



Final Examination
2018/2019 Academic Session

June 2019

**JIK421 – Analytical Chemistry II
(Kimia Analitis II)**

Duration : 3 hours
(Masa : 3 jam)

Please check that this examination paper consists of **TWELVE (12)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini].*

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. Answer the questions in English. You may also answer the questions in Bahasa Malaysia, but not a mix of both languages.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. Jawab soalan-soalan dalam Bahasa Inggeris. Anda juga dibenarkan menjawab soalan dalam Bahasa Malaysia, tetapi campuran antara kedua-dua bahasa ini tidak dibenarkan].

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai].

1. (a). Explain the following concepts/items given below:
- (i). Molecular emission process explained using the molecular orbital energy diagram
 - (ii). Ionic emission in high temperature emission spectroscopy
 - (iii). Atomization process for a liquid sample in atomic spectroscopy
 - (iv). Multielement determination in atomic spectroscopy
 - (v). Beers Law for atomic spectroscopy, using an atomic absorption determination as an example

Jelaskan konsep/perkara berikut yang diberikan di bawah:

- (i). Proses pemancaran molekul dijelaskan menggunakan gambar rajah tenaga orbital molekul*
- (ii). Pemancaran ionik dalam spektroskopi pemancaran pada suhu tinggi*
- (iii). Proses pengatoman untuk sampel cecair dalam spektroskopi atom*
- (iv). Penentuan pelbagai unsur dalam spektroskopi atom*
- (v). Hukum Beers untuk spektroskopi atom, menggunakan penentuan penyerapan atom sebagai contoh*

(10 marks/markah)

- (b). Describe **TWO (2)** main advantages of atomic emission spectroscopy compared to atomic absorption spectroscopy.

*Huraikan **DUA (2)** kelebihan spektroskopi pemancaran atom berbanding dengan spektroskopi penyerapan atom.*

(5 marks/markah)

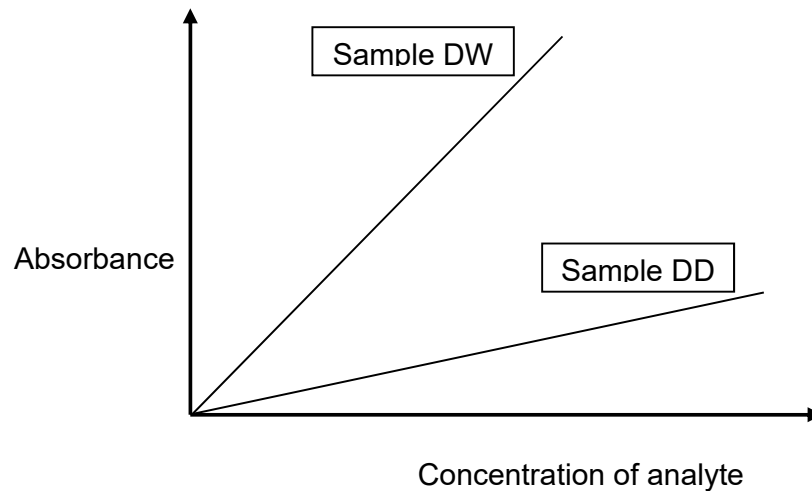
- (c). Describe **TWO (2)** main advantages of capillary gas chromatography compared to open tubular column gas chromatography.

*Huraikan **DUA (2)** kelebihan utama kromatografi gas kapilari berbanding kromatografi gas turus tiub terbuka.*

(5 marks/markah)

2. (a). Consider the calibration curves given below. The lines represent standard calibration results obtained from two different determinations using the same technique.

Pertimbangkan keluk tentukan yang diberikan di bawah. Garisan-garisan itu mewakili keputusan penentuan piawai yang diperolehi daripada dua penentuan yang berbeza menggunakan teknik yang sama.



- (i). Which sample determination shows a more sensitive response?
Penentuan sampel manakah yang menunjukkan respons yang lebih sensitif?
- (ii). Which sample determination shows a larger linear range?
Give your reasons to both answers.
Penentuan sampel manakah menunjukkan julat linear yang lebih besar?
Beri alasan anda kepada kedua-dua jawapan itu.

(5 marks/markah)

...4/-

- (b). Atomic fluorescence is extremely difficult to observe compared to molecular fluorescence. Using a suitable atom and molecule with the appropriate atomic and molecular orbital energy diagrams, explain that observation.

