מדינת ישראל
משרד החינוך

دولة إسرائيل
وزارة التّربية والتّعليم

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: **קיץ תשפ"ד**
מספר השאלון: 037382
נספח: דפי נוסחאות ונתונים בכימיה

نوع الامتحان: بجروت
موعد الامتحان: **صيف 2024**
رقم النّموذج: 037382
ملحق: معادلات ومعطيات في الكيمياء

انتبهوا: في هذا الامتحان توجد توجيهات خاصّة.
يجب الإجابة حسب هذه التوجيهات.

כימיה

الكيمياء

הוראות

تعليمات

א. משך הבחינה: שעתיים ורבע.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה שני פרקים.
פרק ראשון – 30 נקודות
פרק שני – 70 נקודות
סה"כ – 100 נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון (כולל מחשבון גרפי).

ד. הוראות מיוחדות: (1) בפרק הראשון יש שש שאלות **חובה**.
בכל אחת מן השאלות 1-6 מוצגות ארבע תשובות, ומהן יש לבחור בתשובה הנכונה.
את התשובה הנכונה יש לסמן בתשובון שבסוף מחברת הבחינה (עמוד 23).
(2) בפרק השני יש שלוש שאלות. יש לענות על שתיים מהן.

أ. مدّة الامتحان: ساعتان وربع.

ب. مبنى الامتحان وتوزيع الدّرجات:
في هذا النّموذج فصلان.
الفصل الأوّل – 30 درجة
الفصل الثّاني – 70 درجة
المجموع – 100 درجة

ج. موادّ مساعدة يُسمح استعمالها: حاسبة (بما في ذلك الحاسبة البيانيّة).

د. تعليمات خاصّة: (1) في الفصل الأوّل ستّة أسئلة **إلزاميّة**.
لكلّ واحد من الأسئلة 1–6 معروضة أربع إجابات، يجب اختيار الإجابة الصحيحة.
يجب الإشارة إلى الإجابة الصحيحة في ورقة الإجابات التي في آخر دفتر الامتحان (صفحة 23).
(2) في الفصل الثاني ثلاثة أسئلة. يجب الإجابة عن اثنين منها.

يجب الكتابة في دفتر الامتحان فقط. يجب كتابة "مسوّدة" في بداية كلّ صفحة تُستعمَل مسوّدة.
كتابة مسوّدة على أوراق خارج دفتر الامتحان قد تسبّب إلغاء الامتحان!

ترد الأسئلة في هذا النّموذج بصيغة الجمع، ورغم ذلك يجب على كلّ طالبة وطالب الإجابة عنها بشكل فرديّ.

ב ה צ ל ח ה !

نتمنّى لكم النّجاح!

الأسئلة

في هذا النموذج فصلان. يجب الإجابة عن جميع الأسئلة في الفصل الأوّل، وعن سؤالين في الفصل الثاني.

الفصل الأوّل– إلزاميّ (30 درجة)

الأسئلة 1–6 (**إلزاميّة**).

يجب الإجابة عن جميع الأسئلة. إذا أجبتم صحيحًا عن خمسة أسئلة على الأقلّ، ستحصلون على الـــ 30 درجة بكاملها (لكلّ سؤال– 6 درجات).

لكلّ سؤال معروضة أربع إجابات "أ–د".

قبل أن تجيبوا، اقرأوا جميع الإجابات المقترَحة، واختاروا الإجابة الصحيحة.

- يجب الإشارة إلى الإجابة التي اختيرت في ورقة الإجابات التي في الغلاف الداخليّ في آخر دفتر الامتحان (صفحة 23).
- في كلّ سؤال يجب الإشارة بـــ X في المربّع الذي تحت الحرف (أ–د) الذي يشير إلى الإجابة الصحيحة.
- في كلّ سؤال يجب الإشارة بـــ X واحد فقط.
- لمحو إشارة يجب ملء كلّ المربّع على هذا النحو التالي: ■
- **يُمنَع** المحو بتيبكس.
- **انتبهوا: يُحبَّذ الامتناع قدر الإمكان عن المحو في ورقة الإجابات. لذلك يوصى أوّلاً بالإشارة إلى الإجابات الصحيحة في نموذج الامتحان نفسه، وبعد ذلك فقط الإشارة إليها في ورقة الإجابات.**

1. معطى ثلاثة أوعية، I-III، تحوي محاليل مختلفة:

الوعاء I يحوي محلول $HCl_{(aq)}$

الوعاء II يحوي محلول $KMnO_{4(aq)}$

الوعاء III يحوي محلول $HCl_{(aq)}$ / $ZnCl_{2(aq)}$

يضيفون إلى كلّ واحد من الأوعية 2- بروبانول، $CH_3–CHOH–CH_{3(l)}$.

