

ملخص أداء التلامذة في نهاية الصف الثاني عشر

البحث العلمي

يعين التلميذ ويطور مسألة أبحاث مركزة بوضوح ويضع تنبؤات متعلقة بها. يضبط المتغيرات ويعمل كعضو في فريق ويستخدم الأجهزة والمواد المناسبة. يقيم التصاميم التجريبية، يعين مواضع الضعف فيها ويطور إستراتيجيات واقعية لتحسينها. يعمل بطريقة تقي بالمعايير الأخلاقية. يدرك التطور التاريخي للأفكار الرئيسية العلمية ويعرف أن العمل العلمي يتأثر بمضمونه، و يدرك مقدرة العلم ومحدوديته في معالجة المسائل والقضايا في مجالات مختلفة. يفهم كيف تتطور الأفكار العلمية على مر الزمن ويدرك أهمية النقد والدحض. يسجل ويعالج بيانات خام بطريقة مناسبة ويستخلص منها إستنتاجات صائبة، مع الأخذ في عين الإعتبار هوامش الخطأ والعوامل غير المؤكدة. يتداول الأجهزة بكفاءة مع توجيه الإهتمام اللازم لإعتبارات السلامة. ينفذ التعليمات بدقة مع تمكنه من التكيف مع الظروف غير المنظورة.

علم الأحياء

يفهم التلميذ الكيمياء البيولوجية الأساسية للتنفس اللاهوائي ويقارنه مع التنفس الهوائي. يعرف تركيب أدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP وأدينوزين ثنائي الفوسفات ADP، وتفاعلات المراحل الثلاث في التنفس الهوائي ودور كل من المساعد الأنزيمي نيكوتيناميد NAD و ATP. يفهم لماذا ينتج عن التنفس اللاهوائي والتنفس الهوائي كميات مختلفة من الطاقة على شكل ATP. يفهم حاصل التنفس (نسبة ثاني أكسيد الكربون الناتج الى الأوكسجين الداخل) وينسب ذلك الى قيمة الطاقة الناتجة عن التنفس لجهاز التنفس. يعرف خطوات التفاعل في مرحلتي البناء الضوئي وأهمية دروة كالفين. يعرف عن الفسفرة الضوئية بطاقة الضوء، الدورية وغير الدورية، وإستخدام المركب ATP في مرحلة التفاعلات الضوئية. يعرف كيف يستخدم عنصر الكربون - 14 لإستقصاء عملية البناء الضوئي. يفهم طيف أشعة الضوء التي يمتصها الكلوروفيل ويعرف أن صبغيات الكلوروفيل يمكن فرزها (فصلها) بواسطة الفرز الكروموتوغرافي. يعرف تركيب ووظيفة خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء ودور الدم وسائل الأنسجة والسائل اللمفاوي في عملية النقل. يفهم أدوار مكونات الدم في نقل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون. يعرف عن فئات الدم لدى الإنسان وأهميتها. يعرف أن المواد العضوية تنتقل في نسيج اللحم من جزء الى آخر في النبات وأن هناك عدة فرضيات متداولة لتفسير هذه الآلية. يفهم العوامل التي تؤثر على معدل النتج وتكيف نباتات المناطق الجافة لحفظ الماء. يعرف تركيب الكلية في الثدييات ودورها في التعامل مع الماء وفضلات الأيض. يعرف كيف يتحكم الجسم بالتوازن المائي ووظيفة الهرمون المانع للبول ADH. يعرف عن المستقبلات الحرارية في تحت المهاد(تحت السرير البصري في الدماغ المتوسط) ويفهم التنظيم الحراري في الجسم. يعرف أسباب وتأثيرات ضربة الشمس. يعرف تركيب ووظيفة الألياف العصبية وكيف تنتقل الإشارات النضوية في الأعصاب. يعرف التركيبات الأساسية للدماغ ووظائفها. يعرف الغدد الصماء الرئيسية endocrine في جسم الإنسان ووظائفها. يعرف كيف يتم التحكم بمستويات الجلوكوز في دم الإنسان. يعرف أدوار هرمونات النمو (الأوكسينات) ومركبات 'جيبيرلين' وحمض الأبيسيسيك في تنظيم نمو النبات. يعرف أن الجسم ينتج الأجسام المضادة antibodies ويدرك آلية عملها ضد مولدات المضادات antigens المسببة للمرض. يميز بين المناعة الإيجابية والمناعة

السلبية وينسب ذلك الى التلقيح (التطعيم). يعرف أهمية الخلايا الجذعية والأجسام المضادة أحادية النسل. يعرف عن دور نظام المناعة في الإستجابة للحساسيات المفردة. يفهم طبيعة عمل المضادات الحيوية ولماذا تطور الكائنات مقاومة ضدها. يعرف مسببات أمراض الكوليرا (الحمى الصفراء) والإنفلونزا والملاريا والسل وانتقالها ومكافحتها وخطورتها. يصف بشكل عام العلاج بواسطة الجينات. يحسب تكرار السلالات المختلفة الناتجة عن تهجين بأليلات ذات سيادة غير مكتملة، ومن هجينات رجعية ومن تهجينات ثنائية. يفهم السيادة المشتركة للأليلات ووراثية سمات النمط الظاهري من خلال الوراثة الكمية. يستخدم اختبار 'كاي' الإحصائي لتحديد أهمية نتائج التهجينات الجينية. يعرف عن مشروع إحصاء جميع الجينات في الإنسان (مشروع الجينوم البشري) وتحديد التركيب الجيني للأفراد (البصمة الجينية) والفحص الجيني والاستشارة الوراثية. يعرف كيف أن بعض الكائنات الحية تتميز بالتكيف التركيبي والفيزيولوجي مع بيئتها ويفرق بين التأقلم والتكيف. يفهم مقدرة البيئات المختلفة على إستيعاب المجتمعات ويستطيع إستخدام منحنيات تعداد المجتمعات. يفهم الإستعمار البيئي وتتابع المجتمعات في البيئة. يعرف أمثلة عن التحكم البيولوجي بالكائنات الحية غير المرغوبة. يميز بين المحافظة على البيئة وبقائها، ويدرك التضارب بين التكاثر والبقاء. يعرف كيف تُستخدم المجسات البيولوجية في مراقبة مستويات الجلوكوز في الدم فيما يتعلق بمرض السكري وكيف يمكن معالجة مرض السكري في الإنسان بواسطة إنسولين منتج بالهندسة الجينية. يعرف بعض إستخدامات الأجسام المضادة أحادية النسل وإستخدام الأنزيمات المثبتة (مفعولها متكرر وطويل الأمد).

الكيمياء

يعرف التلميذ أن الإعتبارات الإقتصادية هي التي تقرر نوع العمليات الصناعية المستخدمة ومناطق إستخدامها، وأن الميزات الإقتصادية لمثل هذه العمليات ينبغي موازنتها مقابل المخاطر التي تهدد البيئة من جرائها. يدرك التغير الدوري في طاقات التأين، والميل الإلكتروني والسالبية الكهربائية، ويتنبأ بخصائص العناصر بناء على موقعها في الجدول الدوري. يعرف إتجاهات التغير في الخصائص العامة لعناصر الفئات s و p و d و خصائص وتركيبات بعض مركبات هذه العناصر. يفسر التلميذ معدلات التفاعل بدلالة تصادم الجسيمات والطاقة، ويميز بين تفاعلات الرتبة الأولى والرتبة الثانية. يحسب عمر النصف لتفاعلات الرتبة الأولى ويفهم العلاقة بين ثابت معدل التفاعل ودرجة الحرارة. يستنتج عبارات رياضية لثوابت الإتزان ويستخدمها في تفاعلات الغازات والمحاليل. يعالج بطرائق رياضية المسائل المتعلقة بتفاعلات الأحماض والقواعد والمحاليل المنظمة ومحاليل الأملاح قليلة الذائبية. يستخدم بطريقة رياضية مفهوم تغير المحتوى الحراري وينسب ذلك الى دورات الطاقة. يفهم تطبيق القانون الثاني للديناميكا الحرارية على الأنظمة الكيماوية ويستطيع إستخدام مفاهيم الفوضى (عدم الإنتظام) والطاقة الحرة بالنسبة لتلقائية التفاعل. يفهم التلميذ آليات الإضافة والإستبدال الإلكتروني (يجذب الإلكترونات) والإستبدال النيوكلويفيلي (يمنح الإلكترونات) وتفاعلات الحذف. يعرف الكيمياء الأساسية للأرينات وأرينات الإحلال ويصف إنتاج المشتقات الهامة للبنزين. يفسر إستقرارية حلقة البنزين بدلالة عدم تمركز الإلكترونات على ذرات معينة. يفهم التشاكل الجزيئي التركيبي والضوئي وتأثيراتهما الكيماوية. يعرف كيف تتكون بوليمرات الإضافة وبوليمرات التكاثف وكيف يمكن تعديل خصائصها بواسطة المواد المضافة.

الفيزياء

يعالج التلميذ مسائل رياضية في الحركة الدائرية. يفهم قانون الجذب الكوني ويستخدمه لحل مسائل تتعلق بالحركة تحت تأثير قوة الجاذبية. يصنف الجوامد وفقاً لصلادتها ومقاومتها للشد والإنضغاط والقص، ويرسم ويفسر مخططات تبين منحنى الإجهاد - الإنفعال لجوامد مختلفة ويعرف ويستخدم معامل 'يوتج'. يعرف كيف يستخدم المهندسون هذه الخصائص ويدرك منافع المواد المركبة (المؤلفة). يشرح ظاهرة التوتر السطحي. يحل مسائل تتعلق بسلوك الغاز المثالي ويبين بطريقة رياضية العلاقة

بين درجة الحرارة والطاقة الحركية للجزيئات. يُدرك مفهوم الصفر المطلق لدرجة الحرارة ويتمكن من تحديد العلاقة بين التغيرات في الطاقة الداخلية وتغيرات الحرارة والشغل المبذول على منظومة ديناميكية حرارية. ينسب الأنتروبيا إلى مدى اللانظام في منظومة معينة ويصف القانون الثاني للديناميكا الحرارية وتأثيراته بدلالة الأنتروبيا. يحل التلميذ مسائل رياضية في الحركة التوافقية البسيطة ويفسر أمثلة عملية للرنين، وللتخامد الحرج وغير الحرج للإهتزاز والإهتزاز القسري. يطبق قانون كولوم على الجسيمات المشحونة في الهواء. يحل مسائل تتعلق بفرق الجهد وبالطاقة الكامنة (طاقة الوضع) ويتعرف على أوجه التشابه بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية. يفهم معنى المكثفات ويحل مسائل تنسب سعة المكثفات إلى فرق الجهد وشدة التيار. يميز بين طيف الانبعاث وطيف الامتصاص ويعرف كيف أن هذه توفر معلومات عن النجوم والمجرات البعيدة. يستذكر ويستخدم العلاقتين $E = hf$ و $E = mc^2$ ويفسر تكميم الشحنات quantization والإشعاع الكهرومغناطيسي ويعرف بعض تطبيقات وتأثيرات ذلك. يفسر مدارات (مستويات طاقة) الإلكترونات بدلالة كمية الحركة الزاوية ويعرف كيف أن نظرية الكم تؤدي إلى فكرة 'سحابة إحتمال' تواجد الإلكترونات. يعرف مصدر الطاقة النووية. يشرح تركيب الكون المرئي بدلالة قوى التجاذب الكتلي بين الأجسام. يعرف ويستخدم 'الفرسخ النجمي' parsec (يعادل 3.26 سنة ضوئية) والسنة الضوئية. يشرح تكوين وتطور النجوم وكيف أن مصيرها النهائي يعتمد على كتلتها. يعرف كيف تتكون العناصر في النجوم وكيف تنشأ النظم الكوكبية. يعرف نظرية الإنطلاق اللحظي للكون 'بيج بانج'، ويستنبط براهين لإثباتها. يعرف كيف يمكن أن يكون الكون محدود الإمتداد وبلا حدود في نفس الوقت.

الأوزان النسبية لأهداف التقييم للصف الثاني عشر (مستوى متقدم)

هناك ثلاثة أهداف عمومية للتقييم بالنسبة لمنهج العلوم، وهي:

- المعرفة والفهم؛
- تطبيق المعرفة والفهم؛ تحليل وتقييم المعلومات؛
- مهارات وإجراءات البحث العلمي.

يتم في الصف الثاني عشر (مستوى متقدم) تقييم فروع المحتوى الثلاثة، وهي علم الأحياء، الكيمياء والفيزياء كمواضيع منفردة. أما الفرع الرابع، البحث العلمي، فلن يقيم على إنفراد بل سيشكل جزءاً متكاملًا من كل من الفروع الثلاثة.

يبين الجدول التالي الأوزان النسبية لأهداف التقييم التي ستطبق على كل فرع من فروع المحتوى للصف الثاني عشر، مستوى متقدم:

المعرفة والفهم	التطبيق والتحليل والتقييم	مهارات وإجراءات البحث العلمي	الأوزان النسبية
45-55%	25-35%	20-25%	

المعايير الرئيسية

أرقام المعايير الرئيسية مكتوبة
ضمن مربعات مظلمة، مثلاً

2-1

أمثلة تمارين التعليم

إن الغرض من أمثلة تمارين
التعلم النشط المبينة بخط مائل
هو فقط للتوضيح، وهي لا تمثل
النطاق الكامل للتمارين التي
يمكن التدرب عليها.

البحث العلمي

عند نهاية الصف الثاني عشر، يعين التلميذ ويطور مسألة أبحاث مركزة بوضوح ويضع تنبؤات متعلقة بها. يضبط المتغيرات ويعمل كعضو في فريق ويستخدم الأجهزة والمواد المناسبة. يقيم التصاميم التجريبية، يعين مواضع الضعف فيها ويطور إستراتيجيات واقعية لتحسينها. يعمل بطريقة تفي بالمعايير الأخلاقية. يدرك التطور التاريخي للأفكار الرئيسية العلمية ويعرف أن العمل العلمي يتأثر بمضمونه، و يدرك مقدرة العلم ومحدوديته في معالجة المسائل والقضايا في مجالات مختلفة. يفهم كيف تتطور الأفكار العلمية على مر الزمن ويدرك أهمية النقد والدحض. يسجل ويعالج بيانات خام بطريقة مناسبة ويستخلص منها إستنتاجات صائبة، مع الأخذ في عين الإعتبار هوامش الخطأ والعوامل غير المؤكدة. يتداول الأجهزة بكفاءة مع توجيه الإهتمام اللازم لإعتبارات السلامة. ينفذ التعليمات بدقة مع تمكنه من التكيف مع الظروف غير المنظورة.

على التلميذ أن:

1 يستخدم أساليب الإستقصاء العلمي

1-1 يحدد ويطور مسألة بحثية مركزة بوضوح.

حدد بواسطة تجارب إختبارية القيم النسبية لطاقة الدهون والكربوهيدرات.

حدد معدل نتج نباتات مختلفة.

إستعمل الفرز الكروماتوغرافي لمقارنة أصبغة أنواع مختلفة من الطحالب.

صمم إختباراً يبين تأثير تغيير ثابت المعدل على درجة الحرارة.

حدد العجلة الناتج عن قوة الجاذبية باستخدام بندول بسيط.

احسب تردد الرنين لجسر 'مضائق تاكوما' بعد مشاهدة الفيلم الذي يسرد إنهيار هذا الجسر.

