حلول
حلول اون لاين
hulul.online
www.ien.edu.sa

3–3

كيف تختلف الذرات؟

How Atoms Differ?

الأهداف

- **تفسر** دور العدد الذري في تحديد هوية الذرة.
- **تعرف** النظائر.
- **تفسر** سبب أن الكتل الذرية ليست أعدادًا صحيحة.
- **تحسب** عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرة مستعملًا العدد الكتلي والعدد الذري.

مراجعة المفردات

الجدول الدوري: نموذج تترتب فيها جميع العناصر المعروفة تصاعديًّا بحسب أعدادها الذرية في شبكة ذات صفوف أفقية تسمى دورات، وأعمدة تسمى مجموعات.

المفردات الجديدة

العدد الذري

النظائر

العدد الكتلي

وحدة الكتل الذرية

الكتلة الذرية

الفكرة الرئيسة يحدِّد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوعَ الذرة.

الربط مع الحياة تعلم أن الأرقام تستعمل يوميًّا لتعرّف الأشخاص والأشياء. فعلى سبيل المثال، لكل مواطن يتم إصدار رقم وطني في الأحوال المدنية يُعرف به يسمى رقم الهوية الوطنية. وبالمثل فإن العدد الذري يستعمل ليحدد هوية الذرات وأنويتها.

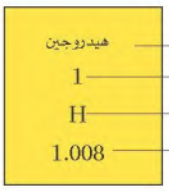
العدد الذري Atomic Number

كما ترى في الجدول الدوري للعناصر، هناك أكثر من مائة وثمانية عشر عنصرًا مختلفًا. ما الذي يجعل ذرة عنصر ما تختلف عن ذرة عنصر آخر؟ اكتشف العالم هنري موزلي Henry Moseley أن ذرات كل عنصر تحتوي على شحنات موجبة في أنويتها. وهكذا فإن عدد البروتونات في الذرة يحدد نوعها بوصفها ذرة عنصر معين. ويشار إلى عدد البروتونات في الذرة **بالعدد الذري**. ويكتب أعلى رمز العنصر (X) (العدد الذري) وتحصل من خلال الجدول الدوري على معلومات عن العناصر، ومنها الهيدروجين المبين في الشكل 15–3. فالرقم (1) الموجود فوق رمز الهيدروجين H في الجدول الدوري يشير إلى عدد البروتونات أو العدد الذري. وبالانتقال عبر الجدول الدوري في اتجاه اليمين تصل إلى عنصر الهيليوم He الذي تحتوي نواته على بروتونين، أي أن العدد الذري له (2). ويبدأ الصف التالي في الجدول الدوري بعنصر الليثيوم Li الذي عدده الذري (3)، يتبعه عنصر البريليوم Be وعدده الذري (4). وهكذا فإن الجدول الدوري مرتب من اليسار إلى اليمين، ومن أعلى إلى أسفل، تصاعديًّا بحسب الأعداد الذرية للعناصر. ولأن جميع الذرات متعادلة فإن عددي البروتونات والإلكترونات في الذرة الواحدة يجب أن يكونا متساويين. لذا فإن معرفتك بالعدد الذري للعنصر تمكّنك من معرفة عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في الذرة. فعلى سبيل المثال، تحتوي ذرة الليثيوم على ثلاثة بروتونات وثلاثة إلكترونات؛ لأن عددها الذري (3).

العدد الذري

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

العدد الذري للعنصر يساوي عدد البروتونات، وهو يساوي أيضًا عدد الإلكترونات في الذرة.



الشكل 15–3 يمثّل كل عنصر في الجدول الدوري باسمه الكيميائي، والعدد الذري، والرمز الكيميائي، ومتوسط الكتلة الذرية.

حدّد عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة ذهب.

تحتوي ذرة الذهب على ٧٩ بروتوناً، وكذلك عدد الإلكترونات فيها ٧٩ إلكتروناً

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

مثال 1–3

العدد الذري أكمل الجدول الآتي:

	العنصر	العدد الذري	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات
a	Pb	82		
b			8	
c				30

1 تحليل المسألة

طبّق العلاقة بين العدد الذري، وعدد البروتونات، وعدد الإلكترونات؛ لإكمال الفراغات في الجدول أعلاه، ثم استعمل الجدول الدوري لتحديد العنصر.

