

ŠKOLSKO NATJECANJE IZ KEMIJE
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2009.

PISANA ZADAĆA, 05. veljače 2009.

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo onu tablicu periodnog sustava elemenata koja je dobivena od gradskoga povjerenstva.
3. Zadatci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (**ne** koristiti dodatne papire). Ako nema dovoljno mjesta za rješavanje zadatka, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Odgovori na postavljena pitanja ili račun (kompletan) **moraju** biti pisani kemijskom olovkom ili tintom plave boje, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Ispravljani odgovori se ne vrjednju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Zaporka:
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja (Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem):

Nadnevak:

OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA

Zaporka:
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Ime i prezime učeni(ka)ce:

Puni naziv škole:

Adresa škole:

Grad u kojem je škola:

Županija:

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja
(Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem):

Ime i prezime mentor(a)ice:

Naputak školskom povjerenstvu:

Ovaj dio prijave treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učeni(ka)ce nakon bodovanja. Podatci su važni radi računalne obrade podataka o učeni(ku)ci koji će biti pozvani na županijsko natjecanje.

PERIODNI SUSTAV ELEMENATA

17 18

1

1	2											17	18				
1	H	2											1	He			
1.00797		4.0026											1.00797	4.0026			
3	4											9	10				
Li	Be											F	Ne				
6.939	9.0122											18.9984	20.183				
11	12											17	18				
Na	Mg											Cl	Ar				
22.9898	24.312											35.453	39.948				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
39.102	40.08	44.956	47.90	50.942	51.996	54.9380	55.847	58.9332	58.71	63.54	65.37	69.72	72.59	74.9216	78.96	79.909	83.80
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
85.47	87.62	88.905	91.22	92.906	95.94	(99)	101.07	102.905	106.4	107.870	112.40	114.82	118.69	121.75	127.60	126.904	131.30
55	56	*57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
132.905	137.34	138.91	178.49	180.948	183.85	186.2	190.2	192.2	195.09	196.967	200.59	204.37	207.19	208.980	(210)	(210)	(222)
87	88	+89	104	105	106	107	108	109	110	111	112						
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	? (271)	? (272)	? (277)						
(223)	(226)	(227)	(261)	(262)	(266)	(262)	(265)	(266)	(271)	(272)	(277)						

Lantanidi

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.907	144.24	(147)	150.35	151.96	157.25	158.924	162.50	164.930	167.26	168.934	173.04	174.97

Aktinidi

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
232.038	(231)	238.03	(237)	(242)	(243)	(247)	(247)	(249)	(254)	(253)	(256)	(256)	(257)

1. U tablici su navedena vrelišta četiri tvari: fluorovodika, fluora, natrijevog florida i klorovodika. Ispod navedenih vrijednosti napišite kemijske formule tvari, kao i odgovarajuće kemijske veze.

Vrelište/°C	-188	1704	20	-85
Tvar	F₂	NaF	HF	HCl
Kemijska veza	kovalentna	ionska	kovalentna	kovalentna

/8x
0,5

4

2. Navedene su prve četiri energije ionizacije u kJ mol⁻¹ za pet elemenata. U kojem će primjeru element najvjerojatnije imati oksid formule X₂O?

A	496, 4563, 6913, 9541
B	737, 1450, 7731, 10545
C	800, 2426, 3659, 25020
D	899, 1757, 14845, 21000
E	1314, 3388, 5296, 7467

Rješenje: **A**

/1

1

3. Koji raspored prikazanih spojeva X, Y, i Z predstavlja porast vrijednosti dipolnog momenta?

	CH ₃ -Cl X	CH ₃ -Br Y	CH ₃ -I Z
A	X, Y, Z		
B	X, Z, Y		
C	Y, X, Z		
D	Z, X, Y		
E	Z, Y, X		

Rješenje: **E**

/1

1

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 1:

6

4. Zrak je homogena smjesa mnogih plinova. Pretpostavimo li da je množinski (ili volumni) udio dušika 78,08 %, kisika 20,95 % i argona 0,97 %, izračunajte molarnu masu zraka.