في أيّة أوعية من الأوعية الثلاثة يحدث تفاعُل مع 2- بروبانول؟

أ. في الوعاء I وفي الوعاء II

ب. في الوعاء I وفي الوعاء III

ج. في الوعاء II وفي الوعاء III

د. في جميع الأوعية - I وَ II وَ III

2. درجة حرارة غليان المركّب $CH_3(CH_2)_xCH_{3(l)}$ هي أعلى من درجة حرارة غليان المركّب $CH_3(CH_2)_yCH_{3(l)}$.
x وَ y هما عددان صحيحان وموجبان.
ما هو التحديد الصحيح؟

أ. x أصغر من y .

ب. x أكبر من y .

ج. x يساوي y .

د. لا يمكن تحديد العلاقة بين x وَ y.

3. يمكن إنتاج 1- بوتانول، $CH_3CH_2CH_2CH_2OH_{(l)}$، من ألكيل هليد ملائم.
أيّ ألكيل هليد يجب استعماله كي تكون سرعة التفاعل أكبر؟

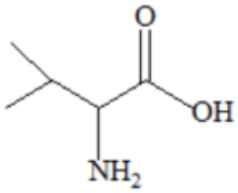
أ. ألكيل يوديّ

ب. ألكيل برومي

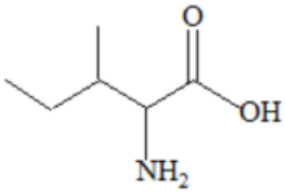
ج. ألكيل كلوريّ

د. خليط من ألكيل كلوريّ وألكيل برومي

4. أمامكم تمثيل مختصر للصيغتين البنائيّتين لحامضين أمينيّين: ڤالين وإيزولويسين.



ڤالين



إيزولويسين

معطاة أربعة أقوال:

I. لكلّ واحد من الحامضين الأمينيّين توجد مجموعة جانبيّة، R، هيدروفيليّة.

II. الحامضان الأمينيّان صلبان في درجة حرارة الغرفة.

III. الحامضان الأمينيّان يُستعمَلان مركّبات لجزيء DNA .

IV. يمكن أن يحدث بين الحامضين الأمينيّين تفاعُل تكثيف.

ما هما القولان الصحيحان؟

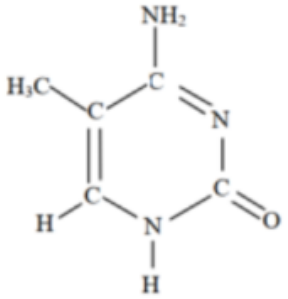
أ. I وَ III

ب. I وَ IV

ج. II وَ III

د. II وَ IV

5. توجد في الـــ DNA حلقات سيتوزين مع مجموعة ميثيل، CH_3– ، على إحدى ذرّات الكربون التي في الحلقة:



وجود حلقات سيتوزين مع مجموعة ميثيل لا يعرقل ارتباط النوكليئوتيدات داخل جديلة الـــ DNA .

سبب ذلك هو:

أ. في حلقة السيتوزين توجد أربطة تساهميّة (كوفلنتيّة) قويّة.

ب. في حلقة السيتوزين توجد أربطة مزدوجة.

ج. حلقة السيتوزين لا تشترك في تكوين أربطة في السلسلة بين النوكليئوتيدات في جديلة الـــ DNA.

د. حلقة السيتوزين لا تُكوِّن أربطة هيدروجينيّة مع قاعدة نيتروجينيّة في الجديلة المكمِّلة للـــ DNA.

6. معطاة قطعة بروتين نتجت في عمليّة الترجمة:

Ala – Asn – Ala – Asn

أيّة قطعة من قِطَع mRNA التي أمامكم هي القطعة التي نتجت منها قطعة البروتين المعطاة؟

أ. 5' GCA AAU GCU AGC 3'

ب. 5' GCA AAU GCU AAC 3'

ج. 5' GCA AAU GAU CAA 3'

د. 5' AAG AAU GCU AAC 3'

الفصل الثاني (70 درجة)

يجب الإجابة عن اثنين من الأسئلة 7-9 (لكلّ سؤال 35 درجة).

7. يجب الإجابة عن جميع البنود أ، ب، ج، وعن أحد البندين د **أو** هـــ.