المعطيات

a. عدد الإلكترونات (e^-) = العدد الذري للرصاص = 82

b. عدد البروتونات (P) = 8

c. عدد الإلكترونات (e^-) = 30

المطلوب

a. عدد البروتونات (P)، عدد الإلكترونات (e^-) = ؟

b. العنصر، العدد الذري، عدد الإلكترونات (e^-) = ؟

c. العنصر، العدد الذري، عدد البروتونات (P) = ؟

2 حساب المطلوب

a. عدد البروتونات = العدد الذري

طبق علاقة العدد الذري

عدد البروتونات = 82

عوض العدد الذري يساوي 82

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

عدد الإلكترونات = 82

عدد البروتونات = عدد الإلكترونات = 82

b. العدد الذري = عدد البروتونات

طبق علاقة العدد الذري

العدد الذري = 8

عوض عدد البروتونات يساوي 8

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

عدد الإلكترونات = 8

العدد الذري = عدد الإلكترونات = 8

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر

العنصر هو الأكسجين (O).

c. عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

طبق علاقة العدد الذري

عدد البروتونات = 30

عوض عدد البروتونات يساوي 30

العدد الذري = عدد البروتونات

العدد الذري = 30

العدد الذري = عدد البروتونات = 30

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر

العنصر هو الخارصين Zn

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

ذرة الرادون ٨٦ بروتوناً، ٨٦ إلكتروناً

ذرة الماغنسيوم ١٢ بروتوناً، ١٢ إلكتروناً

مسائل تدريبية

12. ما عدد البروتونات والإلكترونات في كل من ذرتي العنصرين الآتيين؟

a. الرادون Rn **b.** الماغنسيوم Mg

العنصر الذي تحتوي نواته على ٦٦ إلكتروناً، هو دايسبروسيوم

13. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 66 إلكترونًا؟

العنصر الذي تحتوي ذرته على ١٤ بروتون هو السيلكون

14. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 14 بروتونًا؟

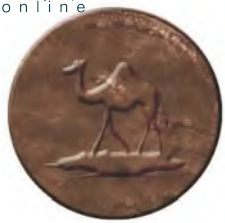
15. تحفيز هل الذرات المبينة في الشكل عن اليسار لها العدد الذري نفسه؟

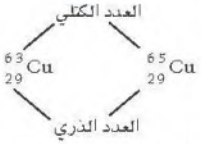
نعم عددها الذري يساوي ٩

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

النظائر والعدد الكتليّ Isotopes and Mass Number

كان جون دالتون مخطئًا عندما اعتقد أنه لا يمكن تجزئة الذرات، وأن ذرات العنصر الواحد متشابهة؛ وذلك أن ذرات العنصر الواحد لها نفس عدد البروتونات وعدد الإلكترونات، إلا أن عدد النيوترونات قد يختلف. فعلى سبيل المثال، هناك ثلاثة أنواع من ذرات البوتاسيوم موجودة في الطبيعة، ويحتوي كل نوع منها على 19 بروتونًا و19 إلكترونًا، بينما يحتوي أحد أنواع ذرة البوتاسيوم على 20 نيوترونًا، والآخر على 21 نيوترونًا، والثالث على 22 نيوترونًا. تسمى الذرات التي لها عدد البروتونات نفسه لكنها تختلف في عدد النيوترونات **النظائر**.





الشكل 3–16 الرمز الكيميائي لعنصر النحاس Cu. كانت الدروع قديمًا تصنع من نحاس –63، بنسبة 69.15%، ونحاس–65 بنسبة 30.85%.

كتلة النظائر النظائر التي تحتوي على عدد أكبر من النيوترونات تكون كتلتها أكبر. وعلى الرغم من هذه الاختلافات إلا أن ذرات نظائر العنصر يكون لها السلوك الكيميائي نفسه. وستعرف لاحقًا أن السلوك الكيميائي يحدده فقط عدد الإلكترونات الموجودة في الذرة.

تحديد النظائر كل نظير من نظائر العنصر يعرف بعدده الكتلي. **العدد الكتلي** مجموع عدد البروتونات (العدد الذري) وعدد النيوترونات في نواة العنصر.