Izradak:

$$x(\text{N}_2) = 78,08 \%$$

$$M_r(\text{N}_2) = 28,02$$

$$x(\text{O}_2) = 20,95 \%$$

$$M_r(\text{O}_2) = 32,00$$

$$x(\text{Ar}) = 0,97 \%$$

$$A_r(\text{Ar}) = 39,95$$

$$\begin{aligned} M_r(\text{zrak}) &= x(\text{N}_2) \cdot M_r(\text{N}_2) + x(\text{O}_2) \cdot M_r(\text{O}_2) + x(\text{Ar}) \cdot A_r(\text{Ar}) \\ &= 0,7808 \cdot 28,02 + 0,2095 \cdot 32,00 + 0,0097 \cdot 39,95 \\ &= 28,947 \end{aligned}$$

$$M(\text{zrak}) = 28,95 \text{ g mol}^{-1}$$

/2

2

5. Reakcijom 0,273 g magnezija u atmosferi dušika nastaje 0,378 g produkta. Izračunajte empirijsku formulu spoja nastalog reakcijom magnezija i dušika. Prikažite Lewisovim oznakama nastajanje kemijske veze u dobivenom spoju.

Izradak:

$$m(\text{Mg}) = 0,273 \text{ g}$$

$$m(\text{N}) = 0,378 \text{ g} - 0,273 \text{ g} = 0,105 \text{ g}$$

$$n(\text{Mg}) : n(\text{N}) = M(\text{Mg}) : M(\text{N})$$

$$\frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} : \frac{m(\text{N})}{M(\text{N})} = \frac{0,273 \text{ g}}{24,31 \text{ g mol}^{-1}} : \frac{0,105 \text{ g}}{14,01 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 0,0112 : 0,00749 \text{ } /:0,00749 = 1,50 : 1 \text{ } /:2 = 3 : 2$$

Empirijska formula: Mg_3N_2



/2

/2

4

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 2:

5

6. Koji od navedenih plinova kod normalnih okolnosti ima gustoću $1,251 \text{ g L}^{-1}$?

- A argon
- B dušik
- C ugljikov(IV) oksid
- D amonijak
- E sumporovodik

Izradak:

$$\rho(\text{plin}) = 1,251 \text{ g L}^{-1}$$

$$m(\text{plin}) = 1,251 \text{ g}$$

$$V^\circ(\text{plin}) = 1 \text{ L}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{M}{V_m} \Rightarrow M = \rho \cdot V_m = 1,251 \text{ g L}^{-1} \cdot 22,4 \text{ L mol}^{-1} = 28,0 \text{ g mol}^{-1}$$

Drugi način:

$$M(\text{plin}) = \frac{m(\text{plin})}{n(\text{plin})} = \frac{m(\text{plin}) \cdot V_m^\circ}{V^\circ(\text{plin})}$$

$$= \frac{1,251 \text{ g} \cdot 22,4 \text{ L mol}^{-1}}{1 \text{ L}}$$

$$= 28,0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{N}_2) = 28,0 \text{ g mol}^{-1}$$

Odgovor: B

/2

2

7. Iva, Fran i Tin imaju svaki svoj uzorak glukoze ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Iva ima 20,6 g glukoze, Fran $4,55 \cdot 10^{22}$ molekula glukoze, a Tin 0,0877 mola glukoze. Izračunajte ukupnu masu sva tri uzorka glukoze.