1- بروموبروبان، $CH_3CH_2CH_2Br$، هو سائل في درجة حرارة الغرفة ومتطاير جدًّا. بدأ استعماله كمذيب دهنيّات في صناعة الإلكترونيكا وغيرها، كبديل لموادّ تضرّ بطبقة الأوزون، التي مُنِع استعمالها.

لـِ 1- بروموبروبان في درجة نقاوة تجاريّة، احتمال معقول بأن يحوي أيضًا إيزوميره 2- بروموبروبان، $CH_3CHBrCH_3$، الذي توجد بالنسبة له أدلّة راسخة على قدرته على الإضرار بالصحّة.

أ. يستطيع الإيزوميران التفاعل مع $KOH_{(aq)}$.

i اكتبوا معادلة تفاعُل محلول $KOH_{(aq)}$ مع 1- بروموبروبان للحصول على الناتج A .
استعمِلوا صِيَغًا بنائيّة.

ii اكتبوا تمثيلاً كاملاً للصيغة البنائيّة للمادّة B التي تَنتُج في تفاعُل A مع محلول $Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} / H_3O^+{}_{(aq)}$.

ب. معطى نوكليئوفيلان: : NH_3 , NH_2^- .

i أيّ واحد من النوكليئوفيلَيْن المعطيين هو نوكليئوفيل أفضل في التفاعل مع 2- بروموبروبان؟ علِّلوا.

ii اكتبوا معادلة تفاعُل محلول $NH_{3(aq)}$ مع 2- بروموبروبان للحصول على الناتج D .
استعمِلوا صِيَغًا بنائيّة.

iii عند إدخال المادّة D إلى الماء، يحدث تفاعُل يؤدّي إلى الحصول على محلول قاعديّ.
اكتبوا معادلة التفاعل الذي يحدث. استعمِلوا صِيَغًا بنائيّة.

ج. بين الناتج D والناتج B يمكن أن يحدث تفاعُل للحصول على الناتج E .
اكتبوا تمثيلاً مختصرًا للصيغة البنائيّة للناتج E .

البند "د" هو بند اختياريّ. إذا اخترتم الإجابة عنه، لا تجيبوا عن البند "هـــ".

د. هل يمكن الحصول على 1- بروموبروبان من 2- بروبانول، $CH_3CHOHCH_3$ في تفاعُل ثنائيّ المراحل؟ علِّلوا.

البند "ه" هو بند اختياريّ. إذا اخترتم الإجابة عنه، لا تجيبوا عن البند "د".

هـــ. هل يمكن الحصول على 2- بروموبروبان من 1- بروبانول، $CH_3CH_2CH_2OH$ في تفاعُل ثنائيّ المراحل؟ علِّلوا.

8. يجب الإجابة عن جميع البنود أ، ب، ج، د، وعن أحد البندين ه **أو** و.

مُنِحت جائزة نوبل في الكيمياء عام 2004 للعالِمَيْن الإسرائيليَّيْن أبراهام هيرشكو وأهرون تشخنوفر وللعالِم الأمريكيّ إيرڤين روز. مُنِحَت الجائزة لهم على اكتشاف عمليّة تحليل البروتينات في الخليّة، الْمُراقَبَة بواسطة أوبيكويتين (Ubiquitin). الأوبيكويتين هو بروتين مركَّب من 76 وحدة أحماض أمينيّة.

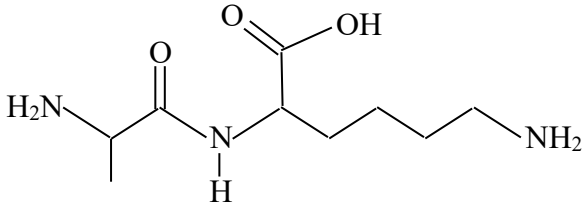
أ. جزء من الأحماض الأمينيّة التي تُركِّب البروتين أوبيكويتين موجودة في مبنًى ثانويّ للوالب α وجزء منها موجود في مبنًى ثانويّ لمسطّحات β.

i أيّ نوع أربطة تُثبِّت مبنى لوالب α ومبنى مسطّحات β؟

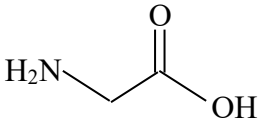
ii اشرحوا الفرق بين الأربطة الْمُثبِّتة في لوالب α والأربطة الْمُثبِّتة في مسطّحات β .

ب. أثناء تحليل مُراقَب لبروتين معيّن بواسطة أوبيكويتين، نتج، من ضمن نواتج أخرى، الببتيد الثنائيّ A .