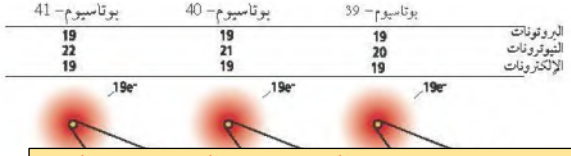
العدد الكتلي

العدد الكتلي = العدد الذري + عدد النيوترونات

العدد الكتلي لأي ذرة هو مجموع العدد الذري وعدد النيوترونات.

فعلى سبيل المثال لعنصر النحاس نظيران. النظير الذي يحتوي على 29 بروتونًا و34 نيوترونًا عدده الكتلي 63، ويكتب نحاس – 63، أو $Cu-63$ أو ^{63}Cu. والعدد الكتلي للنظير الذي يحتوي على 29 بروتونًا و36 نيوترونًا هو 65، ويكتب نحاس–65 أو $Cu-65$ أو ^{65}Cu. ويكتب الكيميائيون النظائر أيضًا باستعمال تعابير الرمز الكيميائي والعدد الذري والعدد الكتلي، كما هو مبين في **الشكل 3–16**.

النظائر في الطبيعة توجد معظم العناصر في الطبيعة على هيئة مخاليط من النظائر. وعند الحصول على أيّ عينة من العنصر فإن نسبة وجود كل نظير تبقى ثابتة. فعلى سبيل المثال، عند فحص عينة من الموز نجد أنها تحتوي على 93.26% من ذرات البوتاسيوم التي تحتوي على 20 نيوترونًا، و 6.73% من ذراته التي تحتوي على 22 نيوترونًا، و0.01% من ذراته التي تحتوي على 21 نيوترونًا. وعند فحص عينة أخرى من الموز أو مصدر آخر للبوتاسيوم فإننا سنجد أن نسبة نظائر البوتاسيوم فيها هي نفسها. ويلخص **الشكل 3–17** المعلومات المتعلقة بنظائر البوتاسيوم الثلاثة.



الشكل 3–17 للبوتاسيوم ثلاثة نظائر موجودة في الطبيعة، وهي بوتاسيوم –39، بوتاسيوم –40، بوتاسيوم –41.

اعمل قائمة بعدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات لكل نظير من نظائر النحاس.

البوتاسيوم -٣٩: ١٩ بروتوناً، ٢٠ نيوتروناً، ١٩ إلكتروناً
البوتاسيوم -٤٠: ١٩ بروتوناً، ٢١ نيوتروناً، ١٩ إلكتروناً
البوتاسيوم -٤١: ١٩ بروتوناً، ٢٢ نيوتروناً، ١٩ إلكتروناً

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

مثال 2-3

استعمل العدد الذري والعدد الكتلي تم تحليل تركيب نظائر عدة عناصر في أحد مختبرات الكيمياء. ويتضمن الجدول الآتي البيانات المتعلقة بتركيب هذه النظائر. حدد عدد البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات في نظير النيون، وسمِّ هذا النظير، وأعطه رمزًا:

بيانات نظائر بعض العناصر

	العنصر	العدد الذري	العدد الكتلي
a	النيون	10	22
b	الكالسيوم	20	46
c	الأكسجين	8	17
d	الحديد	26	57
e	الخارصين	30	64
f	الزئبق	80	204

1 تحليل المسألة

لديك بعض البيانات عن عنصر النيون في الجدول أعلاه، ويمكن إيجاد رمز النيون من الجدول الدوري، ويمكنك معرفة عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في النظير من معرفتك العدد الذري له. يمكن إيجاد عدد النيوترونات في النظير بطرح العدد الذري من العدد الكتلي.

