١٠

بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

الفيزياء

الرزمة التعليمية

٢٠٢٤

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد
ص. ب 719 – رام الله – فلسطين
pcdc.edu.ps | pcdc.mohe@gmail.com

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps
.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym
فاكس +970-2-2983250 | هاتف +970-2-2983280

المحتويات

الفصل الأول: الفيزياء والقياس (Physics and Measurement) ٢
أسئلة الفصل ٩
أسئلة الفصل ١٠
الفصل الثاني: المُتّجهات (Vectors) ١١
أسئلة الفصل ١٧
اختبار الفترة الأولى ١٨
الفصل الثالث: وصف الحركة (Kinematics) ٢٠
أسئلة الفصل ٣٤
الفصل الرابع: قوانين نيوتن (Newton's Laws Of Motion) ٣٦
أسئلة الفصل ٤٦
أسئلة الوحدة ٤٨
اختبار ٥١
الفصل الخامس: الموائع السكونية (Statistic Fluids) ٥٢
أسئلة الوحدة ٦٥
اختبار ٦٨

الفصل الأول:

الفيزياء والقياس (Physics and Measurement)

الفيزياء علم واسع جداً أصوله قديمة، فقد بدأ منذ فجر التاريخ واستمر بالتطور عبر مختلف العصور بدءاً من العصر الإغريقيّ وانتقالاً إلى العصر الإسلاميّ صاحب الدور المميز في تطور هذا العلم الذي وصل أوروبا وأخذ شكله الحديث، ولا يزال قائماً بالتطور والتقدم، وتستقي منه العلوم الأخرى كماً هائلاً من المعرفة بطرائق مختلفة. فما هو علم الفيزياء؟ وكيف تطور عبر التاريخ؟ وما أهمية هذا العلم في حياتنا؟ وما القياس؟ وما عناصره وأنظمته؟ وكيف يمكن التحويل من نظام لآخر؟ وما الكميات الأساسية في علم الفيزياء التي تشتق منها الكميات الأخرى؟ وكيف يمكن استخدام الأجهزة المتنوعة للقياس؟

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في إستخدام أدوات القياس والمتجهات وقوانين نيوتن من خلال تحقيق الآتي:

- تعريف مفهوم القياس وأنظمته وعناصره.
- تحويل وحدات القياس من نظام إلى آخر.
- استنتاج وحدات النظام الدولي للكميات المشتقة.
- تمييز الكميات الأساسية من الكميات المشتقة.
- استخدام أدوات القياس المختلفة.

١-١: القياس وعناصره (Measurement and it's elements)

القياس: عملية مقارنة كمية فيزيائية بكمية فيزيائية أخرى معيارية متفق عليها من النّوع نفسه تسمى وحدة القياس ويتم ذلك باستخدام أداة معينة، ويتم التعبير عن الكمية الفيزيائيّة برقم يتبعه وحدة قياس مناسبة وملائمة كقولنا كتلة جسم ٧٠ كغم، أو طوله ٢٠ متراً.

أداة القياس المناسبة تتصف بما يلي:

١- مناسبة للغرض الذي تُستخدم لأجله، فالشريط المتري يقيس طول غرفة ولا يقيس طول ملعب.

٢- دقة الأداة: الميزان ذو الكفتين يقيس الكتلة الكبيرة ولا يقيس كتلة من الذهب.

٣- قابلة للمعايرة: المعايرة تعني أن تقيس الأداة بدقة معيارية متفق عليها، فعند قياس كتلة جسم ما نضع كتلة معيارية ونقيس الكتلة بالنسبة إليها، فإذا تساوت الكتلة مع الكتلة المعروفة فالقراءة صحيحة.

- اعتمد العلماء وحدات معيارية مقبولة دولياً مما يسهل التفاهم بين الناس ويجعلهم يُقبلون على استخدامها، وهي ثابتة ولا تتغير لذلك يتم حفظ المتر المعياري والكيلوغرام المعياري في ظروف جوية خاصة.

مهمّة: ◈ اكتب تقريراً حول تطور علم الفيزياء، وأهميته ومجالاته.

