezési lehetőség, ha a D csúcs piros volt, így az E -ig 10-féle színezés van.	1 pont	
Az A csúcs színe háromféleképpen választható meg, tehát az ötszögnek ($3 \cdot 10 =$) 30 megfelelő színezése van.	1 pont	
Összesen	5 pont	

6. c) harmadik megoldás		
Színezzük az A csúcsot például pirosra és a vele szomszédos B és E csúcsot például kékre. Ekkor a C és D színezése piros-zöld vagy zöld-piros lehet. Tehát 2 ilyen színezés van.	1 pont	
Ha tehát olyan színezést választunk, amelyben az A -val szomszédos B és E csúcsok színe azonos, akkor ennek a három csúcsnak a színezését $3 \cdot 2 = 6$ -féleképpen választhatjuk meg. Ezért ilyen színezésből $3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$ darab van.	1 pont	
Ha az A csúcs például piros, a B és az E pedig különböző színűek, például a B csúcs kék, és az E csúcs zöld, akkor a C és a D színe (ebben a sorrendben) lehet piros-kék, zöld-kék vagy zöld-piros. Vagyis 3 lehetőség van a színezésre.	1 pont	
Az A , B , E csúcsok színezését 3 különböző színnel $3! = 6$ különböző módon választhatjuk meg, tehát ilyen színezésből $6 \cdot 3 = 18$ darab van.	1 pont	
A lehetséges színezések száma tehát $12 + 18 = 30$.	1 pont	
Összesen	5 pont	

6. c) negyedik megoldás		
Egy adott szint legfeljebb kétszer használhatunk színezésre (mert nem tudunk az öt csúcsból három, páronként nem szomszédos csúcsot kiválasztani).	1 pont	
Az öt csúcs színezésére tehát mindhárom szint fel kell használnunk: így biztosan (lesz 2 olyan szín, amivel éppen 2 csúcsot és) lesz 1 olyan szín, amivel 1 csúcsot színezzünk, tehát ennek a csúcsnak <i>egyedi színe</i> lesz.	1 pont	
Az <i>egyedi szín</i> 3-féle lehet, és az 5 csúcs bármelyike lehet <i>egyedi színű</i> , tehát 15 választási lehetőség van az <i>egyedi színnel</i> színezésre.	1 pont	
Ha az <i>egyedi szint</i> rögzítettük (például az A csúcs piros), akkor a másik két szint csak felváltva használhatjuk, de kétféle sorrendben (B kék, C zöld, D kék, E zöld, vagy fordítva: B zöld, C kék, D zöld, E kék).	1 pont	
Összesen ($15 \cdot 2 =$) 30 lehetőség van.	1 pont	
Összesen	5 pont	

Megjegyzés: A vizsgázó teljes pontszámot kap, ha a 30 lehetséges színezést hibátlanul megadja (például felsorolja). Hibának számít, ha a felsorolt színezések között rossz is szerepel, egy lehetséges színezést többször ad meg, vagy egy lehetséges színezést kihagy a vizsgázó: minden hibáért 1 pontot veszítsen.