عدد البروتونات والإلكترونات	عدد النيوترونات	النظير	رمز النظير
٢٠	٢٦	كالسيوم- ٤٦	${}^{46}_{20}Ca$
٨	٩	أكسجين-١٧	${}^{17}_{8}O$
٢٦	٣١	حديد- ٥٧	${}^{57}_{26}Fe$
٣٠	٣٤	خارصين- ٦٤	${}^{64}_{30}Zn$
٣٠	١٢٤	الزئبق- ٢٠٤	${}^{204}_{80}Hg$

إلكترونات؟

عدد البروتونات = ٢٥ بروتوناً
عدد الإلكترونات = ٢٥ إلكتروناً
عدد النيوترونات = ٣٠ نيوتروناً
${}^{55}_{25}Mn$

رمز النظير Ne

استعمل الرمز الكيميائي والعدد الكتلي والعدد الذري لكتابة رمز النظير.

3 تقويم الإجابة

طبقت العلاقة بين عدد البروتونات وعدد الإلكترونات وعدد النيوترونات، وكذلك اسم النظير والرمز بشكل صحيح.

مسائل تدريبية

16. حدد عدد كل من البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات للنظائر من (b) إلى (f) في الجدول أعلاه. وسمِّ كل نظير، واكتب رمزه.

17. **تحفيز** العدد الكتلي لذرة يساوي 55، وعدد النيوترونات هو العدد الذري مضافًا إليه خمسة. ما عدد البروتونات، والإلكترونات والنيوترونات في الذرة؟ وما رمز العنصر؟

الجدول 4-3	كُتل الجسيمات المكونة للذرة
الجسيمات المكونة للذرة	الكتلة (وحدة كتلة ذرية amu)
إلكترون	0.000549
بروتون	1.007276
نيوترون	1.008665

كتل الذرات Mass of Atoms

بالرجوع إلى الجدول 3–3 فإن كتلة كل من البروتون والنيوترون تساوي تقريبًا 1.67×10^{-24}g، وكتلة الإلكترونات أصغر من ذلك؛ فهي حوالي $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون أو النيوترون.

وحدة الكتل الذرية لأن هذه الكتل صغيرة جدًّا، ويصعب التعامل بها، فقد قام العلماء بتطوير طريقة جديدة لقياس كتلة الذرة بالنسبة إلى كتلة ذرة معيارية. هذه الذرة المعيارية هي ذرة الكربون التي كتلتها الذرية 12. لذا فإن وحدة الكتل الذرية (amu) تعرف بأنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة (الكربون-12). لذا فإن وحدة الكتلة الذرية تساوي تقريبًا كتلة بروتون واحد أو نيوترون واحد. ولكن من المهم معرفة أن كتلتي البروتون والنيوترون أكبر من واحد وهما مختلفتان قليلاً. ويبين الجدول 4–3 كتل الجسيمات المكونة للذرة بدلالة وحدة الكتلة الذرية (amu).

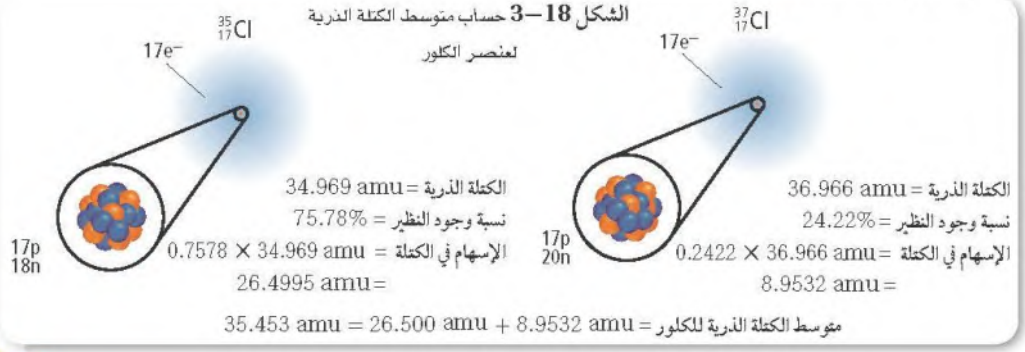
رموز الكتب

يرمز لوحدة الكتل الذرية atomic mass unit بعلم الفيزياء/ الكيمياء بالرمز u، وamu؛ وكلاهما صحيح ويعبران عن نفس الوحدة.