أُناقش: ما أهمية توحيد وحدة القياس؟

١-٢: أنظمة القياس (Measurement Systems)

يوجد أنظمة عديدة للقياس، منها:

١. النظام الدولي (SI): ويكتب اختصاراً (MKS)		٢. النظام الغاوسي (cgs)		٣. النظام الأمريكي	
ومن وحداته الأساسية:		**ومن وحداته الأساسية:**		**ومن وحداته الأساسية:**	
الطول	المتر	الطول	السنتيمتر	الطول	القدم
الكتلة	الكيلو غرام	الكتلة	الغرام	الكتلة	الصلج
الزمن	الثانية	الزمن	الثانية	الزمن	الثانية

فيما يلي سنتعرف إلى الوحدات الأساسية للطول والكتلة والزمن في النظام الدولي للوحدات.

أولاً- الطـــــول: يعرف الطول بأنه المسافة بين نقطتين، ويقاس بوحدة المتر أو أجزائه أو مضاعفاته، **ويعرف المتر المعياري بأنه:** المسافة الواقعة بين علامتين على قضيب مصنوع من سبيكة الإريديوم والبلاتين محفوظ في درجة صفر سيلسيوس في مكتبة المقاييس في فرنسا.

تعلمت سابقاً استخدام المسطرة أو متر القياس في عمليات قياس أبعاد الأجسام المختلفة، واليوم سنتعرف إلى قياس الأبعاد الصغيرة التي لا تقاس بالمسطرة أو المتر. وسنتعرف القياس باستخدام كل من الورنية والميكروميتر.

البادئات الأساسية	
الكيلو	$١٠^{٣}$
الهكتو	$١٠^{٢}$
الديكا	١٠
السنتي	$١٠^{-٢}$
الملي	$١٠^{-٣}$
المايكرو	$١٠^{-٦}$
النانو	$١٠^{-٩}$
البيكو	$١٠^{-١٢}$
الفيمتو	$١٠^{-١٥}$

الورنية (Vernier Caliper):

أداة تستعمل لقياس البعد (السُمك بين سطحين متوازيين وقطر الأسطوانات الداخليّ والخارجيّ وعمق الثقوب) وهي دقيقة جدًا، ويوجد منها البسيط والإلكتروني.تسمح القدمة ذات الورنية بالقياس بدقة الى أقرب منزلتين عشريتين بالسنتيمتر وتستعمل كثيرا في الصناعات المعدنية والخشبية.

أجزاء الورنية:

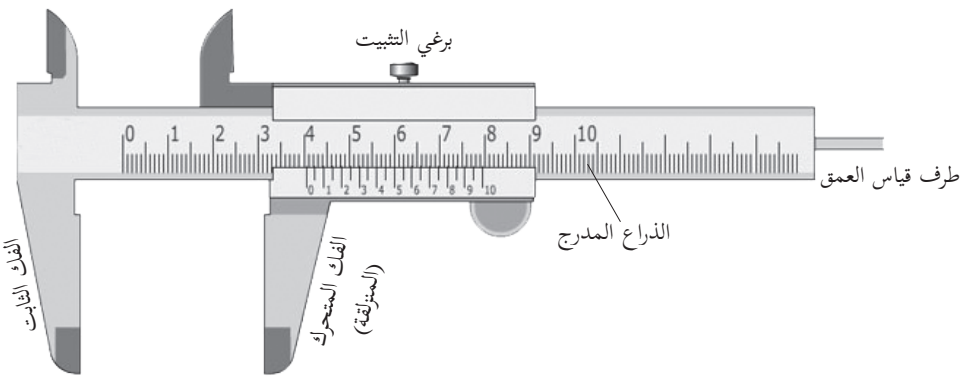
تتكون الورنية من جزأين كما هو موضح في الشكل (١- ٢)

أ- الجزء الرئيسي ويتكون من:

١- **الذراع المدرج:** وهو مسطرة مدرجة بوحدة سنتيمتر.

٢- **الفك الثابت:** ويشكّل مع الذراع المدرج الحرف T

٣- **الفك المتحرك** وينزلق على الذراع المدرج ويقيس بوحدة المليمتر.