2-1 يضع تخمينات تتعلق مباشرة بمسألة في مجال الأبحاث.

تنبأ بتأثير الأوكسين على النباتات وتحقق من هذا التنبؤ عن طريق التجربة.

تنبأ بنواتج التهجينات ثنائية الهجين وقارن هذه التنبؤات مع بيانات من الواقع الفعلي.

تنبأ بالخصائص المعيارية لمجموعات حيوانات وتحقق من هذا التنبؤ.

تنبأ بالخصائص المعيارية لعنصر ما (مثلاً النيكل والقصدير) اعتماداً على موقعه في الجدول الدوري واقترح بعض الطرائق لإختبار مثل هذه التنبؤات.

إختبر التنبؤ بأن معالجة الألومينيوم بالتحليل الأنودي تعزز مقاومته ضد التآكل.

تنبأ بالتأثير الناتج عن إضافة كمية صغيرة معروفة من حمض الهيدروكلوريك المركز إلى محلول مشبع من كلوريد الرصاص. إختبر التنبؤ.

3-1

يحدد المتغيرات ويضبطها.

حدّد واضبط المتغيرات عند قياس نتج النباتات.

صمم إختباراً لتجربة دواء جديد للحماية ضد مرض الملاريا.

قارن سلوك مواد مختلفة خاضعة للإجهاد.

4-1

يعمل مع فريق من زملائه بطريقة بناءة ومنتكيفة في مجال الإستقصاء العلمي.

نفذ دراسة إستطلاعية لمواطن بيئية موجودة على شاطئ صخري لتحديد تأثير نشاطات الإنسان عليها.

أجر بحثاً مع فريق من الزملاء حول إنتشار مرض الكوليرا في بلدان معينة.

قم بإعداد كتيباً عن الحيوانات المتسوطنة في قطر.

5-1

يقيم التصاميم الإختبارية العملية ويحدد مواطن الضعف منها ويطوّر إستراتيجيات واقعية للتحسين.

قم بتطوير طريقة مناسبة لتحديد طول موجة الضوء الممتص من الكلوروفيل.

قم بتصميم دراسة لتحديد تأثير إنشاء منطقة محمية في قطر.

حدد أهم مناطق عدم اليقين في تحديد معامل 'يونج' لعدد من المواد المختلفة، وحضّر إستراتيجيات لمعالجتها.

6-1

يعمل بطريقة تلتزم بالمعايير الأخلاقية والأدبية فيما يتعلق باعترافه بالمصادر التي إستمد منها البيانات والمعلومات وفيما يتعلق بصدق نتائجه وأصالتها.

قم بتحضير أوراق معلوماتية حول الأمراض الرئيسية في أنحاء العالم.

اكتب نص مسرحية لتذاع على الراديو عن طريقة معيشة شخص يعاني من مرض السكري ويستخدم الإنسولين لعلاج.

ارسم مخططات دائرية عن مكونات الدم.

حضّر مجموعة صور فوتوغرافية عن الطرائق التي تتكيف بها النباتات الصحراوية مع بيئتها.

أذكر مصادر صور عدة أنواع من النجوم والمجرات مأخوذة من الإنترنت.

7-1

يعمل بطريقة ملتزمة بالمعايير الأخلاقية فيما يتعلق بالرفق بالكائنات الحية والإعتناء بالبيئة.

إتخذ الإجراءات المناسبة للحد من التأثير السلبي على الحياة البرية ومواطنها عند القيام بعمل ميداني.

تصرف بطريقة مسؤولة عند العمل مع زملاء لك لقياس خصائص الإنسان ، مثل حساسية البشرة وحاسة النظر وحاسة السمع.

يختار ويستخدم معلومات ثانوية بنظرة من التفحص والنقد.

8-1

إستخدم بيانات صادرة عن منظمة الصحة العالمية لرسم مخططات بيانية عن مناطق إنتشار مرض الملاريا.

إستخدم بيانات إحصائية عن تعداد السكان لرسم منحنيات تبين نمو عدد السكان.

قم بدراسة وتقييم معلومات مأخوذة من الإنترنت عن تغيّر المناخ.

قم بدراسة وتقييم معلومات مأخوذة من الإنترنت حول 'ثقب الأوزون' (إنخفاض كمية الأوزون في الطبقة العليا من الجو) وفعالية الإتفاقيات الدولية الرامية الى مكافحة مسبباته.

2 يعرف كيف يعمل العلماء

1-2 يفهم التطور التاريخي للأفكار العلمية الرئيسية.

أحصل على معلومات عن تطور استخدام الجينات لكشف هوية الأشخاص.

تتبع تطور فهمنا لمرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز).

أدرس تطور إدراكنا للكون (مع ملاحظة بشكل خاص الدور الأساسي لفلاسفة الإسلام في تطوير مفهوم النظام الشمسي المتحور حول الشمس).

أدرس تطور أفكارنا عن طبيعة الضوء.

2-2 يعرف كيف يتأثر العلم بمضامينه الإقتصادية والإجتماعية والثقافية والمعنوية والدينية.

أجر مناقشة حول القيود الحضارية والأخلاقية والأدبية التي تفرضها المجتمعات على الأبحاث العلمية العرصة للجدل (مثل الهندسة الجينية والإستنساخ الجيني).

أجمع المعلومات من الصحافة عن الجدل الجاري حول تلقيح الأطفال مع ذكر النقاط الداعمة والنقاط الداحضة.

3-2 يدرك قدرة العلم ومحدوديته في معالجة القضايا الصناعية والإجتماعية والبيئية.

راجع البراهين التي تثبت بأن العلم قد وفر المعرفة الضرورية لإستئثار النباتات والحيوانات التي تستطيع تقديم الغذاء الكافي لجميع سكان العالم ثم أنظر في الأسباب التي تجعل الناس يموتون من الجوع.

بيّن أنواع النباتات والحيوانات المعرضة لخطر الزوال وما هي الخطوات المتخذة، إذا وجدت، لوقف إنقراضها.

ناقش أسباب صيد السمك في المناطق التي يتضائل فيها عدد مجتمعات الأسماك.

4-2 يفهم أهمية الدحض في إستبدال قاعدة علمية سائدة بقاعدة جديدة.

أذكر أمثلة عن التأثير الكهروضوئي والذي بدأ وكأنه يدحض النظريات التقليدية المتعلقة بالطاقة كما كانت سائدة في عام 1900 والذي يمكن بنظرية الكم، وعن إختبار تشتت الجسيمات الذرية للعالم رانر فور د والذي قلب فكرة الذرات كجسيمات مصمتة رأساً على عقب.

5-2 يدرك أن تطوّر الأفكار العلمية ينطوي على فترات من التغييرات الرئيسية والتقدم البارز يليها فترات من الجهد الدؤوب والتقدم البطيء.

عَيّن التغييرات الرئيسية التي حصلت في تاريخ العلم (الكون المتمركز حول الشمس الذي حدده فلاسفة الإسلام الأوّل، ونظريات الميكانيكا لنيوتن، وتطور فهمنا للتركيب الذري، وتطور علم الديناميكا الحرارية، وتطور نظرية الكم).

6-2 يدرك أهمية تطور الأسس الإحتمالية لفهمنا للظواهر الطبيعية.

ناقش التناقض الظاهري بين الطبيعة الإحتمالية العشوائية للمادة الأساسية التي يتكوّن منها الكون والتعاليم الحتمية للأديان الرئيسية في العالم.

3 يعالج المعلومات ويوصلها

1-3 يسجّل البيانات الخام بطريقة مناسبة تسمح بتفسيرها.

أرسم مخططاً بيّين وضع مقدّمة المذيب ومواضع الصبغ من صور مأخوذة بجهاز الفرز الكروماتوغرافي.

أرسم جداول للنمط الظاهري لعدد من الهجينات الجينية.

أنظر مجموعات المعايير تحت
34 و35

أنظر المعيار 2-30

2-3

يعالج البيانات الخام بأنسب الوسائل.

ارسم خرائط تبين مناطق إنتشار الأمراض الرئيسية.

ارسم مخططاً بيانياً لتغير تعداد السكان على مر الزمن.

3-3

يستخلص إستنتاجات صائبة مع الأخذ في عين الإعتبار هوامش الخطأ وعوامل عدم اليقين.

أحسب إحتمال الحصول على سلالة معينة للتهجينات الجينية عن طريق الصدفة.

إستخدم أسلوباً تخطيطياً لتحديد عجلة الجاذبية g بإستخدام بندول يسمح بكشف الأخطاء وإزالتها.

4-3

يستخدم مجموعة من الأساليب المناسبة لتوصيل معلومات علمية الى الغير.

إستعمل مخططات بيانية لتوضيح المسارات الأيضية.

قم بتحضير عرض كومبيوترى 'باور بوينت' حول الأجسام المضادة أحادية النسل.

إستخدم نماذجاً لبيان عمل الأجسام المضادة.

إستخدم برامج تطبيقية *Java applets* من الإنترنت لتبيان مجموعة من العمليات الفيزيائية ثلاثية الأبعاد.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر

يشمل تحضير عرض 'باور بوينت'.

4

يستعمل الأجهزة ويجري القياسات

1-4

يختار ويستعمل بطريقة صحيحة وكفوة الأجهزة والمواد المناسبة لإجراء إستقصاء معين، مع الأخذ في عين الإعتبار سلامته الشخصية وسلامة الآخرين.

إستعمل الفرز الكروماتوغرافي لفصل أصبغة نبات عن بعضها البعض.

إستخدم بطاقات لتميز فئات الدم المختلفة.

إستخدم طقم لإختبار الحمض النووي *DNA*.

إستخدم ستروبيوسكوب يعمل بغاز الزنون لتحديد تردد حركة إهتزازية.

إستعمل شعاع ليزر ومولد موجات ميكروويفية لتبيان تداخل الموجات.

إستعمل جهاز تحليل الطيف (سبكتروسكوب) لدراسة إنبعاث وإمتصاص إشعاعات الطيف الكهرومغناطيسي.

2-4

ينفذ التعليمات بدقة مع تمكنه من التكيف مع ظروف غير متوقعة.

علم الأحياء

عند نهاية الصف الثاني عشر يفهم التلميذ الكيمياء البيولوجية الأساسية للتنفس اللاهوائي ويقارنه مع التنفس الهوائي. يعرف تركيب أدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP وأدينوزين ثنائي الفوسفات ADP، وتفاعلات المراحل الثلاث في التنفس الهوائي ودور كل من المساعد الأنزيمي نيكوتيناميد NAD و ATP. يفهم لماذا ينتج عن التنفس اللاهوائي والتنفس الهوائي كميات مختلفة من الطاقة على شكل ATP. يفهم حاصل التنفس (نسبة ثاني أكسيد الكربون الناتج الى الأوكسجين الداخل) وينسب ذلك الى قيمة الطاقة الناتجة عن التنفس لجهاز التنفس. يعرف خطوات التفاعل في مرحلتي البناء الضوئي وأهمية دروة كالفين. يعرف عن الفسفرة الضوئية بطاقة الضوء، الدورية وغير الدورية، وإستخدام المركب ATP في مرحلة التفاعلات الضوئية. يعرف كيف يستخدم عنصر الكربون - 14 لإستقصاء عملية البناء الضوئي. يفهم طيف أشعة الضوء التي يمتصها الكلوروفيل ويعرف أن صبغيات الكلوروفيل يمكن فرزها (فصلها) بواسطة الفرز

الكروموتوغرافي. يعرف تركيب ووظيفة خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء ودور الدم وسائل الأنسجة والسائل اللمفاوي في عملية النقل. يفهم أدوار مكونات الدم في نقل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون. يعرف عن فئات الدم لدى الإنسان وأهميتها. يعرف أن المواد العضوية تنتقل في نسيج اللحاء من جزء إلى آخر في النبات وأن هناك عدة فرضيات متداولة لتفسير هذه الآلية. يفهم العوامل التي تؤثر على معدل النتج وتكيف نباتات المناطق الجافة لحفظ الماء. يعرف تركيب الكلية في الثدييات ودورها في التعامل مع الماء وفضلات الأيض. يعرف كيف يتحكم الجسم بالتوازن المائي ووظيفة الهرمون المانع للبول ADH. يعرف عن المستقبلات الحرارية في تحت المهاد (تحت السرير البصري في الدماغ المتوسط) ويفهم التنظيم الحراري في الجسم. يعرف أسباب وتأثيرات ضربة الشمس. يعرف تركيب ووظيفة الألياف العصبية وكيف تنتقل الإشارات النبضية في الأعصاب. يعرف التركيبات الأساسية للدماغ ووظائفها. يعرف الغدد الصماء الرئيسية endocrine في جسم الإنسان ووظائفها. يعرف كيف يتم التحكم بمستويات الجلوكوز في دم الإنسان. يعرف أدوار هرمونات النمو (الأوكسينات) ومركبات 'جبرلين' وحمض الأبسيسيك في تنظيم نمو النبات. يعرف أن الجسم ينتج الأجسام المضادة antibodies ويدرك آلية عملها ضد مولدات المضادات antigens المسببة للمرض. يميز بين المناعة الإيجابية والمناعة السلبية وينسب ذلك إلى التلقيح (التطعيم). يعرف أهمية الخلايا الجذعية والأجسام المضادة أحادية النسب. يعرف عن دور نظام المناعة في الاستجابة للحساسيات المفرطة. يفهم طبيعة عمل المضادات الحيوية ولماذا تطور الكائنات مقاومة ضدها. يعرف مسببات أمراض الكوليرا (الحمى الصفراء) والإنفلونزا والملاريا والسل وانتقالها ومكافحتها وخطورتها. يصف بشكل عام العلاج بواسطة الجينات. يحسب تكرار السلالات المختلفة الناتجة عن تهجين بأليلات ذات سيادة غير مكتملة، ومن هجينات رجعية ومن تهجينات ثنائية. يفهم السيادة المشتركة للأليلات ووراثية سمات النمط الظاهري من خلال الوراثة الكمية. يستخدم إختبار 'كاي' الإحصائي لتحديد أهمية نتائج التهجينات الجينية. يعرف عن مشروع إحصاء جميع الجينات في الإنسان (مشروع الجينوم البشري) وتحديد التركيب الجيني للأفراد (البصمة الجينية) والفحص الجيني والإستشارة الوراثية. يعرف كيف أن بعض الكائنات الحية تتميز بالتكيف التركيبي والبيولوجي مع بيئتها ويفرق بين التأقلم والتكيف. يفهم مقدرة الينيات المختلفة على إستيعاب المجتمعات ويستطيع إستخدام منحنيات تعداد المجتمعات. يفهم الإستعمار البيئي وتتابع المجتمعات في البيئة. يعرف أمثلة عن التحكم البيولوجي بالكائنات الحية غير المرغوبة. يميز بين المحافظة على البيئة وبقائها، ويدرك التضارب بين التكاثر والبقاء. يعرف كيف تُستخدم المجسات البيولوجية في مراقبة مستويات الجلوكوز في الدم فيما يتعلق بمرض السكري وكيف يمكن معالجة مرض السكري في الإنسان بواسطة إنسولين منتج بالهندسة الجينية. يعرف بعض إستخدامات الأجسام المضادة أحادية النسب وإستخدام الأنزيمات المثبتة (مفعولها متكرر وطويل الأمد).

على التلميذ أن:

5 يفهم الكيمياء البيولوجية (الكيمياء الحيوية) للتنفس

5

يشرح كيف أن الكيمياء الحيوية للتنفس اللاهوائي ونواتجه والطاقة المنبعثة عنه تختلف عن تلك في التنفس الهوائي، وكيف أن التنفس اللاهوائي يعتمد على نقص وقلة الأكسجين.

