



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE
CRAIOVA, 1-7 aprilie 2018
Ediția a LII-a

Proba teoretică
Clasa a IX -a

Indicație: Pentru rezolvarea problemelor utilizați masele atomice din anexa 1
Subiectul I **(20 de puncte)**

La fiecare din următorii 10 itemi, este corect un singur răspuns. Marchează cu **X** pe foaia de concurs răspunsul corect. **Nu se admit modificări și ștersături pe foaia de concurs.**

1. Se dau elementele A cu $Z = 11$ și B cu $Z = 16$. Alegeți afirmația adevărată.

- A. elementul A este un nemetal, elementul B este un metal;
- B. moleculele compusului AH se pot asocia prin legături de hidrogen;
- C. elementul B formează un hidroxid cu bazicitate mai mare decât a hidroxidului de bariu;
- D. compusul format în urma reacției celor două elemente, A_2B , are rețea ionică;
- E. la dizolvarea compusului H_2B în apă se obține o soluție cu pH bazic.

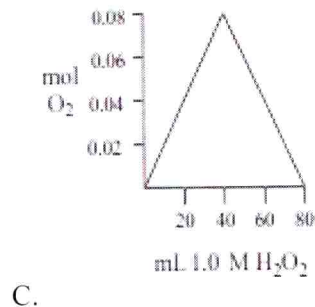
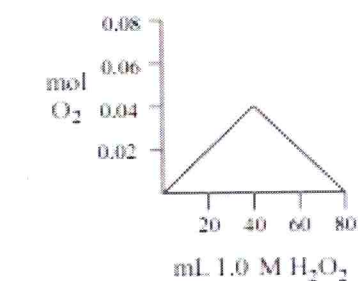
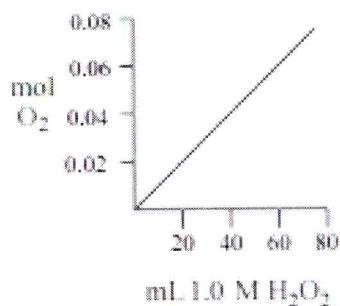
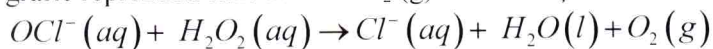
2. Conține numai substanțe care formează rețele ionice seria:

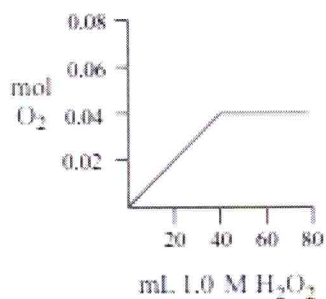
- A. $Mg(OH)_2$, Ar, $SrCl_2$;
- B. HBr, SO_2 , Kr;
- C. grafit, NaOH, $AlCl_3$;
- D. gheață, NaBr, $MgCl_2$;
- E. CaO, AlF_3 , CsCl.

3. Ordinea creșterii caracterului bazic este corectă în seria:

- A. $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$
- B. NaOH, KOH, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$
- C. $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, NaOH, KOH
- D. HSO_4^- , HSO_3^- , CH_3COO^- , HCO_3^-
- E. H_2O , $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, CsOH

4. O probă de hipoclorit de 0,04 moli este tratată cu cantități diferite de soluție apoasă de H_2O_2 1M. Ce grafic reprezintă cantitatea de O_2 (g) care se obține în conformitate cu următoarea reacția chimică:



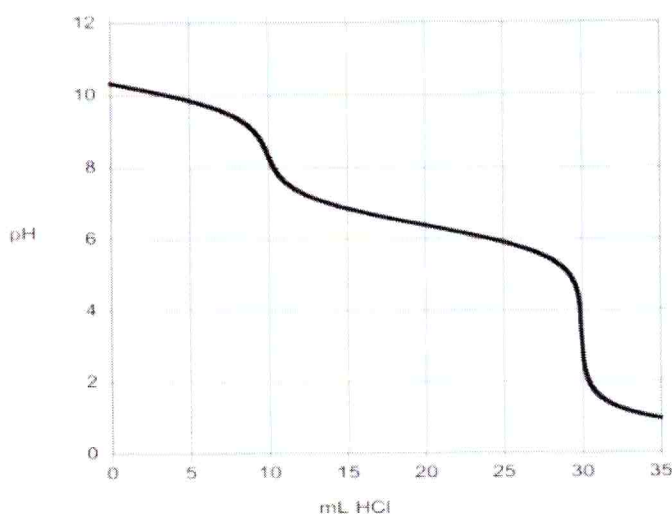


D. E. oricare din cele 4 grafice

5. Peste o probă de 10 mL soluție, care conține cationii: Mn^{2+} , Ba^{2+} , Ag^+ , Cu^{2+} , fiecare în concentrație 0,01 M, se adugă 10 mL soluție 1M de HCl. După îndepărtarea prin filtrare a precipitatului format, în filtrat se adaugă o soluție 1 M de H_2SO_4 . Noul precipitat este:

A. $BaSO_4$; B. un amestec de $BaSO_4$ și Ag_2SO_4 ; C. Ag_2SO_4 ; D $MnSO_4$.; E. nu se mai formează un nou precipitat.

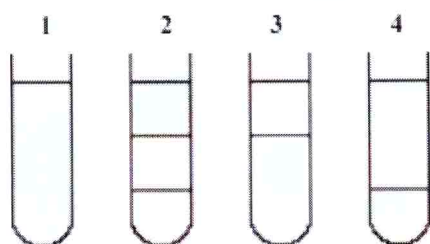
6. La titrarea unei probe, care conține un amestec de Na_2CO_3 și $NaHCO_3$, cu o soluție de HCl, se obține următorul grafic:



Raportul molar $CO_3^{2-} : HCO_3^-$ în proba inițială este:

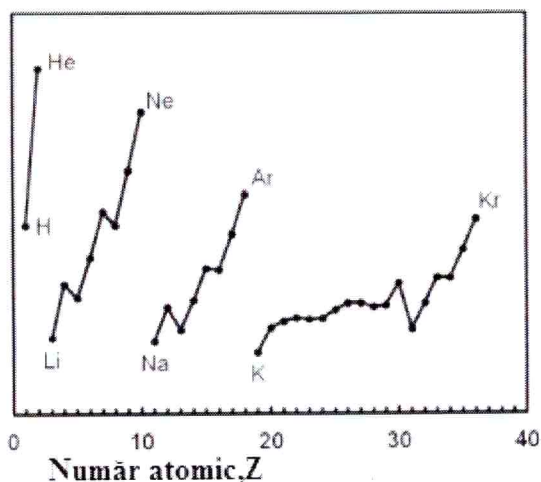
A. 2:1; B. 1:1; C. 1:2; D. 1:3; E. 2:3.

7. Într-o eprubetă se introduc volume egale din hexan (C_6H_{14}), apă și etanol(CH_3-CH_2-OH). După agitare și câteva momente de repaus eprubeta va arăta ca în imaginea (Se dau densitățile celor 3 substanțe în aceleași condiții : C_6H_{14} , 0,6548 Kg/dm^3 ; CH_3-CH_2-OH , 0,7894 g/cm^3 ; H_2O , 1 g/mL) :



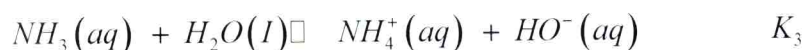
A.1; B.2; C.3; D.4; E.niciun răspuns corect.

8. Proprietățile elementelor chimice determinate de nucleul atomic variază aperiodic, iar cele determinate de configurația electronică exterioară a atomilor variază periodic. În graficul de mai jos este reprezentată variația periodică a următoarei proprietăți :



A. raza atomică; B. afinitatea de electroni; C. densitatea; D. energia de ionizare primară; E. volumul atomic.

9. Constantele de echilibru pentru următoarele reacții sunt notate cu K_1 , K_2 și respectiv K_3 .



Pentru următorul proces la echilibru :



constanta de echilibru este :

A. $K_1 - K_2 + K_3$; B. $K_1 \cdot K_3$; C. $K_1 \cdot K_3 / K_2$; D. $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$; E. $K_2 / (K_1 \cdot K_3)$.