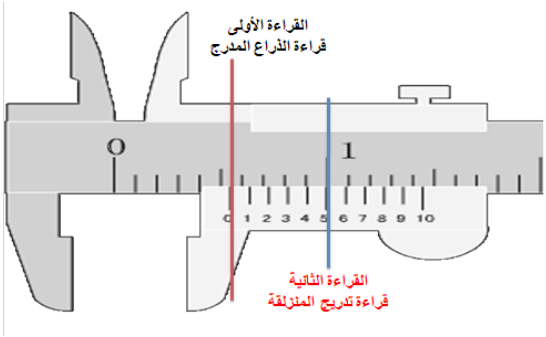


الشكل (١- ٢).

ب- الأجزاء الفرعية، وهي:

١- **برغي التثبيت:** وهو برغي صغير لتثبيت الجسم المراد قياس أبعاده.

٢- **طرف قياس العمق:** وهو الجزء المسؤول عن قياس عمق جسم ما.



الشكل (١- ٣).

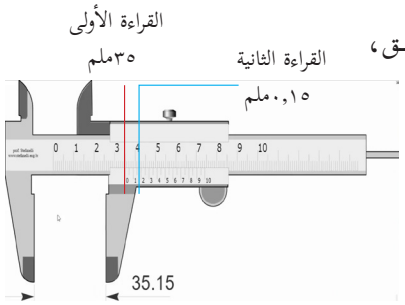
لنتعرف خطوات قراءة الورنية من خلال قراءة الأداة كما في الشكل (١-٣).

١- بعد وضع الجسم داخل الفك المناسب للقراءة المطلوبة وتثبيته بواسطة برغي التثبيت نأخذ قراءة الذراع المدرج التي يقع عندها صفر المنزلقة بوحدة السنتيمتر.

٢- نأخذ القراءة الثانية التي تمثّل القراءة الأكثر انطباقاً بين المنزلقة والذراع المدرج وهي بوحدة الملليمتر.

مثال (١):

يعمل خالد في منجرة، أراد قياس سمك قطعة من الخشب الرقيق، فاستخدم الورنية فجاءت إشارة القراءة كما في الشكل (١ – ٤): ساعد خالد في قراءة الورنية.



الشكل (١- ٤)

الحلّ: قراءة الذراع المدرج = ٣٥ملم

قراءة المنزلقة = ٠,١٥ملم

فتكون القراءة = ٣٥,١٥ ملم

نشاط (١): القياس بالورنية

المواد والأدوات:

أنبوب اختبار، ورنية وقلم شفافيات

أ) قياس القطر الداخلي والخارجي

الخطوات:

١- معايرة الورنية حيث ينطبق صفر المنزلقة مع صفر الذراع المدرج.

٢- أدخل فكي الورنية الداخليين في أنبوب الاختبار كما في الشكل (١- ٥).

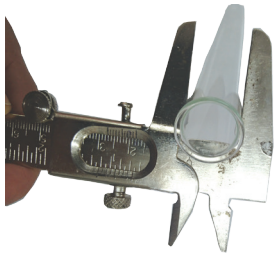
٣- حرك الفك المتحرك للورنية بصورة بطيئة حتى يتوقف عن الحركة. لماذا؟

٤- ثبّت الورنية داخل أنبوب الاختبار عن طريق برغي التثبيت.

٥- سجّل قراءة الورنية.

٦- كرر الخطوات السابقة مستعملاً الجزأين المقابلين لقياس القطر الخارجي كما في الشكل (١-٦).

الشكل (١- ٥).


الشكل (١- ٦).

ب) قياس العمق

الخطوات:

١- معايرة الورنية حيث ينطبق صفر المنزلقة مع صفر الذراع المدرج.

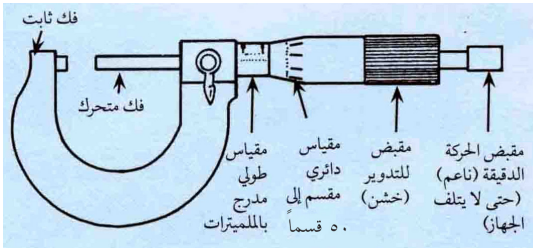
٢-أدخل طرف قياس العمق داخل القطعة حتى يصل إلى نقطة مرسومة على أنبوب الاختبار بقلم الشفافيات كما هو موضح في الشكل (١-٧).

٣- سجّل قراءة الورنية.