1-5

قم بتخمير خميرة وإجمع ثاني أكسيد الكربون المنبعث منها .

أنشئ خريطة تبين التفاعلات في عملية التنفس اللاهوائي.

شاهد فيديو عن سباق ركض سريع وناقش الأسباب التي تجعل المتسابقين يتنفسون بسرعة متزايدة لعدة دقائق بعد إنتهاء السباق.

2-5

يشرح تركيب ووظيفة أدينوزين ثنائي الفوسفات ADP وأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP، وبناء ATP في سلسلة نقل الإلكترونات على أغشية الميتوكوندريا.

ادرس نماذجاً للمركبين *ADP* و *ATP*.

تفحص رسومات ونماذج للميتوكوندريا.

أحسب حجم الميتوكوندريا.

3-5

يشرح بشكل عام خطوات التحلل السكري بمثابة فسفرة الجلوكوز وما يتبعه من إنشطار جزيء سكر الجلوكوز الفوسفاتي السداسي 6C الى جزئين من مركب فوسفاتي ثلاثي الذرة الكربونية 3C، والذين يُتابع أكسدتهما بحيث ينتج عنهما كمية صغيرة من ATP والمساعد الأنزيمي نيكوتيناميد NAD.

ارسم خريطة تعاقبية للمسارات الأيضية للتنفس.

أنشئ لعبة بطاقات لبيان تسلسل تفاعلات التنفس.

4-5

يشرح أنه عند توافر الأكسجين يتحول البيروفات pyruvate الى أسيتيل المرافق الأنزيمي A(2C) والذي يتحد فيما بعد مركب رباعي ذرات الكربون مركب رباعي ذرات الكربون oxaloacetate (4C) لتكوين السيترات (6C).

إصنع نموذجاً يوضح التفاعلات التي جرى بحثها أعلاه.

إستعمل الإنترنت للحصول على معلومات عن الأنزيمات المترافقة.

5-5

يشرح دورة كربس كسلسلة من تفاعلات نزع الكربون والهيدروجين في حشوة الميتوكوندريا والتي تعيد تحويل السيترات الى الأوكسالوخليك؛ يشرح دور المساعد الأنزيمي نيكوتيناميد NAD.

قم بتحضير بطاقات تصف المواد المتفاعلة في دورة كربس وتفاعلاتها، ورتبها حسب تسلسلها.

إحصل على معلومات حول العالم هانس كربس ولماذا سميت سلسلة التفاعلات هذه بإسمه.

6-5

يشرح دور الأكسجين في عملية الفسفرة المؤكسدة.

أنشئ خريطة تعلق على الحائط عن الكيمياء الحيوية لعملية التنفس.

قم مع زملائك بتمثيل تفاعلات الفسفرة المؤكسدة.

7-5

يشرح معادلة التنفس وقيم الطاقة الناتجة من كل من الكربوهيدرات والبروتينات والدهون كمواضع في عملية التنفس.

إستعمل كالكوريومتر (مقياس السرعات الحرارية) لمقارنة الطاقات النسبية للكيمياء المستعملة في الطعام.

طابق بيانات عن حواصل التنفس مع أنواع الغذاء المستهلك.

6

يفهم الكيمياء الحيوية لعملية البناء الضوئي

1-6

يشرح بأن الطاقة تنتقل من جراء الإثارة الضوئية لمادة الكلوروفيل والذي ينتج عنه إنشطار جزيئات الماء وتحويل الطاقة الى ATP والمرافق الأنزيمي NADPH؛ وأن هذه العملية تشمل فسفرة دورية وغير دورية؛ وينتج عنها هيدروجين لمرحلة التفاعلات غير الضوئية من عملية البناء الضوئي؛ وأن هذه العملية تنتج أيضاً غاز الأكسجين.

أنشئ مخطط تسلسلي لتتبع دور التفاعلات المشمولة في العمليات الجارية بحثها.

تتبع تاريخ تطور فهمنا لعملية البناء الضوئي.

إستعمل مجس أكسجين ومقياس أكسجين لقياس كمية الأكسجين المنبعثة عن نبات في يوم واحد.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل استخدام الإنترنت لجمع
المعلومات.

2-6

يشرح أن دورة كالفين تشمل تفاعلات غير ضوئية يثبت فيها ثاني أكسيد الكربون عن طريق الإتحاد مع ثنائي فوسفات الرايبولوز (5C) RuBP لتكوين جزيئين من فوسفات الجلوسريك (3C) GP، وأن وجود ATP و NADP ضروري لإختزال GP الى كربوهيدرات، وأنه يتم إعادة توليد ثنائي فوسفات الرايبوز RuDP من جراء هذه العملية.

أنشئ خريطة جدارية تبين الكيمياء الحيوية لعملية البناء الضوئي.

إحصل على معلومات حول العالم كالفين ولماذا دعيت سلسلة تفاعلات بإسمه.

3-6

يصف كيف إستخدم العنصر كربون - 14 لتحديد الكيمياء الحيوية لعملية البناء الضوئي.

تفحص صور مأخوذة بأشعة إكس عن العنصر كربون - 14 بصفته عنصر تعقب كيميائي.

راجع الكتب المدرسية المختصة للحصول على معلومات عن قضايا السلامة المتعلقة بإستخدام كربون - 14.

4-6

يعرف أن الكلوروفيل يعكس الضوء الأخضر ويمتص أشعة الضوء الواقعة في النطاق الواقع بين الضوء الأحمر والـأزرق من طيف الضوء، وأن صبغات الكلوروفيل يمكن فصلها بعضها عن بعض بواسطة الفرز الكروماتوغرافي.

إستعمل سبكترومتر لتحديد أطوال موجات الضوء التي يمتصها ويعكسها الكلوروفيل.

إستعمل ورق الفرز الكروماتوغرافي لفصل صبغيات الكلوروفيل لنباتات مختلفة ثم قارن النتائج.

7

يفهم كيف يؤدي الدم وظيفته في جهاز النقل

1-7

يشرح تركيب ووظيفة خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والنسيج المانع والسائل اللمفاوي والفوارق بين وظيفة الدم ووظيفة سائل الأنسجة المانع والسائل اللمفاوي في نقل المواد الى الخلايا ومنها.

تفحص شرائح زجاجية محضرة للدم تحت مجهر بتكبير عالٍ.

إستفسر من ممرض/ممرضة عن فحوص الدم.

2-7

يعرف تركيب الدم ويشرح أدوار خلايا الدم الحمراء والبلازما والهيموجلوبين والمركبات الكربونية في عملية نقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

أنشئ مخطط دائري لبيان تركيب دم الإنسان.

إستعمل جهاز فرز بالطرد المركزي لفصل مكونات دم حيوان.

3-7

يصف ويشرح أهمية منحنيات إنفصال الهيموجلوبين عند مستويات مختلفة لثاني أكسيد الكربون (تأثير بور).

فسّر منحنيات إنفصال الهيموجلوبين بناء على قياسات مأخوذة عند تركيزات مختلفة لثاني أكسيد الكربون.

4-7

يعرف أن دم الإنسان يمكن تصنيفه الى أربع مجموعات ويعرف تأثير ذلك على عمليات نقل الدم.

إلعب لعبة بطاقات تمثل فئات الدم يبحث فيها أشخاص بحاجة الى نقل دم عن أشخاص آخرين يتمكنوا من التبرع بالدم بينما يقوم المتبرعون بالبحث عن الأشخاص الذين يستطيعون إستقبال دمهم.

إستعمل بطاقات تعريف فئات الدم لتحديد فئات الدم.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل إستعمال الإنترنت لجمع
المعلومات.

8 يفهم آليات النتح والنقل من جزء الى آخر في النبات

1-8 يشرح كيف أن درجة الحرارة وسرعة الريح والرطوبة تؤثر على معدل النتح وكيف أن النباتات تتحكم بفقدان الماء عن طريق تنظيم فتح و غلق ثغيراتها.

استعمل مجهر لتتفحص شرائح زجاجية محضرة لقطاعات عرضية من ورق النبات بثغور مفتوحة وثغيرات مغلقة.

استعمل مقياس نتح وقم بتجارب لمقارنة معدل النتح في غصن ملئ بالأوراق تحت ظروف حرارة ورطوبة مختلفة.

2-8 يشرح بعض آليات التكيف التي تساعد النباتات الصحراوية على الاحتفاظ بالماء. تفحص تركيب وأوراق وسوق نباتات صحراوية ونباتات تعيش على شاطئ البحر. حضر سجلاً من صور فوتوغرافية لتكيف النباتات في قطر مع المناخ الصحراوي.

3-8 يشرح بعض الفرضيات المطروحة لتفسير عملية إنتقال الماء والمواد الغذائية بين جزء وآخر في النبات.

أدرس ملخص للتفسيرات المتضاربة حول إنتقال الماء والغذاء في النبات وناقش قوة الأدلة المقدمة دعماً لهذه التفسيرات أو ضدها.

استعمل مصادر من الكتب ومن الإنترنت لتتبع تطور فهمنا لعملية إنتقال الماء والغذاء في النبات.

4-8 يعرف كيف يستعمل التصوير بالأشعة وقلمة النبات لدراسة عملية إنتقال الماء والغذاء في النبات.

تفحص صور مأخوذة بأشعة الراديو من تجارب عن إنتقال الماء والغذاء في النبات وناقش التفسيرات المحتملة لها.

ناقش الإعتبارات الأخلاقية لإستخدام قلمة النبات في الأبحاث الجارية عن إنتقال الماء والغذاء في النبات.

9 يفهم أجهزة التنظيم في الثدييات

1-9 يصف التركيب العمومي الداخلي والخارجي للكلية والتركيب المفصل للوحدة الوظيفية (النفرونات) في الكلية وأوعية الدم المتصلة بها.

ادرس نموذجاً لكلية.

استعمل مجهرًا لتفحص شرائح محضرة من الكلية.

2-9 يستعمل مصطلحات ضغط الامتلاء والضغط ليشرح عمل الكلية في التنظيم الأسموزي وفي التحكم بالفضلات الأيضية.

قم بتشريح كلية تحصل عليها من الجزار وحدد مواضع التركيبات الرئيسية فيها.

3-9 يشرح دور الغدة النخامية والهرمون المانع للبول ADH والألدوسترون في عملية التنظيم الأسموزي.

استعمل خريطة لجسم الإنسان لتحديد موضع الغدة النخامية وغيرها من الغدد الصماء. اصنع نموذجاً يبين حجم الغدة النخامية والغدد الصماء الأخرى بالنسبة لحجم أعضاء الجسم.

4-9 يشرح دور المستقبلات الحرارية تحت المهاد (تحت السريبر البصري في الدماغ المتوسط) ويصف بعض الإستجابات الفيزيولوجية والسلوكية للثدييات تجاه الظروف الساخنة والباردة.

دون في مفكرة سلوك حيوانات أليفة بالنسبة لتغيرات الطقس.

استعمل مخططاً للدماغ لتحديد موضع تحت المهاد والغدد المتصلة به.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر تشمل استخدام الإنترنت لجمع المعلومات.

ارسم مخططاً متسلسلاً لتوضيح منظومة الإتصال المتعلقة بعملية التنظيم الحراري بالجسم.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل استخدام عرض فيديو
لغرض التوضيح.

شاهد وناقش شريط فيديو يوضح إستجابات الثدييات للظروف الساخنة والباردة.

يصف عوارض ضربة الشمس (الرعن) ويفسر لماذا تحدث وكيف يمكن تجنبها.

5-9

اكتب شرحاً يصف عوارض شخص يعاني من الرعن.

قم بإعداد دليل للسواح يرشدهم كيف يتجنبوا التعرض لضربة شمس.

يصف ويقارن ويبين تركيب ووظيفة الألياف العصبية البينية أو الرابطة ويعرف أين توجد في الدماغ.

6-9

قم بتحضير خرائط جدارية برسومات لعصبونات مختلفة.

تفحص شرائح زجاجية للعصبونات محضرة تحت المجهر.

يشرح وظيفة وأهمية قوس رد الفعل اللاإرادي ويميز بين رد الفعل البسيط ورد الفعل المنعكس.

7-9

قارن ردات الفعل لدى عدد من التلامذة باستخدام محفزات مختلفة.

يشرح طبيعة السعال العصبي وطريقة إنتقاله؛ والراحة (عند إنعدام وجود إشارة عصبية دافعة)؛ إزالة إستقطاب الخلايا العصبية وجهد العمل (عند وجود إشارة عصبية دافعة)؛ وفترة عدم الإستجابة ومرور أيونات الصوديوم والبوتاسيوم.

8-9

شاهد وناقش شريط فيديو عن إنتقال إشارات السعال العصبي.

يشرح عمل المستقبلات الحسية كمحولات طاقة.

9-9

قم بتحضير خريطة تبيّن المستقبلات الحسية في الإنسان، مع تعيين مواضعها والإستشعارات التي تتحسسها.

إستقص التفاعل بين الحواس المختلفة (مثلاً: المذاق والرائحة، البصر والصوت).

يصف أدوار نقاط التشابك العصبي synapses في الجهاز العصبي في تحديد إتجاه إنتقال الدفعات العصبية وفي السماح بتكوين توصيلات بينية لمسارات الأعصاب.

10-9

اكتب شرحاً موجزاً عن إنتقال إشارات (دفعات) عصبية عبر نقاط التشابك العصبي.

يصف التركيبات الرئيسية لدماغ الإنسان - نصفي الكرة المخية، المخيخ، النخاع المستطيل - ووظائفها. يعرف أن تحت المهاد هو الصلة بين جهاز التنظيم العصبي وجهاز الغدد الصماء.

11-9

تفحص وأدرس نموذجاً للدماغ وعين مواضع مكوناته الرئيسية.

قم بإعداد خريطة لتركيبات الدماغ ووظائفها.

يعرف أسماء ومواضع ووظائف الغدد الصماء الرئيسية في الإنسان.

12-9

أرسم مخططاً مكبراً لجسم الإنسان وعلم عليه مواضع الغدد الصماء الرئيسية والهormونات التي تنتجها هذه الغدد.

حضّر بطاقات عن الغدد والهormونات ووظائفها.

يشرح كيف يتحكم الأنسولين والجلوكاجون glucagon بمستوى الجلوكوز في الدم وكيف أن عطب هذا الجهاز يؤدي لمرض السكري.

13-9

أنشئ مخططاً للتغذية الراجعة (feedback) لتبيان التحكم بمستويات السكر في الدم.

أطلب من شخص يعاني من مرض السكري أن يفسر لك كيف يضبط ويتحكم بمرضه.

إحتفظ بمفكرة تسجل فيها كميات السكر التي تتناولها وناقش ما إذا كانت هذه الكميات تشكل سبباً لنشأة مرض السكري.

10 يصف أدوار الهرمونات في النبات

يصف كيف تؤثر الأوكسينات على نمو النبات عن طريق تمديد الخلايا، وكيف يقوم حمض الأبسيسيك abscisic acid بتهيئة النبات لتحمل الإجهاد وكيف أن هرمونات الجبريلين (gibberellin) تسبب تأثيرات معينة مثل التمدد بين عقد الساق والإزهار المبكر وكسر الكمون.

عالج نباتات بهرمون النمو أوكسين وراقب التأثيرات الناتجة في نموها.