Pendarfluoran atom amat sukar untuk diperhatikan berbanding dengan pendarfluoran molekul. Menggunakan atom dan molekul yang sesuai dengan gambar rajah tenaga orbital atom dan molekul yang berkaitan, terangkan pemerhatian itu.

(10 markah/markah)

- (c). Draw a sample calibration curve for quantitative determination of aluminium using inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS). Show how a quantitative determination for the species is done using the calibration curve.

Lukis suatu sampel keluk tentukuran untuk penentuan kuantitatif aluminium menggunakan spektrometer jisim plasma yang digabungkan secara induktif (ICP-MS). Tunjukkan bagaimana penentuan kuantitatif untuk spesies dilakukan dengan menggunakan keluk tentukuran itu.

(5 marks/markah)

3. (a). Capillary gas chromatography (cap. GC) deals with liquid and gaseous samples at high pressures whereas mass spectrometer (MS) involves gaseous state and requires high vacuum conditions. Describe in detail how these conflicting conditions are taken care of in the process of combining the two techniques resulting in a very useful hybrid technique known as GC-MS. Use appropriate diagrams if needed to clarify your explanation.

Kromatografi gas kapilari (cap. GC) menggunakan sampel cecair dan gas pada tekanan tinggi manakala spektrometer jisim (MS) melibatkan keadaan bergas dan memerlukan keadaan vakum yang tinggi. Terangkan secara terperinci bagaimana keadaan-keadaan yang bercanggah itu ditangani dalam proses menggabungkan dua teknik bagi menghasilkan suatu teknik hibrid yang sangat berguna yang dikenali sebagai GC-MS. Gunakan gambar rajah yang sesuai jika perlu untuk menjelaskan penerangan anda.

(10 marks/markah)

...5/-

- (b). Briefly describe two advantages of capillary gas chromatographic technique equipped with flame ionization detector or electron capture detector compared to capillary GC-MS.

Terangkan secara ringkas dua kelebihan teknik kromatografi gas kapilari yang dilengkapi dengan pengesan pengionan nyala atau pengesan penangkapan elektron berbanding dengan teknik kapilari GC-MS.

(5 markah/markah)

- (c). HPLC-MS is often the method of choice for the determination of structures and thus identity of many compounds in biological samples even though the resolving power of HPLC-MS may not be as good as capillary GC-MS. Give two reasons for that choice.

HPLC-MS sering merupakan kaedah pilihan untuk menentukan struktur dan dengan itu identiti banyak sebatian dalam sampel biologi walaupun keupayaan resolusi HPLC-MS mungkin tidak sebaik kapilari GC-MS. Beri dua sebab pilihan itu dilakukan.

(5 marks/markah)

4. (a). The following data was obtained from a high performance liquid chromatographic analysis of a plant-based protein sample:

Column used: C-18, 15 cm

Solvent: Water-acetonitrile, 10% to 90% in 22 minutes

Data berikut diperoleh daripada analisis kromatografi cecair berprestasi tinggi terhadap sampel protein berasaskan tumbuhan:

Turus yang digunakan: C-18, 15 cm

Pelarut: Air-asetonitril, 10% hingga 90% dalam masa 22 minit

Peak number	t_R (min)	Ion Count
1	1.55	12359.5
2	2.30	348876.5
3	2.85	87553.0
4	5.75	191120.0
5	6.35	772372.5
6	9.40	70224.0
7	14.85	43338.5
8	18.45	66851.0

- (i). Was the analysis done using isocratic or gradient elution condition?

Adakah analisis dilakukan dengan menggunakan elusi isokratik atau elusi berkecerunan?

- (ii). Suggest an alternative solvent that can be used to replace acetonitrile.

Cadangkan pelarut alternatif yang boleh digunakan untuk menggantikan asetonitril.

- (iii). What was the chromatographic detector used?

Apakah pengesanan kromatografi yang digunakan?

(5 marks/markah)

- (b). Discuss the advantages of using gradient elution compared to isocratic elution.

Bincangkan kelebihan menggunakan elusi berkecerunan berbanding elusi isokratik.

(5 marks/markah)

- (c). (i). Draw a schematic diagram of an HPLC-MS spectrometer. Label all the components.

Lukis gambar rajah skema suatu spektrometer HPLC-MS. Labelkan semua komponen.

- (ii). What are the **TWO (2)** most critical component in the HPLC-MS instrument? Give reason(s) to your answer.