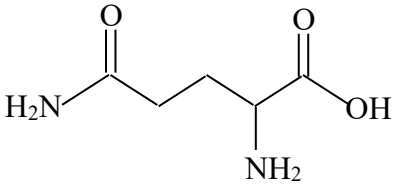
معطى تمثيل مختصر للصيغة البنائيّة للببتيد الثنائيّ A :



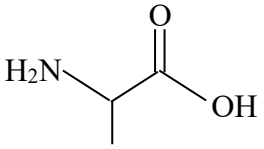
أمامكم تمثيل مختصر للصِّيَغ البنائيّة لأربعة أحماض أمينيّة:



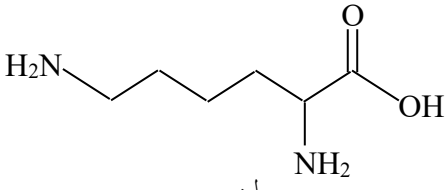
چليسين



چلوتامين



ألانين



ليزين

i ما هما وحدتا الأحماض الأمينيّة اللتان ترتبطان فيما بينهما في الببتيد الثنائيّ A؟

ii الببتيد الثنائيّ B مركَّب من وحدات اثنين من الأحماض الأمينيّة المعطاة، غير موجودين في الببتيد الثنائيّ A .
اكتبوا تمثيلاً كاملاً للصيغة البنائيّة للببتيد الثنائيّ B.

(انتبهوا: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

ج. في تسلسل الأوبيكويتين في الخميرة يوجد فقط ثلاثة أحماض أمينيّة تختلف عن الأحماض الأمينيّة في تسلسل أوبيكويتين الإنسان. الجدول الذي أمامكم يعرض هذه الأحماض الأمينيّة الثلاثة ومكانها في الأوبيكويتين.

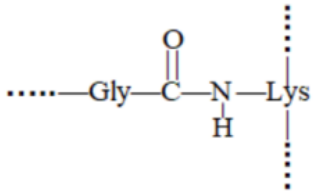
مكان الأحماض الأمينيّة في تسلسل الأوبيكويتين	الأحماض الأمينيّة في تسلسل الأوبيكويتين	
	في الإنسان	في الخميرة
19	Pro	Ser
24	Glu	Asp
28	Ala	Ser

حدِّدوا هل الاختلاف في الأحماض الأمينيّة في تسلسل أوبيكويتين الخميرة وفي تسلسل أوبيكويتين الإنسان يمكنه أن يؤثّر على مدى هيدروفيليّة هذين البروتينَيْن. علِّلوا تحديدكم.

د. يوجد للأوبيكويتين مبنًى ثلاثيّ مستقرّ. في جزيء الأوبيكويتين، وحدات الأحماض الأمينيّة لويسين، Leu، في المكان 8 وإيزولويسين، Ile، في المكان 44، وثالين، Val، في المكان 70، قريبة من بعضها البعض.
فسِّروا كيف يمكن أن يحدث هذا التقارب بين الأحماض الأمينيّة على الرغم من البُعد بينها في التسلسل.

البند "ه" هو بند اختياريّ. إذا اخترتم الإجابة عنه، لا تجيبوا عن البند "و".

ه. جزيئان للأوبيكويتين يمكنهما أن يرتبط أحدهما بالآخر. يتكوّن رباط ببتيديّ بين المجموعة الكربوكسيليّة للحامض الأمينيّ، Gly، الذي في الطرف C لأحد الجزيئين، مع وحدة الحامض الأمينيّ، Lys، الموجودة في الجزيء الثاني، ليس في طرفَيْه، كما هو موصوف في الرسم التوضيحيّ الذي أمامكم:



اكتبوا تمثيلاً مختصرًا للصيغة البنائيّة للطرف C لـِ Gly المرتبط بوحدة Lys في الرباط الذي بين جزيئَي الأوبيكويتين.

البند "و" هو بند اختياريّ. إذا اخترتم الإجابة عنه، لا تجيبوا عن البند "هـ".

و. أجروا في المختبر تحليلاً للأوبيكويتين. أحد نواتج هذا التحليل هو الببتيد الرباعيّ P:

$$Glu-Ser-Tyr-Leu$$

اكتبوا إمكانيّة واحدة لتسلسل النوكليوتيدات في قطعة mRNA ، يمكن أن يَنتُج منه في عمليّة الترجمة الببتيد الرباعيّ P. أشيروا إلى الطرف '3 وإلى الطرف '5 .

9. يجب الإجابة عن جميع البنود أ، ب، ج، د، وعن أحد البندين ه **أو** و.