Izradak:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m_1 + m_2 + m_3$$

$$m_1 = 20,6 \text{ g}$$

$$m_2 = \frac{N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{N_A} \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{4,55 \cdot 10^{22}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \cdot 180 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m_2 = 13,6 \text{ g}$$

$$m_3 = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,0877 \text{ mol} \cdot 180 \text{ g mol}^{-1} = 15,8 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 20,6 \text{ g} + 13,6 \text{ g} + 15,8 \text{ g} = 50,0 \text{ g}$$

/1

/1

/1

3

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 3:

5

8. Prema podacima u tablici odredite u kojem sustavu kristaliziraju navedene tvari.

Kemijska formula	duljina brida/pm			Kutevi			Kristalni sustav
	a	b	c	α	β	γ	
CaSiO ₃	794	732	707	90,03°	95,37°	103,43°	triklinski
ZrO ₂	514,8	520,3	531,6	90°	99,38°	90°	monoklinski
MoS ₂	316	316	123	90°	90°	120°	heksagonski
GeO ₂	439,6	439,6	286,3	90°	90°	90°	tetragonski

/4x1

4

9. Neki kristal može se prikazati formulom X₂Y. Sve čestice u kristalu imaju istu elektronsku konfiguraciju 1s²2s²2p⁶. Koja je tvrdnja ispravna za navedeni kristal?

- A Kristal dobro provodi električnu struju.
 B Elementi X i Y su nemetali.
 C Element X je zemnoalkalijski metal, a element Y ubrajamo u halogene elemente.
 D Kristal ima nisko talište.
 E Navedena tvar reagira s vodom pri čemu nastaje bazična otopina.



2/8/1



2/6



Navedena tvar je natrijev oksid, Na₂O, koji reagira s vodom pri čemu nastaje bazična otopina.

Odgovor: Točna tvrdnja je E.

/2

2

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 4:

6

- 10.** U reakciji antimona s kisikom nastane antimonov(III) oksid. U reakcijsku se posudu stavi 5,0 g antimona i 5,0 g kisika. Koja je od navedenih tvari u suvišku? Izračunajte masu produkta, kao i masu neizreagirane tvari.

Izradak:



$$\frac{n(\text{Sb})}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{3} \quad n(\text{O}_2) = \frac{3}{4} n(\text{Sb}) \quad n(\text{Sb}) = \frac{4}{3} n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{Sb}) = \frac{m(\text{Sb})}{M(\text{Sb})} = \frac{5,0 \text{ g}}{121,8 \text{ g mol}^{-1}} = 0,041 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{5,0 \text{ g}}{32,0 \text{ g mol}^{-1}} = 0,156 \text{ mol}$$

$$n(\text{Sb}) = \frac{4}{3} \cdot 0,156 \text{ mol} \quad n(\text{Sb}) = 0,208 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{3}{4} \cdot 0,041 \text{ mol} \quad n(\text{O}_2) = 0,031 \text{ mol}$$

Mjerodavni reaktant je antimon, kisik je u suvišku.

$$n(\text{Sb}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{Sb})}{2} = \frac{0,041 \text{ mol}}{2} = 0,0205 \text{ mol}$$

$$m(\text{Sb}_2\text{O}_3) = n(\text{Sb}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Sb}_2\text{O}_3) = 0,0205 \text{ mol} \cdot 291,6 \text{ g mol}^{-1} = 5,98 \text{ g}$$

$$n(\text{O}_2) = 0,156 \text{ mol} - 0,031 \text{ mol} = 0,125 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 4,00 \text{ g}$$

/1

/2

/2

5

- 11.** Tlak para otapala A pri 20 °C iznosi 0,058 bar, a otapala B 0,528 bar. Niže vrelište ima:

- A** otapalo A
B otapalo B
C vrelišta su im jednaka
D temeljem vrijednosti tlaka para otapala nije moguće uspoređivati vrelišta
E vrelište otapala A povišenjem tlaka raste, a otapala B pada

Obrazložite odabranu tvrdnju.

Otapalo B ima viši tlak para, prema tomu lakše je hlapljivo od otapala A. Tlak para raste s temperaturom i tekućina s višim tlakom para postići će vanjski tlak (kada provrije) pri nižoj temperaturi.