*Apakah **DUA (2)** komponen paling kritikal dalam peralatan HPLC-MS? Berikan alasan kepada jawapan anda.*

- (iii). Why is the operating cost for HPLC-MS much higher than HPLC with UV detector?

Mengapakah kos operasi HPLC-MS jauh lebih tinggi daripada HPLC dengan pengesanan UV?

(10 marks/markah)

5. (a). High resolution gas chromatography can be achieved by using longer columns and more selective stationary phase. However there is a limit to that approach. A potentially useful option to achieve extremely high resolution gas chromatography is by using two columns sequentially in a technique called multidimensional chromatography.

Kromografi gas resolusi tinggi boleh dicapai dengan menggunakan turus-turus yang lebih panjang dan fasa pegun yang lebih terpilih. Walau bagaimanapun terdapat had untuk pendekatan sebegini. Pilihan yang berpotensi berguna untuk mencapai kromatografi gas resolusi yang sangat tinggi adalah dengan menggunakan dua turus secara berurutan dalam suatu teknik yang dikenali sebagai kromatografi multidimensi.

- (i). Show by using a suitable diagram how two columns can be used to achieve ultra high resolution gas chromatography.

Tunjukkan dengan menggunakan gambar rajah yang sesuai bagaimana dua turus boleh digunakan untuk mencapai kromatografi gas beresolusi amat tinggi.

- (ii). How does extremely high resolution separation of compounds is achieved by using two columns instead of one.

Bagaimana pemisahan beresolusi yang amat tinggi bagi sebatian-sebatian dicapai dengan menggunakan dua turus dan bukannya satu.

- (iii). Show a sketch of output/chromatogram that is obtained via the multidimensional chromatographic technique.

Tunjukkan lakaran hasil/kromatogram yang diperoleh melalui teknik kromatografi multidimensi.

(10 marks/markah)

- (b). The following standard solutions were used in determining Co, an element that is becoming very important in the production of rechargeable batteries used in various applications. A flame atomic emission spectrometer was used.

Larutan piawai berikut digunakan dalam menentukan Co, suatu unsur yang menjadi sangat penting dalam pengeluaran bateri yang boleh dicas semula yang digunakan dalam pelbagai aplikasi. Spektrometer pemancaran atom nyala digunakan.

Solution	Co concentration (ppb)	Absorbance
Standard solution 1	5.0	1.51
Standard solution 2	10.0	2.95
Standard solution 3	20.0	6.05
Standard solution 4	50.0	15.20
Standard solution 5	100.0	29.12
Unknown A with unknown Co conc.	?	29.15
Unknown B with unknown Co conc.	?	1.50

- (i). Construct an appropriate calibration curve based on those standard solutions (graph paper is not needed).

Bina keluk tentukan yang sesuai berdasarkan larutan piawai itu (kertas graf tidak diperlukan).

- (ii). Based on the data provided, the concentration of Co in both unknowns A and B cannot be accurately determined using the calibration curves. Give reason(s) for that observation.

Berdasarkan data yang diberi, kepekatan Co dalam kedua-dua anu A dan B tidak dapat ditentukan dengan jitu menggunakan keluk penentuan. Beri sebab untuk pemerhatian itu.

- (iii). Suggest a way that will enable the unknown concentration of Co in both samples be accurately determined.

Cadangkan cara yang akan membolehkan kepekatan Co dalam kedua-dua sampel dapat ditentukan dengan jitu.

(10 marks/markah)

6. For the following samples, suggest the most appropriate analytical technique/method that can be used to do the required analysis. The technique can be spectroscopic, chromatographic or a combination of both. Explain your reasons for choosing that technique/method.

Bagi sampel-sampel berikut, cadangkan teknik/kaedah analisis yang paling sesuai yang boleh digunakan untuk melakukan analisis yang diperlukan. Teknik ini boleh jadi spektroskopik, kromatografi atau gabungan kedua-duanya. Jelaskan sebab-sebab anda memilih teknik/kaedah itu.

- (a). An organic reaction products known to contain a mixture of up to 10 different compounds including some isomers. The compounds' structure needs to be identified.

Produk tindak balas organik yang diketahui mengandungi campuran sehingga 10 sebatian yang berbeza termasuk beberapa isomer. Struktur sebatian-sebatian perlu dikenalpasti.

- (b). A very well-known distilled water brand claims its water is so clean that it contains no minerals or chemicals. Verify the claim.

Suatu jenama air suling yang sangat terkenal mendakwa bahawa airnya sangat bersih sehingga ia tidak mengandungi mineral atau bahan kimia. Sahkan dakwaan itu.