10. Un amestec format din clorura și fluorura aceluiași metal divalent M are fracția masică a clorului egală cu 0,321. Raportul molar $\text{MF}_2:\text{MCl}_2$ este :

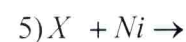
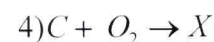
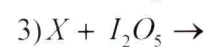
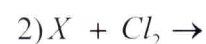
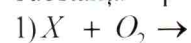
A. 1:1; B. 1:2; C. 1:3; D. 3:1; E. 2:1.

Subiectul al II-lea

(25 de puncte)

A.7 puncte

Substanța X participă la următoarele reacții chimice:



a. Identificați substanța X și scrieți ecuațiile reacțiilor chimice la care participă.

b. Explicați de ce compusul obținut în reacția 5 este lichid în condiții normale.

B.6 puncte

În tabelul următor este descrisă interacțiunea dintre soluțiile unor săruri binare ale potasiului cu elementele X, Y și Z și soluțiile de azotat de argint, azotat de plumb și azotat de mercur.

	AgNO_3	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
KX	precipitat galben	precipitat galben	Precipitat roșu
KY	precipitat alb-brânzos	precipitat alb	-
KZ	-	precipitat alb	-

1. Determinați formulele chimice ale sărurilor KX, KY și KZ .

2. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice care au condus la formarea precipitatelor din tabelul de mai sus.

C.6 puncte

Justificați dacă următoarele afirmații sunt adevărate.

1. La tratarea a 2,505 g combinație complexă (cobalt cu amoniac și clor) cu AgNO_3 se obține un precipitat cu masa de 2,87 g. Formula combinației complexe este $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$.

2. Pentru un element din perioada a doua se dau valorile energiilor de ionizare pentru primii patru electroni ionizabili: $E_1 = 191$ kcal/mol, $E_2 = 578$ kcal/mol, $E_3 = 872$ kcal/mol, $E_4 = 5962$ kcal/mol. Elementul se află în grupa a III-a A.

3. Cristalohidratul $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ este de fapt o combinație complexă care prezintă 3 izomeri de hidratare: X, Y și Z. Formula celor 3 izomeri este: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_{3+n}\text{Cl}_{3-n}]\text{Cl}_n \cdot (3-n)\text{H}_2\text{O}$, unde $n = 1, 2$ sau 3 . Pentru $n=3$ compusul X este violet, pentru $n = 2$ compusul Y este verde deschis, iar pentru $n = 1$ compusul Z este verde închis. Variația conductibilității electrice a soluțiilor apoase ale compușilor X, Y, Z, care au aceeași concentrație molară, este $X > Y > Z$.

4. La amestecarea a 100 mL de sulfat de fier (II) de concentrație de 0,1 M cu 100 mL soluție a unei sări de concentrație 0,1 M se formează 1,52 g precipitat. Formula chimică a precipitatului este FeHPO_4 .

D.6 puncte

Se consideră procesul chimic reversibil:



Într-un recipient de reacție cu volumul de 50 L se află: 70 mol N_2 , 160 mol H_2 și 130 mol NH_3 . Amestecul este încălzit la 227°C , temperatura la care $K_C = 13,97 \text{ L}^2/\text{mol}^2$.

a. Folosind raportul concentrațiilor molare inițiale, Q, determinați în ce sens se desfășoară procesul chimic până la stabilirea echilibrului.

b. Calculați numărul de moli de azot la echilibru, știind că fracția molară a NH_3 la echilibru este 0,7145.

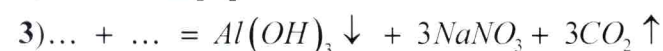
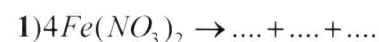
c. Un alt amestec inițial care conține hidrogen și azot în raport molar 3:1 este folosit de asemenea pentru obținerea amoniacului conform reacției: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$. Știind că, la echilibru, amestecul gazos rezultat conține 15,3% amoniac (% de volum), la 200°C și 1 atm, calculați constanta de echilibru K_p , la 200°C și 1 atm.