الكتلة الذرية لأن كتلة الذرة تعتمد أساسًا على عدد البروتونات وعدد النيوترونات فيها، ولأن كتلة كل من البروتون والنيوترون قريبة من 1 amu، فقد تتوقع أن الكتلة الذرية للعنصر هي دائمًا عدد صحيح! لكن هذا ليس صحيحًا؛ إذ إن الكتلة الذرية للعنصر هي متوسط كتل نظائر العنصر. ولأن للنظائر كتلاً مختلفة فإن متوسط الكتلة الذرية ليس عددًا صحيحًا. ويبين الشكل 18–3 حساب الكتلة الذرية للكلور.

يوجد الكلور في الطبيعة مزيجًا من 76% كلور-35، و24% كلور-37. والكتلة الذرية للكلور تساوي 35.453 uma.

الشكل 18–3 حساب متوسط الكتلة الذرية لعنصر الكلور



حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

ولأن الكتلة الذرية هي متوسط الكتل الذرية فإن ذرات الكلور-35 والتي تراجد بنسبة أكبر من ذرات الكلور-37 لها تأثير أكبر في تحديد الكتلة الذرية للكلور. تحسب الكتلة الذرية للكلور بضرب نسبة وجود كل نظير في كتلته الذرية، ثم تجمع النواتج. ويمكنك حساب الكتلة الذرية لأي عنصر إذا كنت تعرف عدد نظائره وكتلها الذرية ونسبة وجود كل نظير في الطبيعة.

ماذا قرأت؟ وضح كيف تحسب الكتلة الذرية؟

لحساب الكتلة الذرية نجمع نواتج حاصل ضرب كتلة كل نظير في نسبة وجوده في الطبيعة

الشكل 19–3 يستخرج البروم من مياه البحر الميت والبحيرات المالحة. البحر الميت في الأردن من أهم مناطق إنتاج البروم في العالم. ويستعمل البروم في التحكم في الميكروبات والطحالب في برك السباحة. كما يستعمل أيضًا في الأدوية والزيوت والدهانات والمبيدات.

عدد صحيح، لذا يمكن استنتاج أن الفلور الموجود في الطبيعة هو على الأرجح على شكل فلور-19. خذ البروم Br مثالًا آخر، تجد أن كتلته الذرية 79.904 amu، وهي قريبة من 80 amu، فيبدو كما لو أن نظير البروم الأكثر وجودًا هو البروم-80. ومع ذلك فإن نظيري البروم وهما البروم-79 كتلته 78.918 amu ونسبة وجوده في الطبيعة 50.69% والبروم-81 كتلته 80.917 amu ونسبة وجوده 49.031%. وعلى ذلك فالبروم-80 غير متوافر في الطبيعة. ويبين الشكل **19-3** المواقع الرئيسة لإنتاج البروم الموجودة في منطقة البحر الميت في الأردن.

تجربة

نمذجة النظائر

كيف يمكنك حساب الكتلة الذرية لعنصر مستخدمًا نسب وجود نظائره؟ يمكن استخدام حبات من الخرز بألوان مختلفة لعمل نموذج لعنصر له نظائر في الطبيعة؛ لأن لها تراكيب مختلفة. ستحدد كتلة كل نظير ومتوسط الكتلة الذرية للعنصر.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين.
2. احصل من معلمك على كيس من حبات الخرز من النوع نفسه، ولكنها مختلفة الألوان. صنف حبات الخرز وفق ألوانها إلى مجموعات. عدّ حبات الخرز في كل مجموعة وحبات الخرز كافة، وسجل الأعداد.
3. باستخدام الميزان حدد كتلة 10 حبات من الخرز من كل مجموعة، وسجل كل كتلة إلى أقرب 0.01 g. اقسم مجموع الكتل لكل مجموعة على عشرة للحصول على متوسط الكتلة.

التحليل

1. احسب نسبة وجود كل مجموعة مستعينًا بالبيانات من الخطوة (2). وللقيام بذلك اقسم عدد حبات كل مجموعة على العدد الكلي لحبات الخرز.
2. حدد الكتلة الذرية للخرز من خلال نسبة وجود كل نظير والبيانات من الخطوة (3). وللقيام بذلك استخدم المعادلة الآتية.