Točan odabir tvrdnje 1 bod
 Obrazloženje tvrdnje 2 boda

/3

3

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 5:

8

- 12.** Smjesu vode i leda polagano zagrijavamo bilježeći temperaturne promjene. Točna tvrdnja je:

- A** temperatura postupno raste, a u čaši se nalazi smjesa vode i leda
B temperatura smjese se ne mijenja sve dok u čaši ima i leda
C taljenje leda je egzoterman proces
D led grijanjem sublimira, a voda se grije

Obrazloži odabranu tvrdnju!

Točna je tvrdnja B.

Pri taljenju leda energija se ulaže u razaranje kristalne strukture, a ne u povećanje kinetičke energije čestica (što znači povišenje temperature). Prema tomu točna je tvrdnja da se temperatura smjese ne mijenja sve dok u čaši, osim vode, ima i leda.

Točna tvrdnja 1 bod
 Obrazloženje tvrdnje 1 bod

/2

2

- 13.** Volumen vode u olimpijskom bazenu je 3750 m^3 ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g cm}^{-3}$). Izračunajte koliko je topline potrebno da se voda zagrije od $20 \text{ }^\circ\text{C}$ na $26 \text{ }^\circ\text{C}$, ako je specifični toplinski kapacitet vode $4,19 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Izradak:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 3,75 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 4,19 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 6 \text{ K}$$

$$Q = 9,43 \cdot 10^7 \text{ kJ}$$

/2

2

- 14.** Izračunajte maseni udio NaNO_3 u otopini dobivenoj miješanjem 100 g $10,0 \%$ otopine i 400 g $20,0 \%$ otopine NaNO_3 .

Izradak:

$m_o(1)$ – masa $10,0 \%$ otopine $m_o(2)$ – masa $20,0 \%$ otopine

$m_o(3)$ – masa nove otopine

$$m_o(1) = 100 \text{ g} \quad m_o(2) = 400 \text{ g}$$

$$w(1) = 0,100 \quad w(2) = 0,200$$

$$m_o(3) = m_o(1) + m_o(2) = 100 \text{ g} + 400 \text{ g} = 500 \text{ g}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = w(1) \cdot m_o(1) + w(2) \cdot m_o(2) = 0,100 \cdot 100 \text{ g} + 0,200 \cdot 400 \text{ g} \\ = 10,0 \text{ g} + 80,0 \text{ g} = 90,0 \text{ g}$$

$$w(3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{m_o(3)} = \frac{90,0 \text{ g}}{500 \text{ g}} = 0,180 \quad w(\text{NaNO}_3) = 18,0 \%$$

Drugi način računanja:

$$m_o(3) \cdot w(3) = m_o(1) \cdot w(1) + m_o(2) \cdot w(2)$$

$$w(3) = \frac{100,0 \text{ g} \cdot 0,100 + 400 \text{ g} \cdot 0,200}{500 \text{ g}} = 0,180 \text{ ili } 18,0$$

/3

3

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 6:

7

15. Izračunajte: a) volumen sumporne kiseline masenog udjela 96 % i gustoće 1,84 g cm⁻³ potrebne za pripremu 250 mL otopine sumporne kiseline masene koncentracije 24,5 g L⁻¹; b) množinsku koncentraciju dobivene kiseline.

Izradak:

a) Budući da je masa H₂SO₄ jednaka u ishodnoj otopini i u dobivenoj, vrijedi:

$$w_1(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_1(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = V_2(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \gamma_2(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$V_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{V_2(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \gamma_2(\text{H}_2\text{SO}_4)}{w_1(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho_1(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

$$V_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{250 \text{ mL} \cdot 24,5 \cdot 10^{-3} \text{ g mL}^{-1}}{0,96 \cdot 1,84 \text{ g mL}^{-1}}$$

$$V_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3,47 \text{ mL}$$

$$b) c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{\gamma(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{24,5 \text{ g L}^{-1}}{98,08 \text{ g mol}^{-1}} = 0,250 \text{ mol L}^{-1}$$

/3

/2

5

16. U tablici su navedene termokemijske jednačbe s odgovarajućim reakcijskim entalpijama. Izračunajte vrijednosti standardnih entalpija stvaranja navedenih tvari.