- (c). A colourless essential oil sample extracted from a mature trunk of a camphor tree. The structures and identities of the various components in that essential oil needs to identified.

Suatu sampel minyak pati yang tidak berwarna yang diekstrak daripada batang pokok kapur barus yang matang. Struktur dan identiti pelbagai komponen dalam minyak pati itu perlu dikenalpasti.

- (d). Tofu and tempeh are claimed to be one of the richest source of plant-based proteins. Furthermore, those plant products are complete proteins containing all nine essential amino acids that humans need. The presence of nine amino acids in tofu and tempeh samples need to be confirmed.

Tauhu dan tempe dikatakan sebagai salah satu sumber protein tumbuhan yang paling mantap. Tambahan pula, produk tumbuhan itu adalah protein lengkap yang mengandungi kesemua sembilan asid amino yang diperlukan oleh manusia. Kehadiran sembilan asid amino dalam sampel tauhu dan tempe itu perlu disahkan.

(20 marks/markah)

IUPAC Periodic Table of the Elements

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol	atomic number	Symbol																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	H hydrogen [1.007 1 099]	2	He helium 4.002	3	Li lithium [6.938 4 897]	4	Be beryllium 9.012	5	B boron [10.81 1 039]	6	C carbon [12.00 1 12 00]	7	N nitrogen [14.00 1 40 01]	8	O oxygen [15.99 1 16 10]	9	F fluorine 18.99	10	Ne neon 20.18	11	Na sodium [22.98 9 73 2]	12	Mg magnesium [24.30 4 83 1]	13	Al aluminium 26.98	14	Si silicon [28.08 5 83 6]	15	P phosphorus 30.97	16	S sulfur [32.05 5 37 06]	17	Cl chlorine [35.44 3 04 1]	18	Ar argon 39.96	19	K potassium 39.10	20	Ca calcium 40.08	21	Sc scandium 44.96	22	Ti titanium 47.87	23	V vanadium 50.94	24	Cr chromium 51.99	25	Mn manganese 54.94	26	Fe iron 55.85	27	Co cobalt 58.93	28	Ni nickel 58.69	29	Cu copper 63.55	30	Zn zinc 65.38	31	Ga gallium 69.72	32	Ge germanium 72.63	33	As arsenic 74.92	34	Se selenium 78.96	35	Br bromine [79.90 1 83 91]	36	Kr krypton 83.80	37	Rb rubidium 85.47	38	Sr strontium 87.62	39	Y yttrium 88.91	40	Zr zirconium 91.22	41	Nb niobium 92.91	42	Mo molybdenum 95.95	43	Tc technetium	44	Ru ruthenium 101.1	45	Rh rhodium 102.9	46	Pd palladium 106.4	47	Ag silver 107.9	48	Cd cadmium 112.4	49	In indium 114.8	50	Sn tin 118.7	51	Sb antimony 121.8	52	Te tellurium 127.6	53	I iodine 126.9	54	Xe xenon 131.3	55	Cs cesium 132.9	56	Ba barium 137.3	57	La lanthanum 138.9	58	Ce cerium 140.1	59	Pr praseodymium 140.9	60	Nd neodymium 144.2	61	Pm promethium	62	Sm samarium 150.4	63	Eu europium 151.9	64	Gd gadolinium 157.3	65	Tb terbium 158.9	66	Er erbium 167.3	67	Ho holmium 164.9	68	Tm thulium 168.9	69	Yb ytterbium 173.0	70	Lu lutetium 175.0	71	Uuo unununium	72	Hf hafnium 178.5	73	Ta tantalum 180.9	74	W tungsten 183.8	75	Re rhenium 186.2	76	Os osmium 190.2	77	Ir iridium 192.2	78	Pt platinum 195.1	79	Au gold 196.9	80	Hg mercury 200.5	81	Tl thallium [204.3 204 4]	82	Pb lead 207.2	83	Bi bismuth 208.9	84	Po polonium	85	At astatine	86	Rn radon	87	Fr francium	88	Ra radium	89	Ac