الشكل (١- ٧).

الميكروميتر (Micrometer):

ويستخدم لقياس أبعاد الأجسام خاصة الكروية وأقطار الأسلاك الدقيقة بدقة تصل إلى منزلتين عشريتين بالمليمتر، لتتعرف على أجزاء الميكروميتر انظر الشكل (١–٨)



الشكل (١- ٨).

ولتتعرف طريقة استخدام الميكروميتر تتبع الخطوات الآتية:

١- يجب معايرة الجهاز حيث يكون صفر التدريج الثابت منطبقا مع صفر التدريج الدائريّ.

٢- نضع الجسم المراد قياس سمكه بين فكي الميكروميتر.

٣- لتثبيت الجسم أدرْ محدد ضغط القياس حتى تسمع صوتاً له.

٤- نقرأ التدريج الثابت أولاً بوحدة المليمتر، ثم نضيف قراءة التدريج الدائريّ.

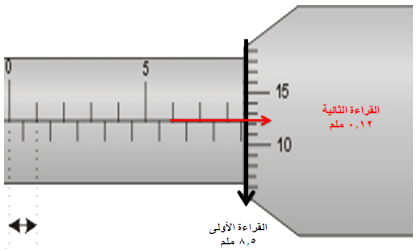
مثال (٢):

ما قراءة الميكروميتر المشار إليها في الشكل(١-٩)؟

الحلّ: قراءة التدريج الثابت = ٨,٥ ملم.

قراءة التدريج الدائري = ٠,١٢ ملم.

فتكون القراءة = ٨,٥ + ٠,١٢ = ٨,٦٢ ملم.



الشكل (١- ٩)

نشاط (٢): قياس قطر قلم رصاص بالميكروميتر

المواد والأدوات:

قلم رصاص وميكروميتر

الخطوات:

١- معايرة الميكروميتر قبل البدء بالعمل، لماذا؟

٢- أدخل القلم بين فكي الميكروميتر.

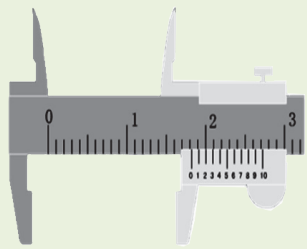
٣- ثبّت القلم داخل الميكروميتر عن طريق محدد ضغط القياس.

٤- سجّل قراءة الميكروميتر.

٥- قارن بين قراءة الميكروميتر وقراءة الورنية لقطر القلم.

بحث: اكتب تقريراً أو بحثاً حول أهمية استخدام الميكروميتر في قياس أقطار أسلاك الكهرباء حيث تتناسب مع مقدار التيار الذي يتحمله السلك.

سؤال ما هي قراءة كل من الورنية والميكروميتر المشار إليهما في الأشكال الآتية:



ثانياً- الكتلة:

عرفت سابقاً أن الكتلة هي مقدار ما في الجسم من مادة، وتقاس بالميزان ذي الكفتين وأنواع مختلفة من الموازين الحساسة، ووحدة قياسها في النظام الدولي للوحدات الكيلو غرام، ويعرف الكيلو غرام المعياري بأنه: **كتلة أسطوانة من البلاتين والإريديوم ارتفاعها يساوي قطرها ويساوي ٣٩ ملم** محفوظة في المكتب العالمي للأوزان و المقاييس في فرنسا.

ثالثاً- الزمـــــن:

قديماً كان الزمن يقاس بالساعة الرمليّة أو المزولة الشمسية وتطور قياسه بوحدة الثانية أو أجزائها أو مضاعفاتها، وتعرف الثانية المعيارية بأنها **الفترة الزمنية التي تكافىء ٩١٠×٩ ضعف من الزمن اللازم لانتقال إلكترون ذرة السيزيوم ^{133}Cs بين مستويين من مستويات الطاقة في الذرة.**

وحدات الزمن	
اليوم	٨٦٤٠٠ ثانية
الساعة	٣٦٠٠ ثانية
الدقيقة	٦٠ ثانية

سؤال حول الوحدات الآتية إلى ما يقابلها في النظام الدولي:

(أ) ١٢٠٠ سم^3 (ب) ١٠٠ كم/ساعة (جـ) ١ غم / سم^3

١-٣: الكميات الأساسية والمشتقة (Fundamental and Derived Quantities)

تقسم الكميات الفيزيائية إلى قسمين:

١- كميات أساسية: وهي التي لا يوجد أبسط منها، وتعدّ أساسا للكميات الفيزيائية الأخرى ومن أمثلتها الكتلة، والزمن، والطول.