يتناول السؤال مرض الإنفلونزا، الذي يتبع لمجموعة الأمراض التي تُسبِّبها الڤيروسات، التي مادّتها الوراثيّة هي RNA.
عندما يقترب هذا الڤيروس من الخليّة، يدخل RNA الخاصّ به إلى الخليّة. في أحد فحوص تشخيص الإنفلونزا يُجرون عمليّة تُسمّى نسخًا عكسيًّا- تكوين قِطَع DNA من قِطَع mRNA .
معطاة قطعة DNA تكوّنت في عمليّة نسخ عكسيّ من قطعة mRNA لأحد ڤيروسات الإنفلونزا:

3' TTC CGA TAG GAT CAG 5'

أ. i اكتبوا تسلسل النوكليئوتيدات في القطعة المكمِّلة لقطعة الـــ DNA المعطاة.

ii حدِّدوا ما هو نوع الأربطة بين النوكليئوتيدات داخل جديلة الـــ DNA، وبين أيّة مركّبات يتكوّن كلّ واحد من هذه الأربطة.

ب. اكتبوا تسلسل النوكليئوتيدات في القطعة الأصليّة لجديلة mRNA التي تكوّنت منها القطعة المعطاة للـــ DNA . أشيروا إلى الطرف '3 وإلى الطرف '5 .

لاحقًا في فحص تشخيص الإنفلونزا، يُجرون عدّة مراحل تشمل أعمالاً مختلفة مع قِطَع الـــ DNA للحصول على جدائل طويلة من القِطَع الأصليّة. القِطَع الطويلة للـــ DNA تمرّ بنسخ عاديّ، تَنتُج فيه قِطَع mRNA .

ج. معطاة قطعة الـــ mRNA التي تَنتُج بعد عدّة مراحل فحص ڤيروس إنفلونزا- بعد النسخ العاديّ:

5' GUG CUU CUC UAC 3'

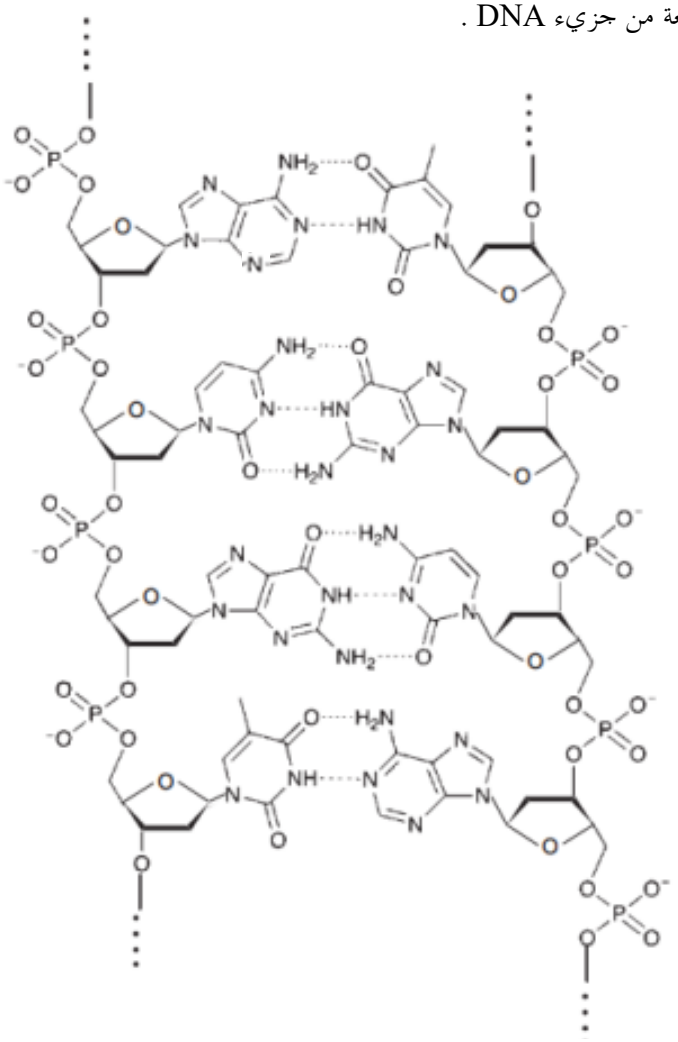
قطعة الـــ mRNA المعطاة تمرّ بترجمة.
اكتبوا تسلسل الأحماض الأمينيّة في قطعة البروتين التي هي ناتج عمليّة ترجمة قطعة الـــ mRNA المعطاة.