كرر بعض الإختبارات الكلاسيكية المذكورة في الكتب المدرسية عن الأوكسينات وقارن نتائجها مع النتائج المذكورة في هذه الكتب.

1-10

11 يفهم عمل جهاز المناعة لدى الإنسان

يشرح إنتاج الأجسام المضادة في الإنسان وعملها ضد مولدات المضادات ويفرّق بين عمل الخلايا اللمفية من الفئة β والخلايا اللمفية من الفئة T.

ارسم مخطط تسلسلي يبين كيف يستجيب جهاز المناعة إزاء مولد مضادات.

يشرح وظيفة خلايا الذاكرة في المناعة طويلة الأمد.

اكتب مقالة قصيرة لمجلة علمية تشرح فيها وظيفة خلايا الذاكرة.

استخدم الإنترنت للعثور على علماء قاموا بأبحاث عن خلايا الذاكرة وأحصل على معلومات حول مساهماتهم لإدراكنا بخصوص هذا الموضوع.

يربط التركيب الجزيئي للأجسام المضادة مع وظيفتها.

قارن التركيب الجزيئي لأجسام مضادة مختلفة ولاحظ أوجه التشابه والاختلاف بينها.

إصنع نماذج توضح تفاعلات الأجسام المضادة ومولدات المضادات.

يشرح أهمية إمكانية تطور الخلايا الجذعية الى خلايا ذات وظائف مختلفة حسب بيئة النمو وأهمية ذلك في إطار العناية بالصحة، ويشرح أهمية زرع الأجسام المضادة أحادية النسل.

استعمل الإنترنت للحصول على معلومات تتعلق بإمكانية الخلايا الجذعية في معالجة أمراض مثل السرطان.

ناقش الإعتبارات الأخلاقية المتعلقة بالأبحاث حول الخلايا الجذعية.

يصف دور جهاز المناعة في الحساسيات المفرطة مثل حمى القش.

أجر استطلاعاً لإيجاد عدد التلاميذ الذين يعانون من حساسيات مفرطة وما هي عوارض هذه الحساسيات وكيفية معالجتها.

يتميّر التلميذ بين عمل المناعة النشطة والمناعة السلبية ويفسّر دور التلقيح في محاربة المرض.

ارسم مخططات بيانية تبين عمل جهاز المناعة في محاربة الأمراض اعتماداً على نوع التلقيحات المستخدمة.

إحصل على معلومات عن أوائل العلماء الذين عملوا في مجال التلقيح.

ناقش الأسباب التي تجعل بعض الأفراد لا يحبذون التحصين.

يفسّر دور المضادات الحيوية في العناية الصحية ويعرف كيف أن البكتيريا المسببة للمرض يمكن أن تطور مقاومة مع مرور الزمن لمضاد حيوي معين والذي كان يقضي عليها في الماضي.

استقص تأثيرات تركيزات مختلفة لمضادات حيوية مختلفة على مستعمرات بكتيريا مستنبتة.

1-11

2-11

3-11

4-11

5-11

6-11

7-11

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل استخدام الإنترنت لجمع المعلومات.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل استخدام الإنترنت لجمع المعلومات.

اكتب رسالة الى صديق تشرح فيها كيف أن مضاد حيوي معين كان في الماضي فعالاً ضد بكتيريا مسببة للمرض وأصبح الآن فاقداً لمفعوله.

حضّر لائحة بمضادات حيوية شائعة وأنواع البكتيريا والأمراض التي تفعل ضدها.

يشرح أسباب وانتقال ومكافحة أمراض الكوليرا والأنفلونزا والملاريا والسل وخطورتها على الصعيد العالمي.

8-11

قم بتحليل الإحصاءات السنوية لمنظمة الصحة العالمية حول مناطق إنتشار مرض الكوليرا، مع تحديد تلك المناطق من العالم التي يتركز فيها هذا المرض وحاول تفسير مستويات الذروة والمستويات الدنيا لتركيز هذا المرض.

اكتب نشرة موجهة الى المسافرين تزودهم بنصائح لتجنب مرض الملاريا.

يشرح العلاج بواسطة الجينات مع سرد أمثلة مثل مرض تليف البنكرياس، ويدرك الفوائد والمخاطر المحتملة لهذا النوع من العلاج.

9-11

حضّر شريط فيديو قصير عن العلاج الجيني والذي يعرض المنافع والمخاطر المحتملة.

إجمع قصاصات من مقالات في المجلات والصحف حول العلاج بالجينات وإستعملها للمساعدة على إجراء نقاش حول هذا الموضوع.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل تصوير فيديو.

12 يفهم الوراثة الجينية

يحسب نسب الأنماط الظاهرية والأنماط الجينية في تلقيحات الهجن الأحادية غير مكتملة السيادة، وتلقيحات الهجن الثنائية (بنسبة 1:3:3:9) والتهجينات الرجعية.

1-12

إستعمل تشبيهه كومبيوتر لتهجين جيني.

إستعمل المكتبة للحصول على معلومات حول عمل العالم ميندل.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل إستخدام تشبيهه كومبيوتر.

يشرح السيادة المشتركة ووراثة سمات الأنماط الظاهرية، مثل فئات الدم، من خلال الأليات المتعددة.

2-12

أحسب نسب الأنماط الجينية والتهجينات المتعددة.

ارسم مخططاً بيانياً و/أو خرائط لتبيان الأنماط المحتملة لوراثة فئات الدم.

يستعمل إختبار كاي الإحصائي لتحديد أهمية تكرار السلالات المختلفة الحاصلة والمتوقعة في التهجينات الجينية.

3-12

نفذ حسابات لتحديد أهمية نتائج إختبارات الإستيلاد التهجين.

يعرف الغرض من مشروع إحصاء المجموعة الكاملة للجينات في الإنسان.

4-12

إستخرج معلومات من موقع مشروع إحصاء الجينات في الإنسان (الجينوم البشري) على الإنترنت.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل إستخدام الإنترنت لجمع المعلومات.

يشرح أساس تحديد هوية الأفراد بناء على تركيبهم الجينية ويدرك ميزات هذا الإجراء ومخاطره المحتملة.

5-12

قم بدراسة السمات الجينية لأفراد 'مشتببه بهم' وقرر أي مجموعة جينات تطابق الأدلة التي جمعت في 'مسرح الجريمة'.

إحصل على معلومات حول أبحاث العالم ألكس جيفريز والذي يُعتقد أنه طور أساليب نسخ 'البصمات الجينية'.

6-12

يشرح أساس الفحص (الكشف المسحي) الجيني بحثاً عن الأليلات التي هي سبب السمات الموروثة المسببة للتخلف والإعاقة، ويدرك ميزات مثل هذا الفحص ومخاطره المحتملة والحاجة إلى مشورة تتعلق بالتقنيات الجينية (الإستشارة الوراثية). ناقش طبيعة المحادثة التي قد تجري بين مستشار طبي وزوج مع زوجته، أحدهما يعتقد أنه يحمل أليل يسبب حالة معوقة. حضر جدولاً بالحالات التي يُعرف وجود فحص جيني لها.

13

يدرك كيف تتكيف الكائنات الحية مع بيئاتها

1-13

يشرح أمثلة عن تكيف الحيوانات التركيبي والفيزيولوجي مع بيئتها.

قم بمطابقة أوصاف تكيفات الحيوانات مع البيئات الأكثر ملائمة لها.

قم بزيارة ميدانية لمنطقة صحراوية وسجل تكيفات النباتات والحيوانات مع الظروف السائدة فيها.

2-13

يُميّز بين التكيف الدائم للكائنات الحية مع بيئتها العادية والتأقلم المؤقت لزوار هذه البيئة.

قم بتفسير مخططات بيانية لتعداد كريات الدم الحمراء لأناس يعيشون في مناطق واقعة على ارتفاع عالٍ وتعداد كريات الدم الحمراء للأشخاص الذين يزورون هذه المناطق لفترات قصيرة، وذلك قبل زيارتهم وبعدها.

14

يفهم تحركات نمو السكان ومفهوم تعاقب المجتمعات في بيئة ما

1-14

يشرح ويعطي أمثلة لتوضيح سعة تحمل بيئة ما للمجتمعات المستوطنة فيها.

قم بتفسير بيانات عن ديناميكية مجتمعات الحيوانات.

استعمل نماذج مأخوذة من الكمبيوتر لإستكشاف نمو عدد السكان وتضائله.

2-14

يعرف كيف ينشئ ويفسر منحنيات التعداد لأنواع مختلفة من الكائنات الحية ويحدد مراحل التزايد والتناقص.

راقب نمو مستعمرة طحلب أحادي الخلية.

تفحص مخططات سكانية لعدد من الكائنات الحية المختلفة.

3-14

يصف تدرج تطور مجتمع بيئي من الإستيطان الأولي إلى مجتمع الذروة.

نفذ عمل ميداني لتحديد تعاقب مجتمعات النباتات على شاطئ صخري أو رملي.

تتبع تطور مجتمع بيولوجي من خلال سجل مكون من صور فوتوغرافية.

15

يدرك معنى المكافحة الإحيائية (البيولوجية)

1-15

يشرح أمثلة عن المكافحة البيولوجية لنمو السكان في بيئة طبيعية وبيئة تجارية.

قم بتفسير بيانات لحالات معينة حول مكافحة الأرناب البرية ومكافحة الحشرات الفاتكة في بيوت الإنبات الزراعية.

شاهد أشرطة فيديو تبيّن المكافحة البيولوجية.

2-15

يقيم ميزات وسيئات المكافحة البيولوجية للحشرات الضارة.

وزّع أدواراً على زملائك بحيث يلعب أحد التلامذة دور المحامي عن المكافحة البيولوجية للحشرات الضارة بينما يلعب تلميذ آخر دور المعارض لها.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر

تشمل استخدام نماذج كومبيوترية.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر

تشمل استخدام جهاز تسجيل بيانات إلكتروني لمراقبة النمو.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر

تشمل استخدام فيديو لغرض التوضيح.

16 يدرك القلق المتعلق بالبيئة

1-16 يشرح أوجه التشابه والاختلاف بين المحافظة على البيئة وبقائها؛ ويدرك أن المحافظة على البيئة هي عملية ديناميكية تشمل نواحي الإدارة والإستصلاح.

إتصل بمجموعات حماية البيئة في قطر وتعرف على سياساتها المتعلقة بحماية البيئة والمحافظة عليها.

إحصل على معلومات حول المنتزهات والمحميات الطبيعية وكيف تتم إدارتها.

2-16 يشرح كيف أن الرغبة لإستخدام بيئة معينة لإنتاج الغذاء يمكن أن تتعارض مع الرغبة في الحفاظ عليها.

ناقش ضرورة تقييد صيد الأسماك للحفاظ على كميات السمك في البحار.

ناقش لماذا يعترض الناس عندما تُقطع أخشاب الغابات لتوفير الفرصة أمام المزارعين لزراعة محاصيل غذائية.

17 يدرك تطبيقات التكنولوجيا البيولوجية (التقنية الحيوية)

1-17 يشرح كيف تم تطوير الإنسولين البشري بواسطة الهندسة الجينية والذي يتم إنتاجه اليوم للإستعمال من قبل المصابين بمرض السكري.

حدد عدد الأفراد المصابين بمرض السكري في قطر وكميات الإنسولين التي يحتاجون إليها في سنة واحدة.

ارسم مخططاً متسلسلاً لبيان الإنتاج التجاري للإنسولين البشري.

2-17 يشرح ماذا نعني بمصطلح المجس البيولوجي. يعرف عن إستخدام أكسيداز الجلوكوز كمادة بيولوجية كاشفة في المجسات البيولوجية المستخدمة لمراقبة مستويات الجلوكوز في الدم لدى الأفراد المصابين بمرض السكري.

تعرف على الجهات التي تصنع المجسات البيولوجية. إتصل ببعض هذه الشركات (أو قم بزيارة مواقعها على الإنترنت) وأطلب معلومات عن عملياتها الصناعية.

إستفسر من ممرض/ممرضة أو من طبيب أو من شخص مصاب بمرض السكري عن كيفية إستعمال المجسات البيولوجية في مكافحة مرض السكري.

3-17 يشرح بعض الإستخدامات الطبية البيولوجية للأجسام المضادة أحادية النسل في إجراءات مثل فحص الحمل.

إستعمل الإنترنت لتعيين دور الأجسام المضادة أحادية النسل في إختبار الحمل.

4-17 يشرح تقنية حصر عمل الأنزيمات المقيدة، ويفهم ميزات وسيئات إستعمال مثل هذه الأنزيمات ويصف بعض التطبيقات التجارية لها.

نفذ تجارب إختبارية عن معدلات تفاعل الأنزيمات المقيدة *immobilised enzymes*. حضر لائحة بالمنتجات المعتمدة على تقنية الأنزيمات وعين الأماكن التي تُنتج فيها.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل إستخدام الإنترنت لجمع
المعلومات.

عند نهاية الصف الثاني عشر، يعرف التلميذ أن الإعتبارات الإقتصادية هي التي تقرر نوع العمليات الصناعية المستخدمة ومناطق إستخدامها، وأن الميزات الإقتصادية لمثل هذه العمليات ينبغي موازنتها مقابل المخاطر التي تهدد البيئة من جرائها. يدرك التغير الدوري في طاقات التأين، والميل الإلكتروني والسالبية الكهربائية، ويتنبأ بخصائص العناصر بناء على موقعها في الجدول الدوري. يعرف إتجاهات التغير في الخصائص العامة لعناصر الفئات s و p و d و خصائص وتركيبات بعض مركبات هذه العناصر. يفسر التلميذ معدلات التفاعل بدلالة تصادم الجسيمات والطاقة، ويميز بين تفاعلات الرتبة الأولى والرتبة الثانية. يحسب عمر النصف لتفاعلات الرتبة الأولى ويفهم العلاقة بين ثابت معدل التفاعل ودرجة الحرارة. يستنتج عبارات رياضية لثوابت الإتزان ويستخدمها في تفاعلات الغازات والمحاليل. يعالج بطرائق رياضية المسائل المتعلقة بتفاعلات الأحماض والقواعد والمحاليل المنظمة ومحاليل الأملاح قليلة الذائبية. يستخدم بطريقة رياضية مفهوم تغير المحتوى الحراري وينسب ذلك الى دورات الطاقة. يفهم تطبيق القانون الثاني للديناميكا الحرارية على الأنظمة الكيماوية ويستطيع إستخدام مفاهيم الفوضى (عدم الإنتظام) والطاقة الحرة بالنسبة لتلقائية التفاعل. يفهم التلميذ آليات الإضافة والإستبدال الإلكتروني (يجذب الإلكترونات) والإستبدال النيوكليوفيلي (يمنح الإلكترونات) وتفاعلات الحذف. يعرف الكيمياء الأساسية للأرينات وأرينات الإحلال ويصف إنتاج المشتقات الهامة للبنزين. يفسر إستقرارية حلقة البنزين بدلالة عدم تمركز الإلكترونات على ذرات معينة. يفهم التشاكل الجزيئي التركيبي والضوئي وتأثيراتهما الكيماوية. يعرف كيف تتكون بوليمرات الإضافة وبوليمرات التكاثف وكيف يمكن تعديل خصائصها بواسطة المواد المضافة.