الإسهام في الكتلة = الكتلة × نسبة وجود النظير

3. **استنتج** هل تختلف الكتلة الذرية إذا حصلت على كيس آخر يحتوي على عدد مختلف من النوع نفسه من الخرز؟ علل إجابتك.
4. فسر لماذا تم تحديد متوسط كتلة كل مجموعة من الخرز بقياس كتلة 10 حبات بدلًا من حبة واحدة من كل مجموعة؟

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

مثال 3-3

احسب الكتلة الذرية اعتمادًا على البيانات الموجودة في الجدول، احسب متوسط الكتلة الذرية للعنصر X، ثم حدد هذا العنصر الذي يستعمل طبيًّا في معالجة بعض الأمراض العقلية.

1 تحليل المسألة

احسب الكتلة الذرية واستعمل الجدول الدوري للتأكد.

المعطيات

^{6}X الكتلة = 6.015 amu

نسبة النظير = 7.59% = 0.0759

^{7}X الكتلة = 7.016 amu

نسبة النظير = 92.41% = 0.9241

المطلوب

الكتلة الذرية للعنصر X = ؟ amu

العنصر X = ؟

نسب وجود نظائر العنصر X		
النظير	الكتلة (amu)	نسبة وجود النظير
^{6}X	6.015	7.59%
^{7}X	7.016	92.41%

2 حساب المطلوب

احسب إسهام ^{6}X

إسهام ^{6}X = (الكتلة) × نسبة النظير

عوض الكتلة= 6.015 amu والنظير= 0.0759

إسهام الكتلة = 6.015 × 0.0759 = 0.4565 amu

احسب إسهام ^{7}X

إسهام ^{7}X = (الكتلة) × (نسبة النظير)

عوض الكتلة= 7.016 amu والنظير= 0.9241

إسهام الكتلة = (7.016) × 0.9241 = 6.483 amu

اجمع إسهام الكتلة لإيجاد الكتلة الذرية.

الكتلة الذ...

العنصر ال...

...دة في الجدول الد...

النظير الذي له أكبر نسبة وجود هو النيتروجين -١٤؛ لأن كتلة الذرة قريبة من الكتلة الذرية للنيتروجين -١٤ أكثر من النيتروجين -١٥

الكتلة الذرية للبورون تساوي ١٠,٨١ amu

مسائل تدريبية

18. للبورون B نظيران في الطبيعة: هما البورون - 10 (نسبة وجوده 19.8%) وكتلته 10.013 amu. والبورون- 11 (نسبة وجوده 80.2%) وكتلته 11.009 amu. احسب الكتلة الذرية للبورون.

19. تحفيز للنيتروجين نظيران في الطبيعة، هما نيتروجين - 14، ونيتروجين- 15. وكتلته الذرية 14.007 amu. أي النظيرين له نسبة وجود أكبر في الطبيعة؟ فسّر إجابتك.

الحلول اون لاين
hulul.online

التقويم 3-3

يمكن معرفة نوع الذرة من العدد الذري

20. الفكرة الرئيسة فسر كيف يمكن معرفة نوع الذرة؟

البروتون

21. تذكر أي الجسيمات الذرية تحدد ذرة عنصر معين؟

22. فسر كيف أن وجود النظائر مرتبط مع حقيقة أن الكتل الذرية ليست أرقامًا صحيحة؟

الكتل الذرية ليست أرقاما صحيحة؛ لأنها تمثل المتوسط الموزون للكتل الذرية لنظائر العنصر جميعها في الطبيعة

23. احسب للنحاس نظيران: النحاس-63 (نسبة وجوده 69.2%، وكتلته 62.93 amu) والنحاس-65 (نسبة وجوده 30.8%، وكتلته 64.928 amu). احسب الكتلة الذرية للنحاس.

24. احسب للماغنسيوم ثلاثة نظائر: الأول كتلته 23.985 amu ونسبة وجوده 79.99%، والثاني كتلته 24.986 amu ونسبة وجوده 10.00%، والثالث كتلته 25.982 amu ونسبة وجوده 11.01%. احسب الكتلة الذرية للماغنسيوم.

نظائر العنصر الموجودة في الطبيعة.

الكتلة الذرية للماغنسيوم تساوي ٢٤,٣١ amu وحدة كتلة ذرية

الكتلة الذرية للنحاس تساوي ٦٣,٥ amu وحدة كتلة ذرية