Subiectul al III-lea

(30 de puncte)

A.8 puncte

Completați următoarele ecuații chimice:



B.22 puncte

Un compus chimic X, care conține în moleculă oxigen, clor și un nemetal Y în raport atomic 1:2:1, este folosit ca reactiv de clorurare în chimia anorganică și organică, dar și la deshidratarea hidraților cristalini ai unor cloruri metalice. Pentru a deshidrata 3 g clorură de magneziu hidratată, care conține 53,15% H₂O de cristalizare se consumă 10,539 g de compus X (reacția 1). Din această reacție se obțin 5,953 L(c.n.) amestec gazos format din oxidul acid B și HCl în raport molar de 1: 2, alături de soluția de clorură de magneziu.

Compușii X și B se pot obține din reacția substanțelor A și C (reacția 2). Substanțele X, A, B și C au în compoziție același nemetal Y. Din reacția compușilor D și B se obțin substanțele X și E (reacția 3).

Compusul E este obținut din reacția de combinare a lui D cu F (reacția 4). C este un produs de oxidare catalitică (reacția 5). Prin reacția a 1 g clorură D cu apă se obține un amestec format din doi acizi(reacția 6), care la adăugarea de azotat de argint în exces se formează 3,442 g precipitat alb(reacția 7), solubil în soluție de amoniac(reacția 8) sau în exces de HCl concentrat(reacția 9). După separarea precipitatului în filtrat se adăugă o soluție de NaOH(reacțiile 10 și 11). În urma reacției 11 se formează 2,01 g de precipitat galben care este solubil în HNO₃ (reacția 12).

- Determinați formula cristalohidratului.
- Determinați densitatea amestecului gazos format din compusul B și HCl, în g / L.
- Calculați masa molară medie a amestecului gazos.
- Calculați masa molară a compusului B.
- Determinați prin calcul formulele moleculare ale substanțelor A, B, D și X, știind că substanța A conține 31,07% nemetal Y, iar substanța D conține 85,13%Cl.
- Identificați substanțele C, E, F, știind că F este un oxid superior al elementului conținut în molecula substanței D
- Scrieți ecuațiile reacțiilor 1-12.

Subiectul al IV-lea**(25 de puncte)**

1. Sulfurul este cunoscut din cele mai vechi timpuri. Chinezii și egiptenii (aproximativ 5000 î.Hr.) utilizau sulfurul ca înălbitor de textile, ca substanță medicamentoasă și ca dezinfectant.

a. Sulfurului i se cunosc 25 de izotopi naturali, din care doar 4 sunt stabili: ³²S (95,02%), ³³S (0,75%), ³⁴S (4,21%), și ³⁶S (0,02%). Calculați masa atomică a sulfurului.

b. Sulfurul este o substanță solidă, de culoare galbenă, insolubilă în apă, dar solubilă în sulfura de carbon, benzen, toluen sau petrol. Justificați solubilitatea diferită a sulfurului în sulfură de carbon și în apă.

2. Sulfurul, fiind un element reactiv, formează o varietate de compuși anorganici, cât și compuși organici cu importanță biologică ridicată. Numerele de oxidare ale sulfurului variază de la -2 la +6. Compușii sulfurului în starea sa de oxidare inferioară, prezenți în multe deșeuri industriale, sunt ecotoxici periculoși. În soluție aceștia apar în general sub formă de ioni sulfură, S²⁻, ioni tiosulfat, S₂O₃²⁻ și ioni sulfat, SO₃²⁻.

a. Notați N.O. al sulfurului în cei trei ioni.

b. Precizați caracterul redox al ionului sulfură în orice reacție cu schimb de electroni la care participă.

3. Determinarea concentrației celor trei ioni (S²⁻, S₂O₃²⁻, SO₃²⁻) aflați într-un amestec apos se poate face prin titrare redox în diferite condiții.