على التلميذ أن:

18 يعرف عدداً من العوامل المختلفة التي تؤثر على طريقة صناعة الكيماويات

يعرف الكيمياء الأساسية للطريقتين الرئيسيتين لإنتاج القلويات: طريقة 'سولفاي' وطريقة خلية كلور - قلوي التحليلية. يعرف نواتج هاتين الطريقتين وإستعمالتهما، ويعرف التأثير الإقتصادي على هاتين الطريقتين من جراء الطلب على الكلور في الأسواق.

1-18

حضر خرائط تسلسلية موضحة بالصور البيانية لتبيان الطريقتين المستخدمتين لإنتاج القلويات وإستعمالات نواتجهما.

أجر دراسة لصناعة القلويات في قطر من خلال زيارة لأحد المنشآت الصناعية، مع ملاحظة بشكل خاص أهمية الكلور كنتاج فرعي لصناعة الكيماويات في قطر.

أجر دراسة حول الإتزان بين الطريقتين لصناعة القلويات على صعيد عالمي، مع ملاحظة أن هذا الإتزان لا يعتمد فقط على إمداد المواد الخام ولكن أيضاً على طلب المنتجات في الأسواق، وعلى الأخص الطلب على الناتج الفرعي للطريقة الإلكترونية، أي الكلور.

يقوم بتحليل مخططات إبنجهام البيانية لتوفير معلومات حول إمكانية (جدوى) إختزال أكاسيد الفلزات بواسطة الكربون تحت درجات حرارة مختلفة.

2-18

إستعمل مخططات 'إبنجهام' البيانية للتنبؤ بجدوى إستخدام الكربون لإستخلاص فلز (مثل الخارصين) من معدنه الخام ولتوفير معلومات حول الظروف الضرورية لجعل هذه العملية فعالة.

3-18

أنظر المعيار 2-2

يدرك أن الغاز الطبيعي في دولة قطر يمكن أن يُستخدم كوقود من ناحية وكمادة خام للعمليات الصناعية من ناحية أخرى، وأن هناك عدد من العمليات الصناعية تنشأ حالياً في دولة قطر والتي تستغل توافر الغاز الطبيعي ونواتج عمليات صناعية أخرى. حضر دراسة حول تطور الصناعات في قطر التي تنشأ من وجود حقول الغاز الطبيعي، مع التركيز بشكل خاص على اعتماد هذه الصناعات بعضها على بعض؛ أي الطريقة التي تستغل فيها كل صناعة من هذه الصناعات المنتجات والمنتجات الفرعية للصناعات الأخرى.

4-18

أنظر المعيارين 2-2 و 3-2

يُدرِك التلميذ الإتزان الذي ينبغي تحقيقه في كثير من الأحيان بين الميزات الإقتصادية التي تحققها العمليات الصناعية لدولة قطر والخطر الذي تهدد به البيئة. قم بتنظيم فرق نقاش مع الإستعانة بعلماء من قطاع الصناعات ومن جمعية أصدقاء البيئة. حاول وصل هذه المناقشات مع زيارات تقوم بها الى المصانع وزيارات ميدانية لإستطلاع أوضاع البيئة.

19

يفهم الإتجاهات الدورية في خصائص العناصر

1-19

يفهم ويستخدم مصطلح طاقة التأين. يشرح العوامل التي تؤثر على طاقات تأين العناصر وإتجاهات التغير في طاقات التأين عبر دورة من دورات الجدول الدوري وعبر مجموعة منه.

ادرس مع الإستعانة بمخططات بيانية التغيرات التي تحصل في طاقة التأين عبر دورات الجدول الدوري ومجموعاته. علل أسباب إتجاهات التغير هذه ومواضع التقطع فيها.

2-19

يفهم معنى المصطلح الميل الإلكتروني ومصطلح السالبية الكهربية ويدرك ويفسر إختلافهما الدوري.

ادرس مع الإستعانة بمخططات وجدول مناسبة خاصية الدورية في تغيّرات الميل الإلكتروني مع تغيّر العدد الذري. وادرس أيضاً وإشرح التغيرات في الميل الإلكتروني ضمن دورات الجدول الدوري ومجموعاته.

بيّن وجود جزئيات ثنائية القطب وتساهمية الترابط في بعض المركبات، مثل الماء. قارن السمة الأيونية/التساهمية لمجموعة من أملاح الكلوريد لتوضيح مفهوم السالبية الكهربية.

ادرس كيمياء العنصرين ليثيوم ومغنيسيوم ولاحظ أوجه التشابه بينهما. ادرس وفسّر التغيرات في السالبية الكهربية عبر دورة ومجموعة من الجدول الدوري، ثم لاحظ وفسّر أوجه التشابه في خصائص العناصر بإتجاه قطري عبر الجدول الدوري.

3-19

يعرف الكيمياء العامة لعناصر الفئة s ، بما في ذلك:

- إتجاهات التغيّر في الخصائص الفيزيائية للعناصر؛
- إتجاهات التغيّر في الخصائص الكيميائية للعناصر؛
- الخصائص العامة لمركبات هذه العناصر، بما فيها الذائبية ولون مركبات النيترات والكاربونات والهيدروكسيدات لهذه العناصر وثباتها الحراري؛
- إنتشار هذه العناصر في الطبيعة وإستخلاصها.

إعتبارات السلامة

يجب أن لا يناول التلامذة الصوديوم والبوتاسيوم.

قم بمقارنة ومباينة كيمياء عناصر المجموعة I [ليثيوم وصوديوم وبوتاسيوم] وعناصر المجموعة II [مغنيسيوم وكالسيوم] ومركباتها.

4-19

يصف بشكل عام ويشرح نوعياً إتجاهات التغيّر في الثبات الحراري لنيترات وكربونات عناصر المجموعة II، والتغيّر في ذائبية كبريتات عناصر المجموعة II.

أنظر المعيار 2-19

إستقص عملياً إتجاهات التغيّر المذكورة أعلاه وأنسب تفسيرك لها الى السالبية الكهربية.

يشرح بشكل عمومي ويفسّر اتجاهات التغيّر في عدد من الخصائص نزولاً عبر عناصر المجموعة VII ، بما في ذلك:

- الخصائص الفيزيائية؛
 - نشاط العناصر كعوامل أكسدة؛
 - الثبات الحراري لهيدريدات هذه العناصر؛
 - تفاعل أيونات الهاليد مع نترات الفضة يتبعها محلول مائي للأومنيا.
- قم بتطوير سلسلة إزاحة لعناصر المجموعة VII عن طريق التجارب المخبرية.

استعمل اختبار نترات الفضة للتمييز بين الهاليدات المختلفة في المحاليل.

أجر بعض التفاعلات المعيارية لعناصر هذه المجموعة مع الفلزات (مثلاً: حرق فلزات الفضة في الكلور، وتفاعل النيود مع مسحوق الألومنيوم).

يعرف كيف يتواجد الألومنيوم في الطبيعة وكيف يتم إستخلاصه. يصف الخصائص الرئيسية للألومنيوم، بما في ذلك:

- الطبيعة المترددة (الأمفوتيرية) لأيون الألومنيوم في أملاحه ومحلوله؛
- كبت النشاط الطبيعي للألومنيوم - عن طريق المعالجة الأنودية.

ادرس عملية إستخراج الألومنيوم مع تركيز خاص على المصنع في قطر.

إستقص فعل الأحماض والقلويات على راسب هيدروكسيد الألومنيوم.

ادرس تفاعل أملاح الألومنيوم (وخاصة كلوريد الألومنيوم) مع الماء.

قم بمعالجة قطعة ألومنيوم أنودياً بالتخليل الكهربائي.

يشرح كيف أن الحجم الصغير والشحنة العالية لأيون الألومنيوم يؤدي إلى ترابط تساهمي جزئي وإلى خصائصه المترددة.

يصف بشكل عام ويشرح، وبدلالة التركيب والترابط، اتجاهات التغير في عدد من الخصائص نزولاً عبر عناصر المجموعة IV:

- درجة الإنصهار والتوصيل الكهربائي لعناصر هذه المجموعة؛

- الثبات المتزايد لحالة الأكسدة الدنيا؛

- الترابط والطبيعية المترددة 'حمض-قلوي' والثبات الحراري لأكسيدات هذه العناصر؛

- ترابط كلوريدات هذه العناصر، وقابليتها للتطاير وتفاعلها مع الماء.

ادرس مع الإستعانة بجداول ومخططات إزدياد الخصائص الفلزية لهذه العناصر نزولاً عبر مجموعتها، كما هي ممثلة في خصائص مميزة مثل التوصيل الكهربائي وطاقت التأيين.

حضّر دراسة مقارنة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لأكاسيد العناصر من الكربون حتى الرصاص، مع ملاحظة اتجاهات التغيّر في الثبات النسبي لحالة الأكسدة +2 نزولاً عبر المجموعة.

حضّر دراسة مقارنة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لكلوريدات العناصر كربون حتى رصاص، مع ملاحظة السلوك الشاذ لعنصر الكربون والسلوك الحمضي للعناصر في حالات تأكسدها +4 والسلوك القاعدي لهذه العناصر في حالاتها +2.

يعرف أن إلكترونات المستوى النوعي d في الفلزات الإنتقالية يمكن أن تشارك في الترابط مثلها مثل إلكترونات المستوى الخارجي s، مما يؤدي إلى حالات أكسدة متعددة. ويستنبط حالات الأكسدة المحتملة لعنصر إنتقالي بناء على توزيعه الإلكتروني.

إعتبارات السلامة

ينبغي توخي الحذر عند إستخدام العناصر الهالوجينية وعند إستخدام الفلزات القلوية.

10-19

يشرح كيف أن حالات الأكسدة المتغيرة يمكن أن تؤدي إلى عمل أيونات الفلزات الانتقالية كعوامل مؤكسدة وعوامل مختزلة. ويعطي أمثلة لأنظمة أكسدة - إختزال للفلزات الانتقالية.

يستقص التغيير في حالة الأكسدة ولون العناصر الفلزية الانتقالية (مثل الفاناديوم، الكروم، المنجنيز والحديد) من خلال مجموعة تفاعلات إختزال - أكسدة مختلفة.

11-19

يعرف أن العناصر الانتقالية تتحد مع الجزيئات التناسقية الترابط ligand (وهي جزيئات أو أيونات مرتبطة إلى ذرة مركزية في مركبات معقدة تناسقية الترابط (coordination compound) من خلال رابطة تناسقية (coordinate bonding) لتكوين مركبات معقدة والتي تكون عادة ملونة. يعطي أمثلة على تفاعلات تبادل جزيئات صغيرة.

ادرس آلية إمتصاص الدم للأكسجين وإزالته منه وتأثير الجزيئات التناسقية الترابط مثل السيانيد وأحادي أكسيد الكربون على إيزان هذه العملية.

يستقص أمثلة نموذجية لتكوين مركبات معقدة، مثل تفاعل بين أيونات النحاس بوجود تركيزات متغيرة من الجزيئات التناسقية الترابط (مثل الماء والكلوريد والأمونيوم).

12-19

يعرف أن الجزيئات التناسقية الترابط الموجودة في المركبات المعقدة للفلزات الانتقالية يمكن أن تكون متعادلة أو أيونية، وأن هذه المركبات المعقدة تحتوي عادة على روابط تناسقية رباعية (مستوية أو ذات أربع أوجه) أو سداسية (بثمانية أوجه).

بين الروابط المذكورة أعلاه باستخدام نماذج لمجموعة أيونات مركبات معقدة complex ions.

13-19

يشرح تكوين المركبات المعقدة بدلالة الروابط التناسقية وإنشطار المستويات الفرعية d ويعرف كيف أن هذا يفسر لون العديد من أيونات المركبات المعقدة للفلزات الانتقالية.

يعرف الأهمية البيوكيميائية لعنصري الكوبالت والحديد.

14-19

أسرر أسماء الجزيئات البيوكيميائية التي تشمل عناصر إنتقالية وأذكر وظائفها الفيزيولوجية.

20 يفهم الكيمياء الحركية للتفاعلات

1-20

يدرك أن التفاعلات المختلفة تسير بمعدلات مختلفة ويفسر معدل التفاعل بدلالة تصادمات الجسيمات وطاقة الجسيمات.

أنظر المعيار 6-20

استعمل نماذج لبيان كيف أن معدلات التفاعل تعتمد على عدد التصادمات وعلى الطاقة الحركية للجسيمات المتصادمة. يمكن وصف طاقة الجسيمات المتصادمة من خلال توزيع 'بولتسمان'.

2-20

يستنبط ويستخدم صيغ معدلات التفاعل من نوع معدل التفاعل $k[A]^m[B]^n$ من بيانات التفاعلات، ويرسم ويحلل تمثيلات بيانية لتفاعلات ذات رتبة الصفر والرتبة الأولى والرتبة الثانية لمتفاعل محدد.

نفذ تشبيهاً لتفاعل من المرتبة الأولى باستخدام دبابيس ورق أو قطع نقود ثم مثل النتيجة بطريقة بيانية.

استقص تفاعلات بسيطة يمكن فيها قياس معدل التفاعل بسهولة وارسم مخططات بيانية لمعدل تفاعل مقابل تركيز مادة متفاعلة من أجل تحديد رتبة التفاعل. ومن التفاعلات المناسبة لهذا الغرض تذكر اليود متغير السرعة اعتماداً على تركيزه (iodine clock reaction) وتفاعل الحمض مع الثيوسلفات (ثيوكبريتات) وتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع كربونات الكالسيوم.

3-20

بحسب عمر النصف لتفاعل المرتبة الأولى ويدرك لماذا هذه التفاعلات لا تعتمد على تركيز المواد المتفاعلة.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل استخدام تشبيهات
للعمليات المختبرية.

يستقص إعتد معدل التفاعل على تركيز فوق أكسيد الهيدروجين في تفاعل اليود
المتغير السرعة. يمكن الإستعانة لهذا الغرض بتشبيهات مأخوذة من وسائل تكنولوجيا
الكمبيوتر.

4-20 يصف بطريقة نوعية العلاقة بين ثابت معدل التفاعل ودرجة الحرارة.

يستقص تأثير درجة الحرارة على التفاعلات المذكورة في المعيار 20-2.

5-20 يستعمل معادلة أرهينيوس، لتحديد طاقة التنشيط عندما تكون قيم ثابت معدل التفاعل
معروفة لدرجات حرارة مختلفة.

الرياضيات

معرفة اللوغاريتمات الطبيعية
ضرورية هنا.

يستقص تأثير درجة الحرارة على تفاعل بين حمض و ثيوكبريتات وإحصل بطريقة
الرسم البياني على قيمة طاقة التنشيط.

6-20 يفهم معنى توزيع 'بولتسمان' وبيّن أهميته في الكيمياء الحركية للتفاعلات، مع إنتباه
خاص لطاقة التنشيط.

أنسب طاقة التنشيط الى توزيع بولتسمان للطاقة الحركية في الجسيمات لشرح الأسباب
التي تجعل بعض التفاعلات تسير بسرعة أكبر من غيرها.

الرياضيات

إن معرفة حساب التفاضل
والتكامل مفيد هنا ولكنه ليس
ضرورياً.

7-20 يستنبط تعابير لثوابت معدلات التفاعل بالإتجاهين الأمامي والعكسي لتفاعل بسيط ثنائي
الجزئيات ومن ثم يستنبط تعابير لثابتي الإتزان بدلالة التراكيز K_c والضغط الجزئية K_p .

8-20 يحسب قيم ثوابت الإتزان بدلالة التراكيز أو الضغوط الجزئية مستمدة من بيانات
مناسبة، ويحسب الكميات الموجودة عند درجة الإتزان، إعتدماً على بيانات ملائمة.