د. i يمكن الحصول على قطعة البروتين، التي كتبتموها في البند "ج"، في عمليّة ترجمة قطعة أخرى للـــ mRNA . فسِّروا هذه الحقيقة.

ii اكتبوا مثالاً للقطعة الأخرى للـــ mRNA .

(انتبهوا: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

أمامكم الصيغة البنائيّة لقطعة من جزيء DNA .



الجديلة II **الجديلة I**

البند "ه" هو بند اختياريّ. إذا اخترتم الإجابة عنه، لا تجيبوا عن البند "و".

ه. اكتبوا تسلسل النوكليئوتيدات في كلّ واحدة من جديلتَي قطعة الـــ DNA المعطاة.
في كلّ تسلسل، أشيروا إلى الطرف '3 وإلى الطرف '5 .

البند "و" هو بند اختياريّ. إذا اخترتم الإجابة عنه، لا تجيبوا عن البند "هـــ".

و. ارسموا صيغتين بنائيّتين لاثنتين من النوكليئوتيدات التي تَنتُج منها الجديلة I.

نتمنّى لكم النّجاح!

حقوق الطّبع محفوظة لدولة إسرائيل
النّسخ أو النّشر ممنوعان إلاّ بإذن من وزارة التّربية والتّعليم
ב ה צ ל ח ה!
זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

מדינת ישראל
משרד החינוך

دولة إسرائيل
وزارة التّربية والتّعليم

נוסחאות ונתונים בכימיה
قوانين ومعطيات في الكيمياء

ملحق لامتحان البچروت

لنموذج رقم 037382 (15%)

ابتداءً من صيف 2017

الفهرس

الموضوع	الصفحة
الترتيب الدوريّ	2
جدول السالبيّة الكهربائيّة	3
الحسابات الكيميائيّة – قوانين للحسابات	4
مجموعات وظيفيّة في مركّبات الكربون	4
كيمياء الزلاليّات والأحماض النوويّة	5

الترتيب الدوريّ

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Aℓ 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cℓ 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8
37 Rb 85.5	38 Sr 87.6	39 Y 88.9	40 Zr 91.2	41 Nb 92.9	42 Mo 95.9	43 Tc (99)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 ראה למטה أنظر أدناه	72 Hf 178.5	73 Ta 181.0	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tℓ 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.0	89 ראה למטה أنظر أدناه															

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.2	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac (227)	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np 237.0	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

جدول السالبيّة الكهربائيّة

H 2.1							He
Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
Na 0.9	Mg 1.2	Aℓ 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cℓ 3.0	Ar
K 0.8	Ca 1.0	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr
Rb 0.8	Sr 1.0	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe

الحسابات الكيميائيّة – قوانين للحسابات

الاسم	الوحدات	الرمز	القانون
عدد المولات	$mo\ell$	n	$n = \frac{m}{M_w}$
كتلة المادّة	gram	m	
الكتلة المولاريّة	$\frac{gram}{mo\ell}$	M_w	
حجم الغاز	$\ell iter$	V	$n = \frac{V}{V_m}$
الحجم المولاريّ للغاز	$\frac{\ell iter}{mo\ell}$	V_m	
عدد الجسيمات		N	$n = \frac{N}{N_A}$
عدد أڤوچادرو		N_A	
التركيز المولاريّ	$\frac{mo\ell}{\ell iter}$	c	$c = \frac{n}{V}$
حجم المحلول	$\ell iter$	V	

عدد أڤوچادرو $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$

مجموعات وظيفيّة في مركّبات الكربون

نوع المركّب حسب المجموعة الوظيفيّة	صيغة المجموعة الوظيفيّة
أثير	$-O-$
كيتون	$-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-$
ألدهيد	$-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$
إستر	$-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-O-$
أميد	$-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-\underset{\|}{N}-$ أو $-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-\underset{\|}{\underset{H}{N}}-$ أو $-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-\underset{\|}{\underset{H}{N}}-H$

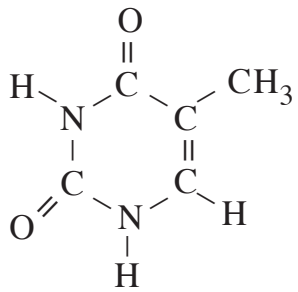
كيمياء الزلاليّات والأحماض النوويّة

قائمة مركّبات أحماض نوويّة

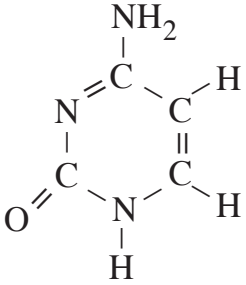
قواعد

پيريميدينيّة

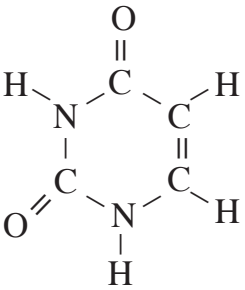
ثيمين (T)