Analiza I. La o probă A de 20 mL soluție conținând S²⁻, S₂O₃²⁻, SO₃²⁻ se adaugă o soluție ce conține Zn²⁺. După terminarea reacției și separarea precipitatului prin filtrare soluția este adusă într-un balon cotat de 50 mL și diluată până la semn. Se iau 20 mL din noua soluție și se inactivează SO₃²⁻ cu aldehydă formică, conform reacției: SO₃²⁻ + CH₂O + H⁺ → CH₂(OH)SO₃⁻.

Anionul din soluție, care conține sulf, este titrat cu 5,20 mL soluție standard de iod 0,01 M.

a. Scrieți ecuațiile ionice ale reacțiilor care au loc în această analiză.

b. Notați anionul care este determinat în această analiză.

c. Calculați concentrația acestui ion în g/L în proba A.

Analiza II. O probă de 20 mL de soluție de iod 0,01 M se combină cu 15 mL din balonul cotat de la punctul 1. Amestecul rezultat s-a titrat cu 6,43 mL soluție standard de tiosulfat de sodiu 0,01 M.

a. Scrieți ecuațiile ionice ale reacțiilor care au loc în această analiză.

b. Care dintre ionii S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} se determină în această analiză, ținând seama de rezultatul obținut la analiza I ?

c. Calculați concentrația acestui ion în g/L în proba A, ținând seama și de rezultatul obținut la analiza I.

Analiza III. O probă de 10 mL de soluție de iod 0,05 M s-a amestecat cu 10 mL din proba A conținând ionii S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} . Amestecul obținut se titrează cu 4,12 mL soluție standard de tiosulfat de sodiu 0,05 M.

a. Scrieți ecuațiile ionice ale reacțiilor care au loc în această analiză.

b. Care dintre ionii S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} se determină în această analiză, ținând seama și de rezultatele obținute la analiza I și analiza II ?

c. Calculați concentrația acestui ion în g/L în proba A, ținând seama și de rezultatele obținute la analizele I și II.

Notă: Timp de lucru 3 ore.

Toate subiectele sunt obligatorii

Se dau :

1. ANEXA : TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

2. Volumul molar = 22,4 L/mol

3. Constanta generală a gazului ideal, $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Subiecte selectate și prelucrate de:

1. Prof.dr. Ion Ion -Universitatea „Politehnica” din București

2. Prof. Gheorghe Costel-Colegiul Național „Vlaicu Vodă”, Curtea de Argeș

3. Prof. Fântână Dorina-Colegiul Național Militar „Ștefan cel Mare”, Câmpulung Moldovenesc

4. Prof. Răcășanu Rodica - Colegiul Național „Ion Luca Caragiale”, Moreni

5. Prof. Guceanu Constantin- Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Botoșani

Comisia Centrală a Olimpiadei

Naționale de Chimie

Vă urează

Succes!