يستعمل بيانات مستمدة من إتزان متجانسة سبق دراستها (مثلاً في عملية هابر
لصناعة الأمونيا وعملية التلامس).

9-20 يفهم ويستخدم موضع الإتزان كما يطبق على تفاعل منعكس ويعرف أن مقدار ثابت
إتزان هو دليل للمدى الذي يقترب فيه التفاعل من درجة الإكمال.

إبحث في تفاعلات (مثلاً تلك بين الهيدروجين والأكسجين) حيث يكون ثابت الإتزان
ذي قيمة كبيرة جداً، ثم إبحث في أليات للتأثير على وضع الإتزان كما هو متمثل في
قاعدة لو شاتيليه ومطبق على تفاعلات مثل عملية هابر وعملية التلامس.

10-20 يبيّن التلميذ إدراكاً لنظرية 'برونستيد لاوري' الخاصة بالحمضية. يستنبط ويفسر
المصطلحات pH , K_a , pK_a و K_w ويستخدم هذه المفاهيم في حسابات مثل حساب الرقم
الهيدروجيني pH لمحاليل أحماض وقواعد ضعيفة.

أحسب ثوابت التفكك (*dissociation constants*) لأحماض ضعيفة إعتدماً على قيم
مقاسة للرقم الهيدروجيني pH تحت تركيزات معينة.

أحسب الرقم الهيدروجيني لأحماض وقلويات ضعيفة وأعط ثابت التفكك لكل منها.

إشرح مقياس الرقم الهيدروجيني pH بدلالة تركيز أيونات الهيدروجين.

11-20 يعرف أن الأدلة (الكواشف) هي أحماض ضعيفة ويفسر إختيار الدلائل المناسبة في
معايرات الحمض-القاعدة، بدلالة ثابت تفكك الدليل.

أحسب ثابت تفكك دليل مطلوب لتبيان نقطة نهائية معينة.

12-20 يفهم كيف تعمل المحاليل المنظمة على التحكم بالرقم الهيدروجيني (بما فيه دور
 HCO_3^- في ضبط الـ pH في الدم) ويحسب الرقم الهيدروجيني لمحاليل منظمة،
معتدماً على بيانات مناسبة.

أحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول منظم يحتوي على تركيزات معروفة لإيثانوات
الصوديوم وحمض الخليك (حمض الإيثانويك). حضّر مثل هذا المحلول وإختبر رقمه
الهيدروجيني.

13-20

يطبق كميًا مفهوم الإتران الديناميكي على قابلية ذوبان (ذائبية) المركبات الأيونية وذلك من خلال حساب حاصل الإذابة K_{sp} من تركيزات معروفة وبالعكس، وبيّن إدراكاً لتأثير الأيون المشترك common ion effect .
حدد حاصل قابلية الإذابة لهيدروكسيد المغنيسيوم بالتحليل الكمي لمحلول مشبع.

تنبأ كميًا بتأثير الأيون المشترك لإضافة كمية صغيرة من حمض الهيدروكلوريك المركز إلى محلول مشبع من كلوريد الرصاص وتحقق من التنبؤ عن طريق التجربة.

21 يفهم تغيرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية

1-21

بشرح ويستخدم مفهوم التغير القياسي للمحتوى الحراري ΔH ، مع التركيز بشكل خاص على تفاعلات الإحترق وتفاعلات التكوين وتفاعلات الذوبان وتفاعلات التعادل.
حدد عن طريق التجربة التغيرات القياسية للمحتوى الحراري لعدد من التفاعلات.

استعمل على سبيل المثال العلاقة $\Delta H = (mc_p\Delta T)/n$ حيث $(mc_p\Delta T)$ تمثل الحرارة الناتجة عن التفاعلات والتي يتم إمتصاصها في وسط مناسب، مثل الماء، تبلغ سعته الحرارية النوعية c_p .

قارن الطاقة الحرارية المنبعثة عن حرق أنواع وقود مختلفة؛ أحسب المحتوى الحراري المولي لكل من هذه التفاعلات.

2-21

يستعمل قانون هس لإنشاء دورات طاقة بسيطة ويحدد تغيرات المحتوى الحراري التي لا يمكن تعيينها بواسطة التجارب العملية، مثل المحتوى الحراري للتكوين والتأين.

أحسب المحتوى الحراري المولي لتكوّن فوق أكسيد الهيدروجين بناءً على المحتوى الحراري المولي لتكوّن الماء والمحتوى الحراري المولي لإنحلال فوق أكسيد الهيدروجين (وكلاهما يمكن تحديده عن طريق الإختبار العملي).

3-21

يدرك مفهوم دورة بورن-هابر ويستخدمه لتحديد مقادير مجهولة مثل الميل الإلكتروني وطاقة التأين.

استعمل دورة بورن-هابر لحساب طاقة التركيب البلوري الشبكي لكلوريد الصوديوم، مع الإلتباه إلى أن جميع القيم الديناميكية الحرارية المستخدمة في هذا الحساب يمكن قياسها كل على حدة.

4-21

يفهم كيف أن القانون الثاني للديناميكا الحرارية يوفق بين الإتجاهات الطبيعية في الكون نحو أدنى حد لطاقة الوضع وأقصى حد لعدم الإنتظام (اللانظام)، ويفهم كيف يتم تطبيق هذه الإتجاهات على النظم الكيميائية.

عيّن عدداً من العمليات الفيزيائية والكيميائية التلقائية وصنفها إتماداً على تزايد أو تناقص عدم الإنتظام فيها وعلى تزايد أو تناقص الطاقة المخزونة فيها. وبالنسبة لتلك العمليات التي تزايد فيها الطاقة المخزونة (مثلاً التفاعل الماص للحرارة بين بيكرينات البوتاسيوم وحمض) أعط ملاحظتك بشأن مقدار التغير في عدم الإنتظام.

5-21

أذكر وفسّر العوامل التي تؤدي إلى زيادة في عدم الإنتظام لنظام كيميائي.

إبحث في عمليات كسر روابط وتكوين روابط كيميائية وحالة المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عن التفاعل.

6-21

يحسب التغير القياسي في عدم الإنتظام لتفاعل ما باستخدام قيم مطلقة لعدم الإنتظام ويشرح تأثير التغيرات في الحالة على هذه القيم.

أحسب التغيرات في عدم الإنتظام لتفاعلات معروفة جيداً (مثل حرق المغنيسيوم) باستخدام قيم قياسية لعدم الإنتظام المولية القياسية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة عن التفاعل.

7-21

بحسب التغيرات القياسية للطاقة الحرة لتفاعلات بناء على التغيرات في المحتوى الحراري وفي عدم الإنتظام، ويستخدم ذلك للتنبؤ بمدى تلقائية تفاعل تحت درجة حرارة معينة.

إستعمل العلاقة $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ لحساب الطاقة الحرة لتفاعل ما.

بيّن كيف أن التفاعلات الماصة للحرارة يمكن أن تكون تلقائية عندما يكون هناك تزايد في عدم الإنتظام، حيث يساهم إنبعاث الغاز في زيادة عدم الإنتظام (مثل فعل حمض مخفف على كربونات البوتاسيوم).

22

يفهم آليات التفاعلات العضوية والعوامل المؤثرة عليها

1-22

يصف شكل المركبات العضوية الأليفاتية بدلالة تداخل مستويات طاقة الإلكترونات وتنافر أزواج الإلكترونات.

ارسم تركيبات ثلاثية الأبعاد لتبيان كيف أن تنافر أزواج الإلكترونات يمكن أن يؤثر على الشكل الجزيئي.

ناقش بإستخدام أمثلة مثل الكلوروفورم ورباعي كلور الإيثان، كيف أن إعاقة التشاكل الفراغي *steric hindrance* (بسبب إزدحام الجزيئات) يمكن أن تؤثر على معدل تفاعل متوقع.

2-22

يصف الدوران المقيد للروابط المتعددة وما ينتج عنه من توزيع ذرات الجزيئات في الفراغ، بدلالة الرابطين σ (سيجما) و π (باي).

إستخدم نماذج مجسمة أو تطبيقات *applets* من الإنترنت لنماذج ثلاثية الأبعاد لتبيان توزيع الإلكترونات في الروابط، وكيف أنه يمكن حفز التفاعلات المحبة للإلكترونات *electrophilic* والتفاعلات المانحة للإلكترونات *nucleophilic*.

3-22

يصف التشاكل الجزيئي التركيبي، والتشاكل المتجاور - المتقابل (*cis-trans*) في الألكينات، وكيف أن مراكز اللاتماثل في التركيب الجزيئي *chiral centres* تؤدي إلى نشأة التشاكل الضوئي *optical isomerism*.

4-22

يصف آليات الإضافة الإلكترونية وفيلية (بجذب الإلكترونات) في الألكينات والإستبدال النيوكليوفيلي (منح الإلكترونات) في مركبات مثل الألكانات الهالوجينية حيث يتم كسر الرابطة الهالوجينية.

5-22

يبرهن عن إدراك لنظرية لويس الخاصة بالأحماض والقواعد وينسبها إلى التفاعلات النيوكليوفيلية في الكيمياء العضوية.

6-22

يصف كيمياء مجموعة الكربونيل بدلالة الإستبدال النيوكليوفيلي وبيّن كيف أن نشاطها يعتمد على السالبية الكهربية للمجموعة أو للمجموعات المرتبطة بها.

صنّف مركبات الكربونيل بدلالة تدرج النشاط إبتداءً من الأعلى (أي بكلوريدات الأسيل). علّل هذه المفاعلية من خلال ملاحظة المدى الذي تعارض أو تعزز فيه الذرة أو المجموعة المرتبطة بمجموعة الكربونيل حركة الإلكترونات بعيداً عن ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل.

7-22

يعرف أن كلوريدات الأسيل (المتثلة في كلوريد الإثنانويل) تنحل بسهولة في الماء وهي عوامل نافعة لمعالجة الكحول والأمينات والفينولات بالأسيل.

حضّر كلوريد الإيثانويل عن طريق فعل ثنائي كلوريد الكبريت على حمض الإيثانويك.

إستعمل كلوريد الإيثانويل بمثابة عامل تأسيل (إدخال مجموعة أسيل في الجزيء بالإستبدال) في عدد من التفاعلات المختلفة (مثل تأسيل الكحول والأمينات).

8-22

يميّز بين الأمينات والأميدات، ويدرك أن هذه المركبات هي مركبات أمونيا مستبدلة وبناءً على ذلك يصف خصائصها القاعدية.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل إستخدام تطبيقات Java
applets لبيان الكيمياء
المجسمة والترابط

لاحظ اتجاهات التغيير في الخصائص الفيزيائية للأمينات الأولية.
استقص التميؤ (التحلل المائي) للأمينات والأميدات بوجود حمض أو قاعدة بصفة حافز وسيط.

لاحظ الرائحة المميزة للأمينات والتي تنبعث عادة عن المواد العضوية المتألفة عندما تنحل البروتينات.

استقص قاعدية الأمينات (مثلا تفاعلاتها مع حمض الهيدروكلوريك المخفف).

23 يفهم الكيمياء العضوية الأروماتية

يفسر ويستخدم نظام التسمية والصيغ التركيبية لفئات المركبات التالية:

- الأرينات؛
- الأرينات الهالوجينية؛
- الفينولات؛
- الألهيدات العطرية والكتونات؛
- الأحماض الكربوكسيلية العطرية والأسترات وكلوريدات الأسيل؛
- الأمينات العطرية والنتريلات والأميدات والأحماض الأمينية.

يصف أشكال جزيئات الإيثان والإثين والبنزين بدلالة ترابط σ و π لرابطة الكربون-الكربون.

استخدم نماذج مجسمة أو تطبيقات *applets* من الإنترنت لنماذج ثلاثية الأبعاد لتبيان تركيزات الإلكترونات في المركبات الأروماتية وكيف أن هذه تتأثر بالبدائل الموجودة في الحلقة الأروماتية.

يصف كيمياء الأرينات (مثل البنزين وميثيل البنزين)، كما هي متمثلة في تفاعلات الاستبدال مع المواد الإلكتروفيلية (الجاذبة للإلكترونات، ونيترة وأكسدة السلسلة.

قم بتحضير نيتروبنزين من البنزين.

قارن خصائص مشتقات ميثيل البنزين مع مشتق الإيثان المقابل لها.

يفهم آلية الاستبدال الإلكتروفيلي في الأرينات وتأثير عدم ثبات الإلكترونات في مواضعها على هذه التفاعلات.

إشرح مسار هذا التفاعل باستخدام نماذج (مثل الفينول والنيتروبنزين) لتبيان كيف أن بعض مواضع الحلقات تصبح متاحة للإلكتروفيلات بدرجة أكبر من غيرها في الحلقة المستبدلة وذلك بسبب إزاحة الألكترونات من مسارها المعتاد.

يعرف كيمياء الفينول، كما هي ممثلة في تفاعلاته مع القواعد ومع الصوديوم وبواسطة الاستبدال الإلكتروفيلي في الحلقة الأروماتية.

قارن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للفينول والكحول الأليفاتية (مثل الهكسانول الحلقي).

قارن سهولة الاستبدال النيوكلوفيلي في الفينول والبنزين.

يصف تكوّن الأمينات الأروماتية عن طريق إختزال النيتروأرينات.

قم بتحضير فينيل أمين عن طريق إختزال النيتروبنزين.

قارن سهولة الاستبدال النيكليوفيلي في الفينيل أمين والبنزين.

يصف إنتاج أصباغ الأزو من الفينيل أمين ويفهم أهميتها التجارية.

إصنع واستخدم مجموعة من أصباغ الأزو باستخدام تفاعل ديازونيوم.

إعتبارات السلامة

إن البنزين قد يسبب السرطان.
إن جميع التجارب التي تشمل العمل على مركبات عضوية كيميائية تنطوي على خطر الحريق، ولهذا ينبغي إتخاذ الاحتياطات المناسبة.

إعتبارات السلامة

إن معابرة الفينول تحت درجة حرارة عالية يمكن أن ينتج عنه تكون ثلاثي نيترو الفينول. إن هذا يشكل خطر انفجار.

24 يفهم كيمياء بعض الجزيئات الضخمة

1-24

يعرف أن البروتينات تتكوّن من إنتلافات من 20 حمض أميني مختلف من خلال روابط ببتيدية وأن للبروتينات وظائف متعددة في الكائنات الحية. يعرف أن البروتينات يمكن أن تتحلل مائياً الى مكوناتها الأحماض الأمينية، والتي يمكن فصلها بواسطة التبادل الكهروكيميائي (ترتلحل فيها جسيمات مشحونة في محلول بتأثير تيار كهربائي) وتبادل الأيونات بواسطة الإمتزاز الكروماتوغرافي.

قم بتحليل مائي لبروتين وإفحص عن وجود أحماض أمينية بواسطة استعمال ورق كروماتوغرافي مع المركب نينهيدرين كمعامل كاشف.

2-24

يفهم أهمية شكل جزيء البروتين وأهمية الرابطة الهيدروجينية وجسور (روابط) ثنائي الكبريتيد في الحفاظ على شكل جزيء البروتين، ويعلم أن التسخين أو المعالجة بالحمض يمكن أن يهدم هذا الشكل.

إستقص تحويل خصائص البروتينات (مثل زلال البيض) من خلال تسخينها أو معالجتها بالحمض.