سيتوسين (C)

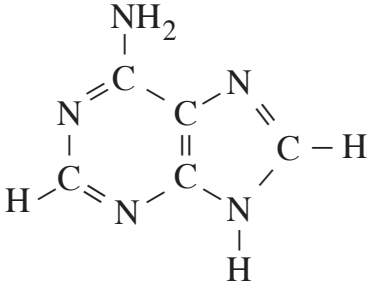


يوراسيل (U)

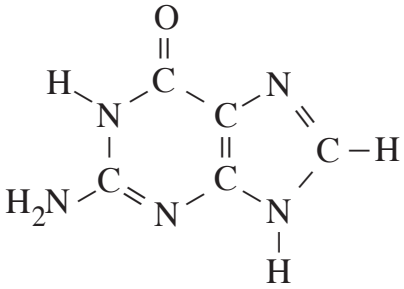


پيورينيّة

أدينين (A)

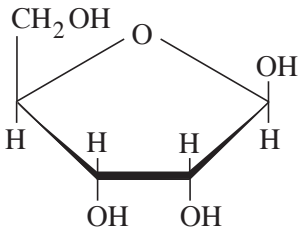


چوانين (G)

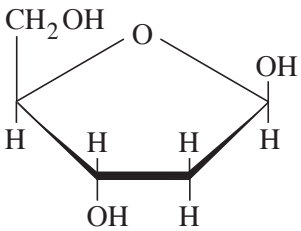


سكّريّات

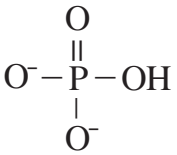
ريبوز



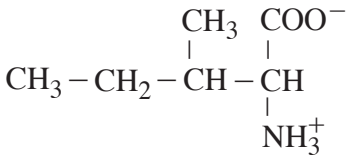
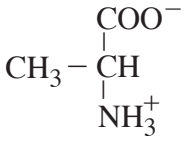
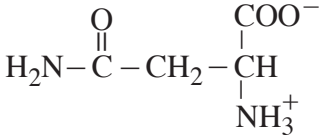
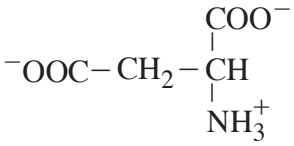
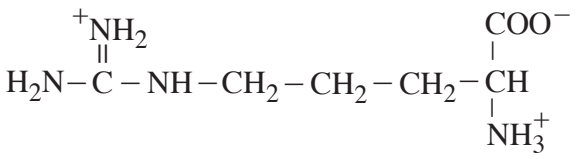
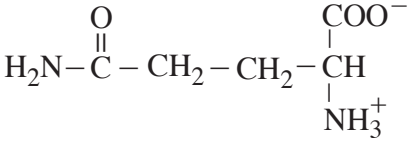
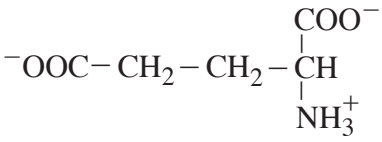
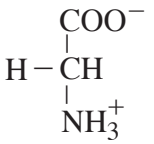
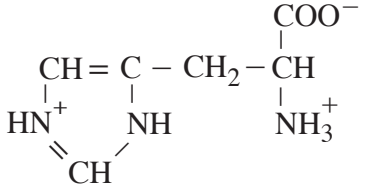
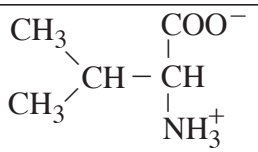
2 – دي أوكسي ريبوز