actinium	90	Th thorium 232.0	91	Pa protactinium 231.0	92	U uranium 238.0	93	Np neptunium	94	Pu plutonium	95	Am americium	96	Cm curium	97	Bk berkelium	98	Cf californium	99	Es einsteinium	100	Fm fermium	101	Md mendelevium	102	No nobelium	103	Lr lawrencium	104	Uuq ununquadium	105	Uub ununbium	106	Uuq ununquadium	107	Uub ununbium	108	Uuq ununquadium	109	Uub ununbium	110	Uuq ununquadium	111	Uub ununbium	112	Cn copernicium	113	Nh nihonium	114	Fl flerovium	115	Uup ununpentium	116	Lv livermorium	117	Uus ununseptium	118	Uuo ununoctium	119	Uuh ununnonium	120	Uuo ununoctium	121	Uuh ununnonium	122	Uuo ununoctium	123	Uuh ununnonium	124	Uuo ununoctium	125	Uuh ununnonium	126	Uuo ununoctium	127	Uuh ununnonium	128	Uuo ununoctium	129	Uuh ununnonium	130	Uuo ununoctium	131	Uuh ununnonium	132	Uuo ununoctium	133	Uuh ununnonium	134	Uuo ununoctium	135	Uuh ununnonium	136	Uuo ununoctium	137	Uuh ununnonium	138	Uuo ununoctium	139	Uuh ununnonium	140	Uuo ununoctium	141	Uuh ununnonium	142	Uuo ununoctium	143	Uuh ununnonium	144	Uuo ununoctium	145	Uuh ununnonium	146	Uuo ununoctium	147	Uuh ununnonium	148	Uuo ununoctium	149	Uuh ununnonium	150	Uuo ununoctium	151	Uuh ununnonium	152	Uuo ununoctium	153	Uuh ununnonium	154	Uuo ununoctium	155	Uuh ununnonium	156	Uuo ununoctium	157	Uuh ununnonium	158	Uuo ununoctium	159	Uuh ununnonium	160	Uuo ununoctium	161	Uuh ununnonium	162	Uuo ununoctium	163	Uuh ununnonium	164	Uuo ununoctium	165	Uuh ununnonium	166	Uuo ununoctium	167	Uuh ununnonium	168	Uuo ununoctium	169	Uuh ununnonium	170	Uuo ununoctium	171	Uuh ununnonium	172	Uuo ununoctium	173	Uuh ununnonium	174	Uuo ununoctium	175	Uuh ununnonium	176	Uuo ununoctium	177	Uuh ununnonium	178	Uuo ununoctium	179	Uuh ununnonium	180	Uuo ununoctium	181	Uuh ununnonium	182	Uuo ununoctium	183	Uuh ununnonium	184	Uuo ununoctium	185	Uuh ununnonium	186	Uuo ununoctium	187	Uuh ununnonium	188	Uuo ununoctium	189	Uuh ununnonium	190	Uuo ununoctium	191	Uuh ununnonium	192	Uuo ununoctium	193	Uuh ununnonium	194	Uuo ununoctium	195	Uuh ununnonium	196	Uuo ununoctium	197	Uuh ununnonium	198	Uuo ununoctium	199	Uuh ununnonium	200	Uuo ununoctium	201	Uuh ununnonium	202	Uuo ununoctium	203	Uuh ununnonium	204	Uuo ununoctium	205	Uuh ununnonium	206	Uuo ununoctium	207	Uuh ununnonium	208	Uuo ununoctium	209	Uuh ununnonium	210	Uuo ununoctium	211	Uuh ununnonium	212	Uuo ununoctium	213	Uuh ununnonium	214	Uuo ununoctium	215	Uuh ununnonium	216	Uuo ununoctium	217	Uuh ununnonium	218	Uuo ununoctium	219	Uuh ununnonium	220	Uuo ununoctium	221	Uuh ununnonium	222	Uuo ununoctium	223	Uuh ununnonium	224	Uuo ununoctium	225	Uuh ununnonium	226	Uuo ununoctium	227	Uuh ununnonium	228	Uuo ununoctium	229	Uuh ununnonium	230	Uuo ununoctium	231	Uuh ununnonium	232	Uuo ununoctium	233	Uuh ununnonium	234	Uuo ununoctium	235	Uuh ununnonium	236	Uuo ununoctium	237	Uuh ununnonium	238	Uuo ununoctium	239	Uuh ununnonium	240	Uuo ununoctium	241	Uuh ununnonium	242	Uuo ununoctium	243	Uuh ununnonium	244	Uuo ununoctium	245	Uuh ununnonium	246	Uuo ununoctium	247	Uuh ununnonium	248	Uuo ununoctium	249	Uuh ununnonium	