إحصل من الإنترنت على رسومات ثلاثية الأبعاد لبعض البروتينات الرئيسية (مثل الأنسولين) ولاحظ كيف تتم المحافظة على بنيتها باستخدام روابط الهيدروجين والروابط الجسرية لثنائي الكبريتيد.

3-24

يشرح بعبارات بسيطة تركيب النيوكليوتايدات والأحماض النووية. يصف الفوارق بين الجزيئين DNA و RNA بما في ذلك مفهوم تزاوج القواعد والدور الذي تلعبه الرابطة الهيدروجينية.

إصنع نموذجاً لتبيين كيف يتم ربط سلسلتي الحمض DNA معاً بواسطة روابط الهيدروجين بين أزواج قواعد معينة ومتطابقة.

4-24

يفهم أن الجزيء DNA يمكن أن يستنسخ نفسه بنفسه ويفهم دوره كمخزن للمعلومات الجينية، بما فيه الشيفرة الثلاثية ويصف وظيفة الحمض mRNA في بناء البروتين. يبين كيف أن ترتيب القواعد على سلسلة الـ DNA يمكن أن يؤدي الى نشأة شيفرة لتوليد أحماض أمينية معينة.

ادرس الأحداث التي أدت الى إكتشاف تركيب الجزيء DNA، بحيث تبيّن المنهجين المختلفين كلياً لطريقة عمل العلماء في تحقيق الإكتشافات الرئيسية.

5-24

يصف الأشكال البنائية للسكريات الأحادية ويعرف أنها تكوّن السكريات المتعددة مثل النشاء والسيلولوز.

بيّن كيف أن الترتيبات المختلفة للسكريات الأحادية في النشاء والسيلولوز تؤدي الى نشوء تركيبات ذات خصائص فيزيائية وكيميائية مختلفة كلياً.

6-24

يصف كيف أن خصائص البوليمرات، الطبيعية منها والإصطناعية، تعتمد على أشكالها البنائية، مثل مدى تفرعها والوصلات بين سلسلتها.

قارن الخصائص الفيزيائية للبولي إيثيلين والبولي بروبيلين.

إصنع راتنج فينول - ميثانول وادرس خصائصه مع ملاحظة أن هذا الراتنج يحتوي على عدد كبير من الوصلات البيئية بين السلاسل وعلى الأخص بعد تسخينه.

7-24

يعرف أن خصائص البوليمرات يمكن أن تعدل بواسطة استخدام المواد المضافة.

ادرس الإستعمال الواسع الإنتشار للمواد المدنة (مضافات ميلمير السيليكون) لجعل البوليمرات أكثر مرونة. أترك مجموعة من البوليمرات تحت أشعة الشمس لعدة أسابيع ولاحظ تأثير ذلك على خصائصها، وعلى الأخص فقدان ليونتها عندما تتبخر المركبات المدنة.

ادرس استعمال الهيدروكربونات المتطايرة وثاني أكسيد الكربون في صناعة الرغويات. إصنع عينة من رغوّة البولي يوريثين ولاحظ التفاعل الذي يولد الغاز.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل استخدام الإنترنت
للحصول على رسومات بيانية.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر
تشمل مشاهدة الفيلم الذي
يعرض إكتشاف تركيب
الجزيء DNA.

عند نهاية الصف الثاني عشر، يعالج التلميذ مسائل رياضية في الحركة الدائرية. يفهم قانون الجذب الكوني ويستخدمه لحل مسائل تتعلق بالحركة تحت تأثير قوة الجاذبية. يصنّف الجوامد وفقاً لصلادتها ومقاومتها للشد والإنضغاط والقص، ويرسم ويفسّر مخططات تبين منحني الإجهاد-الإنفعال لجوامد مختلفة ويعرّف ويستخدم معامل 'يونيغ'. يعرف كيف يستخدم المهندسون هذه الخصائص ويدرك منافع المواد المركبة (الموتلفة). يشرح ظاهرة التوتر السطحي. يحل مسائل تتعلق بسلوك الغاز المثالي ويبين بطريقة رياضية العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة الحركية للجزيئات. يُدرك مفهوم الصفر المطلق لدرجة الحرارة ويتمكن من تحديد العلاقة بين التغيرات في الطاقة الداخلية وتغيرات الحرارة والشغل المبذول على منظومة ديناميكية حرارية. ينسب الأنثروبيا إلى مدى اللانظام في منظومة معينة ويصف القانون الثاني للديناميكا الحرارية وتأثيراته بدلالة الأنثروبيا. يحل التلميذ مسائل رياضية في الحركة التوافقية البسيطة ويفسّر أمثلة عملية للرنين، وللتخامد الحرج وغير الحرج للإهتزاز والإهتزاز القسري. يطبق قانون كولوم على الجسيمات المشحونة في الهواء. يحل مسائل تتعلق بفرق الجهد وبالطاقة الكامنة (طاقة الوضع) ويتعرف على أوجه التشابه بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية. يفهم معنى المكثفات ويحل مسائل تنسب سعة المكثفات إلى فرق الجهد وشدة التيار. يميّز بين طيف الإنبعاث وطيف الإمتصاص ويعرف كيف أن هذه توفر معلومات عن النجوم والمجرات البعيدة. يستذكر ويستخدم العلاقتين $E = hf$ و $E = mc^2$ ويفسّر تكميم الشحنات quantization والإشعاع الكهرومغناطيسي ويعرف بعض تطبيقات وتأثيرات ذلك. يفسّر مدارات (مستويات طاقة) الإلكترونات بدلالة كمية الحركة الزاوية ويعرف كيف أن نظرية الكم تؤدي إلى فكرة 'سحابة إحتمال' توجد الإلكترونات. يعرف مصدر الطاقة النووية. يشرح تركيب الكون المرئي بدلالة قوى التجاذب الكتلّي بين الأجسام. يعرّف ويستخدم 'الفرسخ النجمي' parsec (يعادل 3.26 سنة ضوئية) والسنة الضوئية. يشرح تكوين وتطور النجوم وكيف أن مصيرها النهائي يعتمد على كتلتها. يعرف كيف تتكون العناصر في النجوم وكيف تنشأ النظم الكوكبية. يعرف نظرية الإنطلاق اللحظي للكون 'بيج بانج'، ويستنتج براهين لإثباتها. يعرف كيف يمكن أن يكون الكون محدود الإمتداد وبلا حدود في نفس الوقت.

على التلميذ أن:

25 يفهم الجاذبية والحركة الدائرية

1-25

يعبّر عن الإزاحة الزاوية بالراديان (زاوية نصف قطرية)، ويصف نوعياً وكمياً الحركة في مسار دائري وأنها ناتجة عن قوة عمودية تسبب العجلة المركزية.

ادرس حركة قرص مقيد بحبل ثم يفلت لكي ينطلق بحركة دائرية على منضدة عديمة الإحتكاك.

استقص القوة المركزية على عربة مربوطة بزمبرك فوق منضدة دوارة.

2-25

يدرك ويستخدم مفهوم السرعة الإتجاهية الزاوية لحل مسائل في وضعيات مختلفة باستخدام المعادلات $v = r\omega$ ، $a = r\omega^2$ و $a = v^2/r$.

نفذ حسابات لحل مسائل تتعلق بوضعيات واقعية (مثلاً: حساب التقوس المرغوب حول منعطف على الطريق وزاوية ميل الطائرة عند الإقتراب من الهبوط).

3-25

يفهم ويستخدم مفهوم مجال الجاذبية كمثال لمجال قوى ويعرّف شدة مجال الجاذبية بمثابة قوة لوحدة الكتلة.

حدد عجلة الجاذبية g على سطح الكرة الأرضية باستخدام أسلوب السقوط الحر.

الرياضيات

إن المقدرة على استعمال حساب التفاضل والتكامل والتفاضل مرغوبة في هذا القسم ولكنها ليست ضرورية.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر

تشمل استعمال تصوير بكاميرة فيديو.

4-25 يتذكر ويستخدم قانون الجذب الكوني لنيوتن بصيغة $F = G(m_1m_2)/r^2$ والعلاقات المستنبطة منها.
أحسب كتلة الشمس والقمر والكواكب.

5-25 ينسب قوة الجاذبية الى العجلة المركزية الذي تسببه هذه القوة، مع الإشارة بشكل خاص الى مدارات الأقمار الصناعية (الساتلايت) حول الأرض، ويظهر إدراكاً لتطبيقات المدارات الثابتة بالنسبة لمدار الكرة الأرضية.

أحسب نصف قطر مدار قمر صناعي عندما تكون سرعته الإتجاهية معروفة، وأحسب نصف قطر مدار قمر صناعي المستقر فوق نفس البقعة على سطح الكرة الأرضية وسرعته.

6-25 يستنبط ويستخدم عبارات تتعلق بالطاقة الحركية والطاقة الكامنة (طاقة الوضع) والطاقة الكلية لقمر صناعي يدور في فلك حول الكرة الأرضية.

أحسب الزيادة في الطاقة الحركية لمركبة فضاء أثناء هبوطها نحو الكرة الأرضية.

26 يفهم طبيعة المادة

1-26 يصنّف الجوامد بدلالة صلابتها ومقاومتها لقوى الشد والإنضغاط والقص. يرسم ويفسّر مخططات الإجهاد والإنفعال لجوامد مختلفة. يعرف ويستخدم مفهوم معامل 'يونغ'.

حدد معامل يونج، لمجموعة مختلفة من المواد (مثلاً معادن، نايلون، بوليثين).

2-26 ينسب إستعمالات المواد الى سلوكها القياسي تحت ظروف إجهاد مختلفة ويلاحظ أهمية المواد المركبة، الطبيعي منها والصناعي.

استنبط إختبارات تقارن بواسطتها مواد مختلفة خاضعة للإجهاد.

3-26 يفسّر التوتر السطحي بدلالة القوى المتبادلة بين الجزيئات.

استقص تأثير إضافة منظّف على التوتر السطحي للماء.

4-26 يشرح نوعياً كيف أن جريان سائل حول أجسام جاسئة يمكن أن يولد تغييرات ضغط في السائل؛ ويعطي أمثلة عملية على هذه الظاهرة.

صمّم مقاطع مختلفة إنسيابية الشكل واختبرها في نفق هوائي بسيط.

5-26 يطبّق نظرية الحركة الجزيئية ويفسّر، بدلالة حجم الجزيئات والقوى المتبادلة بينها، كيف أن سلوك الغازات الفعلية يختلف عن نموذج الغاز المثالي تحت الضغوط العالية والحرارة المنخفضة.

6-26 يستنبط ويعرف ويستخدم قوانين الغازات والمعادلة العامة للغازات $PV = nRT$ ويبيّن كيف أن المعادلة العامة للغازات تؤدي الى الصفر المطلق لدرجة الحرارة.

حدد قانون بويل وقانون شارل.

بيّن كيف أن إستقراء نتيجة قانون شارل يؤدي الى المفهوم النظري لدرجة الصفر المطلق.

حل مسائل تتعلق بالتغيرات في درجة حرارة وضغط وحجم غاز ما في وضعيات نظرية وواقعية (مثلاً حجم الفقاعات في مياه عميقة، وحجم الغاز في بالون رصد الأحوال الجوية).

7-26 يبيّن كيف أن المعالجة النظرية للحركة الجزيئية وضغط الغازات يؤدي الى العلاقة $pV = \frac{1}{3} mn\bar{c}^2$ ، وبذلك، وبواسطة دمج هذه المعادلة مع معادلة الغازات، نحصل على نتيجة أن متوسط الطاقة الحركية لجسيم يكون متناسباً مع درجة حرارته المطلقة.

إستخدم النظرية الجسيمية لمناقشة كيف يقوم العلماء ببناء نماذج نظرية لتفسير مشاهدات عملية. لاحظ أيضاً كيف أن فهمنا للطبيعة الأساسية للمادة تطورت بوتيرة

أنظر المعايير 1-2 الى 5-2

غير سوية على مر الزمن، تخللتها فترات من إستنباط نظريات رئيسية تبعتها فترات طويلة من التطور البطيء الذي أدى إما الى دعم أو دحض هذه الأفكار.
ناقش التناقض الظاهري بين الطبيعة الإحصائية العشوائية للمادة الأساسية للكون والتعاليم الحتمية للأديان الرئيسية في العالم.

أنظر المعيار 6-2

27 يفهم أسس علم الديناميكا الحرارية

1-27 يبين إدراكاً، بدلالة طاقة الجسيمات، لمفهوم الصفر المطلق والمقياس المطلق لدرجات الحرارة، والذي لا يعتمد على خصائص أية مادة معينة. يحول درجات الحرارة المقاسة بدرجات 'كلفين' الى درجات 'سليزيوس' (درجات مئوية).

أنظر المعيار 7-26

2-27 يدرك أن درجة الحرارة هي قياس لمتوسط الطاقة الحركية لجزيئات مادة ما.

3-27 يعرف أن القانون الأول للديناميكا الحرارية هو تعبير عن قاعدة حفظ (بقاء) الطاقة. إستذكر أمثلة من الحياة اليومية عن حفظ الطاقة، مع ملاحظة التدرج الهرمي لمنفعة الطاقة، حيث توجد 'الطاقة المهذورة' في الأسفل.

4-27 يشرح ماذا نعني بنظام ديناميكي حراري، ويصف مفاهيم الحرارة والشغل والطاقة الداخلية بالنسبة لغاز مثالي.

5-27 يستخدم القانون الأول للديناميكا الحرارية الذي يحدد العلاقة بين التغيرات في الطاقة الداخلية وتغيرات الحرارة في نظام ما والشغل المبذول على هذا النظام.

بين أن تشغيل مضخة دراجة هوائية لضغط الغاز هو تحول أديباتيكي تقريباً (تبيين علاقة ضغط الغاز بحجمه تحت درجة حرارة ثابتة) ترفع الطاقة الداخلية للغاز الجاري ضغطه، مما يسبب تسخين المضخة. عالج هذه العملية نظرياً بحيث تنسب الحرارة الخارجة من النظام ΔQ الى الطاقة الداخلية للجسيمات ΔU والشغل المبذول على النظام ΔW .

6-27 يحسب الشغل المبذول بواسطة غاز يتمدد ضد ضغط خارجي ثابت باستخدام المعادلة $W = p\Delta V$.

7-27 يعرف أن الطاقة الداخلية محددة بحالة النظام وأنه يمكن التعبير عنها بمثابة مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع لجزيئات نظام ما.

8-27 يذكر أن أنثروبيا نظام ما تعبر عن درجة اللانظام فيه ويصف القانون الثاني للديناميكا الحرارية بدلالة تغير الأنثروبيا.

ناقش أمثلة من الحياة اليومية عن التغيرات في الطاقة بدلالة تغيرات الأنثروبيا. لاحظ أن إنتاج الحرارة متعلق بتزايد اللانظام الجزيئي للمنظومة وبذلك تكون تغيرات الطاقة التي تؤدي الى توليد الحرارة تلقائية عموماً.

اذكر أن القانون الثاني للديناميكا الحرارية يعطي إتجاهاً طبيعياً لتجاربنا اليومية. اذكر أمثلة عن عمليات تحدث في الطبيعة في إتجاه واحد فقط، (مثلاً تضائل الحركة الإرتدادية لكرة وتبعثر عيدان ثقاب كبريت عند رميها من علبتها).

9-27 يسرد صيغة 'كلفين-بلانك' لقانون الديناميكا الحرارية الثاني، ويدرك كيف أن هذه الصيغة تؤدي الى فرض حدود على كفاءة أي آلة حرارية وأن هذه الحدود تتعلق بدرجات حرارة مصادر الحرارة أو تصريف الحرارة من منطقة معينة.