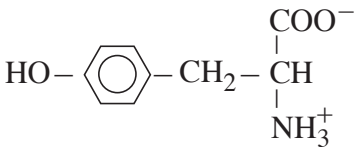
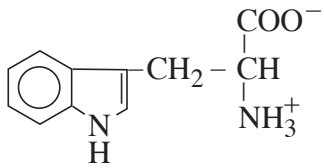
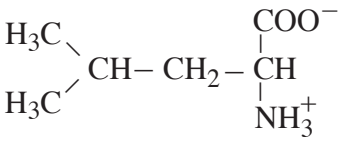
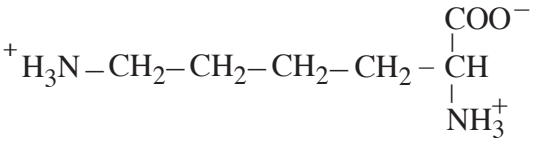
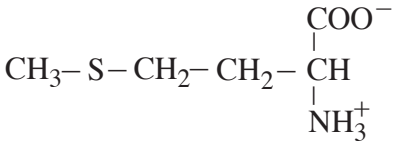
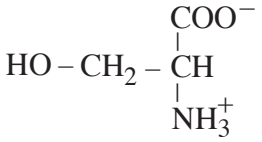
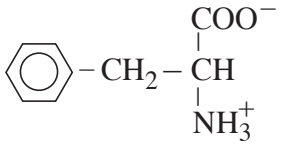
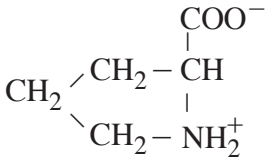
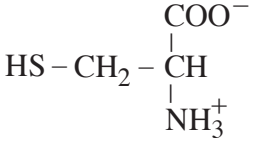
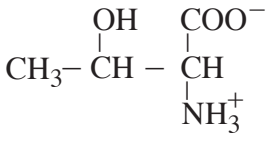


مجموعة فوسفوريّة



قائمة أحماض أمينيّة (pH=7)

الاسم	الرمز المتّبع	الصيغة البنائيّة
Isoleucine إيزولويسين	Iℓe	
Alanine ألانين	Aℓa	
Asparagine أسپرچين	Asn	
Aspartic acid حامض الأسپرتيك	Asp	
Arginine أرچينين	Arg	
Glutamine چلوتامين	Gℓn	
Glutamic acid حامض الچلوتاميك	Gℓu	
Glycine چليسين	Gℓy	
Histidine هيستيدين	His	
Valine ڤالين	Vaℓ	

الاسم	الرمز المتّبع	الصيغة البنائيّة
Tyrosine تيروزين	Tyr	
Tryptophan تريبتوفان	Trp	
Leucine لويسين	Leu	
Lysine ليزين	Lys	
Methionine ميثيونين	Met	
Serine سيرين	Ser	
Phenylalanine فنيل ألانين	Phe	
Proline پرولين	Pro	
Cysteine سيستيين	Cys	
Threonine ثريونين	Thr	

قائمة كودونات والأحماض الأمينيّة التي تلائمها

الحرف الأوّل	الحرف الثاني									الحرف الثالث
	U		C		A		G			
U	UUU	فنيل ألانين	UCU	سيرين	UAU	تيروسين	UGU	سيستيين	U	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C	
	UUA	لويسين	UCA		**UAA**	**كودون توقّف**	**UGA**	**كودون توقّف**	A	
	UUG		UCG		**UAG**	**كودون توقّف**	UGG	تريبتوفان	G	
C	CUU	لويسين	CCU	برولين	CAU	هيستيدين	CGU	أرچينين	U	
	CUC		CCC		CAC		CGC		C	
	CUA		CCA		CAA	چلوتامين	CGA		A	
	CUG		CCG		CAG		CGG		G	
A	AUU	إيزولويسين	ACU	ثريونين	AAU	أسپرچين	AGU	سيرين	U	
	AUC		ACC		AAC		AGC		C	
	AUA		ACA		AAA	ليزين	AGA	أرچينين	A	
	AUG	ميثيونين **كودون بداية**	ACG		AAG		AGG		G	
G	GUU	ڤالين	GCU	ألانين	GAU	حامض الأسپرتيك	GGU	چليسين	U	
	GUC		GCC		GAC		GGC		C	
	GUA		GCA		GAA	حامض الچلوتاميك	GGA		A	
	GUG		GCG		GAG		GGG		G	

طرق لحساب النقطة الإيزوإلكتريّة للأحماض الأمينيّة

نوع الحامض الأمينيّ	طريقة حساب pI
حامض أمينيّ مع مجموعة جانبيّة غير مشحونة	$pI = \frac{1}{2}(pKa_1 + pKa_2)$
حامض أمينيّ مع مجموعة كربوكسيليّة في مجموعة جانبيّة	$pI = \frac{1}{2}(pKa_1 + pKa_R)$
حامض أمينيّ مع مجموعة أمينيّة في مجموعة جانبيّة	$pI = \frac{1}{2}(pKa_2 + pKa_R)$