2C(s) + O ₂ (g) → 2CO(g)	$\Delta_r H^\circ = -220 \text{ kJ mol}^{-1}$	$\Delta_f H^\circ(\text{CO}, \text{g}) = -110 \text{ kJ mol}^{-1}$
4C(s) + S ₈ (s) → 4CS ₂ (l)	$\Delta_r H^\circ = 360 \text{ kJ mol}^{-1}$	$\Delta_f H^\circ(\text{CS}_2, \text{l}) = 90 \text{ kJ mol}^{-1}$
SO ₂ (g) → S(s) + O ₂ (g)	$\Delta_r H^\circ = 297 \text{ kJ mol}^{-1}$	$\Delta_f H^\circ(\text{SO}_2, \text{g}) = -297 \text{ kJ mol}^{-1}$
2O ₃ (g) → 3O ₂ (g)	$\Delta_r H^\circ = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$	$\Delta_f H^\circ(\text{O}_3, \text{g}) = 143 \text{ kJ mol}^{-1}$

/4x
0,5

2

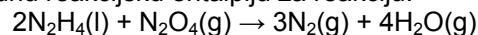
17. Smjesa hidrazina (N₂H₄) i didušikovog tetraoksida (N₂O₄) rabi se kao raketno gorivo. Entalpije stvaranja iznose:

$$\Delta_f H^\circ(\text{N}_2\text{H}_4, \text{l}) = 51 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}) = 9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -242 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Izračunajte standardnu reakcijsku entalpiju za reakciju:



Izradak:

$$\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ(\text{produkti}) - \Delta_f H^\circ(\text{reaktanti}) = [3 \cdot 0 \text{ kJ mol}^{-1} + 4 \cdot (-242 \text{ kJ mol}^{-1})] -$$

$$[2 \cdot 51 \text{ kJ mol}^{-1} + 9 \text{ kJ mol}^{-1}] = -968 \text{ kJ mol}^{-1} - 111 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r H^\circ = -1079 \text{ kJ mol}^{-1}$$

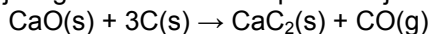
/2

2

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 7:

9

- 18.** Koliko je topline potrebno dovesti sustavu da se pripremi 5,0 tona kalcijevog karbida CaC_2 reakcijom živog vapna CaO i koksa C , ako je iskorištenje topline 70 %? Dobivanje kalcijevog karbida može se prikazati jednačbom:



$$\Delta_f H^\circ(\text{CaO, s}) = -635,2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CaC}_2, \text{s}) = -62,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^\circ(\text{CO, g}) = -110,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Izradak:

$$\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ(\text{CaC}_2) + \Delta_f H^\circ(\text{CO}) - \Delta_f H^\circ(\text{CaO})$$

$$\Delta_r H^\circ = -62,9 \text{ kJ mol}^{-1} - 110,5 \text{ kJ mol}^{-1} + 635,2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r H^\circ = 461,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$Q = n(\text{CaC}_2) \cdot \Delta_r H^\circ$$

$$Q = \frac{m(\text{CaC}_2) \cdot \Delta_r H^\circ}{M(\text{CaC}_2)} = \frac{5,0 \cdot 10^6 \text{ g} \cdot 461,8 \text{ kJ mol}^{-1}}{64,10 \text{ g mol}^{-1}} = 36,02 \cdot 10^6 \text{ kJ}$$

$$= 36,02 \cdot 10^9 \text{ J} = 36,02 \text{ GJ}$$

$$\eta(Q) = \frac{Q(\text{teoretska})}{Q(\text{dovedena})}$$

$$Q(\text{dovedena}) = \frac{Q(\text{teoretska})}{\eta} = \frac{36,02 \text{ GJ}}{0,70} = 51,5 \text{ GJ}$$

/1

/1

/1

3

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

+

+

+

5. stranica

6. stranica

7. stranica

8. stranica

ukupno bodova

+

+

+

=

	50
--	----

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 8:

3