بين كيف أن الكفاءة النظرية القصوى لمحطة توليد طاقة تتعلق بالفرق بين درجة حرارة مصدر الحرارة ودرجة حرارة الغازات المهذورة المنبعثة عن محطة الطاقة. وعلى نفس المنوال بين أيضاً كيف أن الكفاءة النظرية القصوى لمحرك سيارة يمكن حسابها عند معرفة درجة حرارة الانفجار داخل أسطوانات المحرك ودرجة حرارة الجو المحيط بكتلة الأسطوانات (بالوعة الحرارة).

28 يفهم خصائص الموجات والحركة الإهتزازية

1-28

يصف أمثلة للإهتزازات الحرة ويفهم ويستخدم مصطلحات السعة والزمن الدوري والتردد والتردد الزاوي و فرق الطور. يعبر عن الزمن الدوري بدلالة التردد والتردد الزاوي.

2-28

يستنبط بواسطة حساب التكامل والتفاضل أو بواسطة أساليب بيانية ويستخدم المعادلات التي تعبر عن الإزاحة والزمن الدوري والسرعة الإتجاهية والعجلة في الحركة التوافقية البسيطة.

إحسب عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام بندول بسيط.

بين الحركة التوافقية البسيطة باستخدام أساليب ميكانيكية (مثل قمع ورقي مملوء بالرمل ويتحرك بحركة إهتزازية) وأساليب إلكترونية (مثلاً بندول معلق من ساق مقياس فرق الجهد، أو مغناطيس معلق على زمبرك يتحرك بحركة إهتزازية دخولاً وخروجاً من ملف).

3-28

يصف، باستخدام رسومات بيانية التغيرات في السرعة والإزاحة والعجلة أثناء حركة توافقية بسيطة. يصف التغيرات بين طاقة الحركة وطاقة الوضع أثناء الحركة التوافقية.

نفذ قياسات وحسابات ومخططات بيانية للإزاحة والسرعة المتجهة والعجلة مقابل الزمن لجسم يتحرك بحركة إهتزازية.

أحسب طاقة الوضع المرورية في زمبرك عند استطالته باستخدام قوة معروفة. أحسب سرعة الزمبرك عند مروره عبر نقطة إترانه.

4-28

يصف ويشرح أمثلة عملية لحركات إهتزازية متخامدة بتخامد حرج أو غير حرج.

قم بتخميد إهتزاز جسم معلق على زمبرك بجعله يهتز في وسط كثيف، مثل الماء.

تفحص أمثلة حقيقية للتخامد (مثل ممتص الصدمات في السيارة).

5-28

يصف أمثلة عملية للإهتزازات القسرية والرنين، ويبين كيف أن سعة الحركة الإهتزازية القسرية تتغير مع تغير التردد بالقرب من مدى التردد الطبيعي للنظام.

ادرس الحركة الإهتزازية لبندول 'بارتون'.

قيس تردد الرنين لجسر مضائق 'تاكوما' مأخوذة من الفيلم الذي عرض إتهيار هذا الجسر في عام 1941.

6-28

يصف الحالات التي يكون فيها الرنين مرغوباً والحالات الأخرى التي ينبغي تجنبه.

29 يفهم أسس شحنات الكهرباء الساكنة وقوتها

1-29

يتذكر ويستخدم المعادلة $E = V/d$ لحساب شدة المجال الكهربائي المنتظم بين لوحين مشحونين متوازيين، وبحسب القوى المؤثرة على الشحنات في المجالات الكهربائية المنتظمة ويصف تأثير مجال كهربائي منتظم على حركة جسيمات مشحونة.

بين خطوط مجال الكهرباء الساكنة باستخدام بذور موجودة في جليسيرول خاضع لجهد عالي (يمكن استخدام ولاعة غاز كهربائية إجهادية) كمصدر آمن للجهد الكهربائي المطلوب.

استقص المجال بين لوحين باستخدام شريحة ألومينيوم رقيقة مشحونة كهربائياً.

2-29

يسرد ويطبق قانون 'كولوم' فيما يتعلق بالقوى المؤثرة بين جسيمين مشحونين أو عدة جسيمات مشحونة في الهواء، وعلى شدة المجال الناشئ من جسيم مشحون.

أوضح قانون كولوم عملياً عن طريق قياس المسافة الفاصلة بين كرتين مشحونتين بجهد معروف.

الرياضيات

إن معرفة في حساب المثلثات ضروري لهذا القسم. أما معرفة حساب التفاضل والتكامل فينصح به بشدة هنا أيضاً.

وسائل تكنولوجيا الكمبيوتر

تشمل نقل مواد من الإنترنت. تشمل أيضاً استخدام جهاز عرض فيديو.

إعتبرات السلامة

يجب أن لا يستعمل التلامذة إمداد طاقة عالية الفولتية من شبكة الكهرباء العمومية.

3-29

يصف الجهد الكهربائي عند نقطة في مجال كهربائي، وينسب شدة المجال الكهربائي الى تدرج الجهد (فرق الجهد لكل وحدة طول)، ويحل مسائل تشمل طاقة الوضع وفرق الجهد ويعرف ويستخدم مصطلح إلكترون - فولت .

4-29

يدرك أوجه التشابه بين المجالات الكهربائية والمجالات التثاقلية.

بين أوجه التشابه بين القوى الكهربائية الساكنة والقوى المغناطيسية وقوى الجذب العام وعلى الأخص قانون التربيع العكسي المنطبق على المجالات الثلاث .

أنظر المعيار 1-2

تتبع تطور إدراكنا للكهرباء وتأثيراتها ابتداء بنموذج 'دو فاي' الذي كان يعتقد بأن الكهرباء تتحرك بدفق مائع مزدوج، أحدهما للشحنة الموجبة والآخر للشحنة السالبة، الى نموذج 'فرانكلين' الذي اعتمد على تفسير الكهرباء بدفق مائع واحد يجري من منطقة شحنة عالية الى منطقة شحنة منخفضة، والى النموذج العصري الذري للمادة. اذكر نقاط الضعف في كل نموذج في إطار تفسيره لتأثيرات الكهرباء الظاهرية.

5-29

يظهر إدراكاً لتكوين واستخدام المكثفات في الدوائر الكهربائية، وكيف تُخزن الشحنة الكهربائية فيها.

قم بتفريغ مكثفات عبر ميكرو أمتر ووصلة ثنائية ضوئية أو بواسطة موتور كهربائي صغير.

بين التقويم الموجي الكامل لتيار كهربائي باستخدام دائرة تحتوي على وصلة ثنائية (ديود) ورسم نذبذبات وبيان تأثير التنعيم عند تركيب مكثف .

صمم دوائر قطع - وصل بسيطة ذات مفعول مؤخر .

6-29

يعرّف سعة المكثف ويحل مسائل باستخدام المعادلة $C = Q/V$ ؛ يستنبط ويستخدم معادلات لمكثفات موصلة على التوازي وعلى التوالي.

استقص التغييرات في التيار والجهد عند تفريغ مكثف عبر مقاوم.

ادرس تفريغ مكثفات موصلة على التوازي وعلى التوالي عبر مقاوم باستخدام راسم نذبذبات .

7-29

يستنبط ويستخدم العلاقة بين الطاقة المخزونة في مكثف وشحنه والجهد بين لوحيه.

بين أن الطاقة المخزونة في مكثف من خلال تفريغ المكثف عبر موتور كهربائي مهياً لرفع ثقل صغير.

30

يدرك المفاهيم الأساسية لفيزياء الكم والفيزياء النووية

1-30

يميز بين طيف الإشعاع وطيف الامتصاص ويعرف كيف أن هذه الإشعاعات يمكن أن توفر معلومات عن العناصر الموجودة في الأجرام السماوية وعن بعد هذه الأجرام عن الكرة الأرضية.

استعمل سبكتروسكوب يُحمل باليد لدراسة طيف الإشعاعات الذرية وخطوط 'فراون هوفر' في طيف أشعة الشمس.

ادرس طيف الإشعاع المنبعث عن الزئبق واليود باستخدام مصابيح التفريغ لهما .

2-30

يعرف عن الطبيعة الخاصة للإشعاع الكهرومغناطيسي؛ يتذكر ويستخدم الصيغة $E = hf$

ادرس تفسير أينشتاين للظاهرة الكهروضوئية بدلالة نظرية الكم للضوء وبدلالة تردد العتبة وطاقة الفوتون.

أنظر المعيار 1-2

ادرس التطور التاريخي لإدراكنا لطبيعة الضوء.

3-30

يشرح الطيف الذري ومستويات الطاقة المسموح بها للإلكترونات بدلالة كمية الحركة الزاوية.

أنظر المعيار 1-2

ناقش مصادر نشأة الطيف الذري، مع تبيان أنه بالإمكان تفسيرها بدلالة تكميم الإشعاع (quantisation)، أي تحويل الإشعاع إلى وحدات كم، وأن وجود هذا الطيف من الإشعاع يوفر دليلاً هاماً يدعم نظرية الكم.

4-30

يظهر إدراكاً لتكميم الشحنات الكهربائية كما هو موضح، على سبيل المثال، في تجربة 'ميليكان'.

حدد نسبة الشحنة إلى الكتلة للإلكترون باستخدام أنيوية الكاثود.

5-30

يظهر إدراكاً للطبيعة الموجية للجسيمات فيما يتعلق بخصائص الإلكترون.

أنظر المعيارين 1-2 و5-2

راجع استعمال الميكروسكوب الإلكتروني واستعرض التجارب الأولية التي جرت على أنيوية الأشعة الكاثودية.

6-30

يظهر إدراكاً لتحويل المادة إلى الطاقة وبالعكس ويستخدم المعادلة $E = mc^2$ ويدرك أن هذه المعادلة تفسر ظاهرة الطاقة النووية.

أوصف كيف أن هذه المعادلة هي تقريب مبدئي لقانون النسبية العامة واذكر كيف أن هذه المعادلة بقيت مهمة لمدة طويلة بدون أي قيمة عملية، إلى حين اكتشاف الطاقة النووية.

7-30

يعرف كيف أن نموذج 'شرودينجر' لذرة الهيدروجين تؤدي إلى مفهوم مستويات الطاقة المستقلة (المنفردة) للإلكترونات وإلى فكرة احتمال العثور على إلكترون في أي نقطة (المتعلق بتربيع سعة دالة موجة حركة الإلكترون) ومنها إلى مفهوم 'سحابة الإلكترونات'.

31 يفهم أسس علم الفيزياء الفلكية و علم الكونيات

1-31

يصف ويشرح بدلالة التجاذب الكتلي تركيب الكون المرئي كما نعرفه اليوم ويعرف أن الشمس هي نجمة تقع في مجرة درب التبانة.

راقب النجوم في سماء الليل بواسطة منظار مكبر ذي عينيّين، مع ملاحظة الاختلاف في درجات توهجها وألوانها.

أنقل صوراً عن المجرات من الإنترنت.

حدّد وإستخدم مفهوم السنة الضوئية والفرسخ النجمي parsec كوحدة تستعمل في القياس الفلكي.

ادرس الطرق المختلفة لتقدير الأبعاد النجمية ومحدودية كل منها.

2-31

يعرف لماذا يمكننا التلسكوب القوي من إلقاء نظرة على العصور الغابرة، أي عندما كان الكون في حقبة نشأته بكثير عما هو عليه اليوم.

أنقل من الإنترنت صوراً عن الكون في العصور المبكرة من عهده والتي أخذت بواسطة تلسكوب 'هابل' الفضائي، وقارن هذه الصور مع صور تركيب المجرات المجاورة لنا والتي يمكنك نقلها أيضاً من الإنترنت.

3-31

يظهر إدراكاً لحجم وعدد النجوم والمجرات، والأبعاد بينها، وحجم الكون. يعرف ويعرّف مقدار السنة الضوئية والفرسخ النجمي.

عيّن عدداً من النجوم الناصعة في سماء الليل باستخدام خريطة نجوم. استطلع من الإنترنت عن حجم هذه النجوم بالمقارنة مع الشمس وكم تبعد عنها.

4-31

يعرف كيف تتكون النجوم، وأنها مكونة بشكل أساسي من عنصر الهيدروجين وأن مصيرها النهائي يعتمد على حجمها وأنها قد تتحول إلى المتجدد الأعظم (supernova) أو إلى نجوم نيوترونية أو إلى أجرام فلكية إشعاعية نبضية (pulsar)، أو إلى الثقب الأسود (black hole) أو إلى أقزام بيضاء (نجوم صغيرة ذات كثافة عالية جداً white dwarfs).

أنقل من الإنترنت صوراً عن الغيمة السديمية (وهي عبارة عن غيوم من الغازات المتوهجة) حيث تولد النجوم الجديدة وكذلك الغيوم السديمية التي هي بقايا نجوم انفجرت كسوبر نوبا في عصور ماضية.

أجر دراسة بواسطة الإنترنت عن تاريخ غيمة السرطان السديمية (Crab Nebula) والتي هي بقايا سوبر نوبا تفجرت في القرن الثالث عشر والتي يوجد اليوم في وسطها نجم نبضي pulsar.

حضّر دراسة من الإنترنت على الأدلة التي تبرهن وجود الثقوب السوداء black holes.

ادرس رسم 'هرتسبيرونغ-راسل' عن أنواع النجوم من أجل مقارنة السمات المميزة الرئيسية لنجوم ذات أحجام وأعمار مختلفة.

أنظر المعيار رقم 6-30

5-31

يشرح عملية تكون العناصر ويعلم كيف أن هذا التكوّن يؤدي إلى تولد الطاقة.

6-31

يصف عملية تكون الكواكب بالتجاذب الكتلي من بقايا نجم قديم انفجر في عصور سابقة.

أنقل من الإنترنت صوراً عن كوكب الزحل Saturn والمناطق المحيطة به والتي إلتقطتها المركبة الفضائية 'كاسيني' إلى جانب مناقشات تتعلق بتكون الكواكب.

7-31

يعلم أن التفكير العلمي العصري يرجح نظرية 'بيج بانج' والتي تقول بأن الكون بكامله وكذلك الوقت والفضاء قد تكونت في لحظة إنطلاق تمددي تعرف بتسمية 'بيج بانج' منذ حوالي 14 مليار سنة، وأن الكون ما زال يتمدد منذ تلك اللحظة.

تفحص عرضاً يتتبع تطور الكون.

راجع العمل الذي قمنا به في الصف الحادي عشر حول ظاهرة 'دوبلر' وفسّر كيف أن 'حيود طيف الضوء إلى اللون الأحمر، وأشعة الميكروويف الكونية، توفر دليلاً لنظرية بيج بانج عن تكوّن الكون وتطوره.

ادرس التناقض الظاهري المعروف بإسم 'أولبير' وتأثيرات الحلول المختلفة له.

8-31

يدرك كيف أن الكون يمكن أن يكون محدود الإمتداد وبلا حدود في نفس الوقت.

تفحص مفهوم تواصل الحيز والزمن ونشأته منذ لحظة الـ 'بيج بانج' ولاحظ أن الكون لا يتمدد في فراغ. ادرس أيضاً تأثير نظرية النسبية التي تقول بأن حركة الضوء تتأثر بالتجاذب الكتلي للمادة في الكون؛ تفحص الأدلة الناتجة عن التجارب الإختبارية لهذه الظاهرة.