ANEXA : TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18																	
8A																	
2																	
He																	
4,003																	
10																	
Ne																	
20,18																	
17																	
F																	
19,00																	
7A																	
8																	
O																	
16,00																	
6A																	
7																	
N																	
14,01																	
5A																	
6																	
C																	
12,01																	
4A																	
5																	
B																	
10,81																	
3A																	
13																	
Al																	
26,98																	
12																	
2B																	
30																	
Zn																	
65,39																	
32																	
Ge																	
72,61																	
34																	
Se																	
78,97																	
35																	
Br																	
79,90																	
36																	
Kr																	
83,80																	
54																	
Xe																	
131,3																	
52																	
Te																	
127,6																	
53																	
I																	
126,9																	
85																	
At																	
(210)																	
86																	
Rn																	
(222)																	
116																	
Lv																	
(293)																	
117																	
Ts																	
(294)																	
118																	
Og																	
(294)																	
103																	
Lr																	
(262)																	
102																	
No																	
(259)																	
101																	
Md																	
(358)																	
100																	
Fm																	
(357)																	
99																	
Es																	
(253)																	
98																	
Cf																	
(311)																	
97																	
Bk																	
(247)																	
96																	
Cm																	
(247)																	
95																	
Am																	
(243)																	
94																	
Pu																	
(244)																	
93																	
Np																	
(237)																	
92																	
U																	
238,0																	
231,0																	
Pa																	
(231)																	
91																	
Th																	
232,0																	
90																	
Th																	
232,0																	
89																	
Ac																	
(227)																	
88																	
Ra																	
(226)																	
87																	
Fr																	
(223)																	
86																	
Ba																	
137,3																	
85																	
La																	
138,9																	
84																	
Ce																	
132,9																	
83																	
Pr																	
137,3																	
82																	
Nd																	
144,2																	
81																	
Pm																	
(145)																	
80																	
Sm																	
150,4																	
79																	
Eu																	
152,0																	
78																	
Gd																	
157,3																	
77																	
Tb																	
158,9																	
76																	
Dy																	
162,5																	
75																	
Ho																	
164,9																	
74																	
Er																	
167,3																	
73																	
Tm																	
168,9																	
72																	
Yb																	
173,0																	
71																	
Lu																	
175,0																	
70																	
Y																	
88,91																	
69																	
Zr																	
91,22																	
68																	
Nb																	
92,91																	
67																	
Mo																	
95,95																	
66																	
Tc																	
(98)																	
65																	
Ru																	
101,1																	
64																	
Rh																	
102,9																	
63																	
Pd																	
106,4																	
62																	
Ag																	
107,9																	
61																	
Cd																	
112,4																	
60																	
In																	
114,8																	
59																	
Sn																	
118,7																	
58																	
Sb																	
121,8																	
57																	
Te																	
127,6																	
56																	
I																	
126,9																	
55																	
Xe																	
131,3																	
54																	
Kr																	
83,80																	
53																	
Br																	
79,90																	
52																	
Se																	
78,97																	
51																	
As																	
74,92																	
50																	
Ge																	
72,61																	
49																	
Ga																	
69,72																	
48																	
Zn																	
65,39																	
47																	
Cu																	
63,55																	
46																	
Ni																	
58,69																	
45																	
Co																	
58,93																	
44																	
Fe																	
55,85																	
43																	
Mn																	
54,94																	
42																	
Cr																	
52,00																	
41																	
V																	
50,94																	
40																	
Ti																	
47,88																	
39																	
Sc																	
44,96																	
38																	
Y																	
88,91																	
37																	
Zr																	
91,22																	
36																	
Nb																	
92,91																	
35																	
Mo																	
95,95																	
34																	
Tc																	
(98)																	
33																	
Ru																	
101,1																	
32																	
Rh																	
102,9																	
31																	
Pd																	
106,4																	
30																	
Ag																	
107,9																	
29																	
Cd																	
112,4																	
28																	
In																	
114,8																	
27																	
Sn																	
118,7																	
26																	
Sb																	
121,8																	
25																	
Te																	
127,6																	
24																	
I																	
126,9																	
23																	
Xe																	
131,3																	
22																	
Kr																	
83,80																	
21																	
Br																	
79,90																	
20																	
Se																	
78,97																	
19																	
As																	
74,92																	
18																	
Ge																	
72,61																	
17																	
Ga																	
69,72																	
16																	
Zn																	
65,39																	
15																	
Cu																	
63,55																	
14																	
Ni																	
58,69																	
13																	
Co																	
58,93																	
12																	
Fe																	
55,85																	
11																	
Mn																	
54,94																	
10																	
Cr																	
52,00																	
9																	
V																	
50,94																	
8																	
Ti																	
47,88																	
7																	
Sc																	
44,96																	
6																	
Ca																	
40,08																	
5																	
K																	
39,10																	
4																	
Ar																	
39,95																	
3																	
Cl																	
35,45																	
2																	
S																	
32,07																	
1																	
P																	
30,97																	
0																	
O																	
16,00																	
-1																	
N																	
14,01																	
-2																	
C																	
12,01																	
-3																	
B																	
10,81																	
-4																	
Be																	
9,012																	
-5																	
Li																	
6,941																	
-6																	
H																	
1,008																	
-7																	
He																	
4,003																	