250	Uuo ununoctium	251	Uuh ununnonium	252	Uuo ununoctium	253	Uuh ununnonium	254	Uuo ununoctium	255	Uuh ununnonium	256	Uuo ununoctium	257	Uuh ununnonium	258	Uuo ununoctium	259	Uuh ununnonium	260	Uuo ununoctium	261	Uuh ununnonium	262	Uuo ununoctium	263	Uuh ununnonium	264	Uuo ununoctium	265	Uuh ununnonium	266	Uuo ununoctium	267	Uuh ununnonium	268	Uuo ununoctium	269	Uuh ununnonium	270	Uuo ununoctium	271	Uuh ununnonium	272	Uuo ununoctium	273	Uuh ununnonium	274	Uuo ununoctium	275	Uuh ununnonium	276	Uuo ununoctium	277	Uuh ununnonium	278	Uuo ununoctium	279	Uuh ununnonium	280	Uuo ununoctium	281	Uuh ununnonium	282	Uuo ununoctium	283	Uuh ununnonium	284	Uuo ununoctium	285	Uuh ununnonium	286	Uuo ununoctium	287	Uuh ununnonium	288	Uuo ununoctium	289	Uuh ununnonium	290	Uuo ununoctium	291	Uuh ununnonium	292	Uuo ununoctium	293	Uuh ununnonium	294	Uuo ununoctium	295	Uuh ununnonium	296	Uuo ununoctium	297	Uuh ununnonium	298	Uuo ununoctium	299	Uuh ununnonium	300	Uuo ununoctium	301	Uuh ununnonium	302	Uuo ununoctium	303	Uuh ununnonium	304	Uuo ununoctium	305	Uuh ununnonium	306	Uuo ununoctium	307	Uuh ununnonium	308	Uuo ununoctium	309	Uuh ununnonium	310	Uuo ununoctium	311	Uuh ununnonium	312	Uuo ununoctium	313	Uuh ununnonium	314	Uuo ununoctium	315	Uuh ununnonium	316	Uuo ununoctium	317	Uuh ununnonium	318	Uuo ununoctium	319	Uuh ununnonium	320	Uuo ununoctium	321	Uuh ununnonium	322	Uuo ununoctium	323	Uuh ununnonium	324	Uuo ununoctium	325	Uuh ununnonium	326	Uuo ununoctium	327	Uuh ununnonium	328	Uuo ununoctium	329	Uuh ununnonium	330	Uuo ununoctium	331	Uuh ununnonium	332	Uuo ununoctium	333	Uuh ununnonium	334	Uuo ununoctium	335	Uuh ununnonium	336	Uuo ununoctium	337	Uuh ununnonium	338	Uuo ununoctium	339	Uuh ununnonium	340	Uuo ununoctium	341	Uuh ununnonium	342	Uuo ununoctium	343	Uuh ununnonium	344	Uuo ununoctium	345	Uuh ununnonium	346	Uuo ununoctium	347	Uuh ununnonium	348	Uuo ununoctium	349	Uuh ununnonium	350	Uuo ununoctium	351	Uuh ununnonium	352	Uuo ununoctium	353	Uuh ununnonium	354	Uuo ununoctium	355	Uuh ununnonium	356	Uuo ununoctium	357	Uuh ununnonium	358	Uuo ununoctium	359	Uuh ununnonium	360	Uuo ununoctium	361	Uuh ununnonium	362	Uuo ununoctium	363	Uuh ununnonium	364	Uuo ununoctium	365	Uuh ununnonium	366	Uuo ununoctium	367	Uuh ununnonium	368	Uuo ununoctium	369	Uuh ununnonium	370	Uuo ununoctium	371	Uuh ununnonium	372	Uuo ununoctium	373	Uuh ununnonium	374	Uuo ununoctium	375	Uuh ununnonium	376	Uuo ununoctium	377	Uuh ununnonium	378	Uuo ununoctium	379	Uuh ununnonium	380	Uuo ununoctium	381	Uuh ununnonium	382	Uuo ununoctium	383	Uuh ununnonium	384	Uuo ununoctium	385	Uuh ununnonium	386	Uuo ununoctium	387	Uuh ununnonium	388	Uuo ununoctium	389	Uuh ununnonium	390	Uuo ununoctium	391	Uuh ununnonium	392	Uuo ununoctium	393	Uuh ununnonium	394	Uuo ununoctium	395	Uuh ununnonium	396	Uuo ununoctium	397	Uuh ununnonium	398	Uuo ununoctium	399	Uuh ununnonium	400	Uuo ununoctium



For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 8 January 2016.
Copyright © 2015 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.