٢- الكميات المشتقة: وهي الكميات التي تشتق من الكميات الأساسية، ومن أمثلتها الكثافة، والسرعة، والقوة وغيرها.

الجدول الآتي يبيّن الكميات الفيزيائية الأساسية وعددها سبعة ووحدات قياسها في النظام الدولي:

الكمية الأساسية	الوحدة	اختصار الوحدة
الطول	متر	م
الكتلة	كيلو غرام	كغم
الزمن	ثانية	ث
شدة التيار الكهربائي	أمبير	أمبير
شدة الإضاءة	كاندل (شمعة)	كاندل
كمية المادة	المول	مول
درجة الحرارة	كلفن	ك

يمكن تصنيف الكميات الفيزيائية بطريقة أخرى ستتعرف إليها في الفصل الثاني من هذه الوحدة.

١-٤: اشتقاق الوحدات (Units derivation)

عرفت أن الكميات المشتقة هي تلك الكميات التي يتم الحصول عليها من الكميات الأساسية: فكيف يمكن اشتقاق وحدة قياس مناسبة لكمية مشتقة؟

مثال (٣): اشتقاق وحدة قياس السرعة بالنظام الدولي للوحدات.

السرعة = المسافة / الزمن

الحلّ: وحدة المسافة / وحدة الزمن = م / ث

مثال (٤): اشتقاق وحدة قياس التسارع بالنظام الدولي للوحدات.

اشتق وحدة قياس التسارع علماً أنه يعطى بالعلاقة التسارع $\overleftarrow{ت} = \frac{\Delta \overleftarrow{ع}}{\Delta ز}$

الحلّ: وحدة السرعة / وحدة الزمن = م / ث^{٢}

سؤال

س١ : اشتق وحدات قياس الكميات الآتية:

(أ) الكثافة = الكتلة / الحجم (ب) القوة = الكتلة × التسارع

(جـ) الضغط = القوة / المساحة (د) الحرارة النوعية = كمية الحرارة/ (الكتلة × Δ د)

س٢ : صنف الكميات الآتية إلى أساسية ومشتقة: شدة التيار الكهربائي، الوزن، الطول.

مهمات مقترحة:

يمكنك تنفيذ أحد هذه المشاريع بعد تعلمك القياس وأدواته:

- قم بقياس سُمْك المطاط أو الحديد في أنابيب الماء وتأكد من مطابقته للمواصفات الدولية.
- قم بقياس سُمْك مجموعة من الشفافيات وورق الألمنيوم وتأكد من مطابقتها للمواصفات المدونة عليها.

أسئلة الفصل

س١- وضح المقصود بالمفاهيم التالية: القياس، الطول، الورنية، الكيلوغرام المعياري، الثانية المعيارية، الكميات الأساسية، الكميات المشتقة.

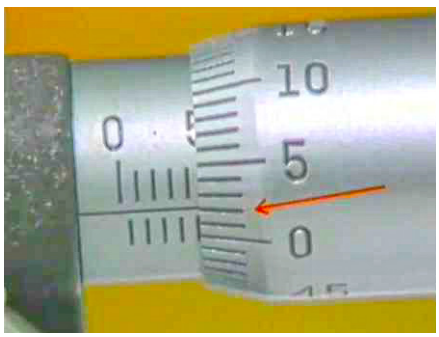
س ٢- اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل واحدة من العبارات الآتية:

١- وحدة القياس المناسبة لدرجة الحرارة في النظام الدولي هي:

أ- سيلسيوس ب- مول ج- كلفن د- فهرنهيت

٢- إذا كان الشغل يعطى بالعلاقة: الشغل = القوة . الإزاحة فإن وحدة قياسه المناسبة في النظام الدوليّ هي:

أ- نيوتن / م ب- كغم × (م/ث^{٢}) ج- غم × (سم/ ث^{٢}) د- كغم/ (م × ث)^{٢}



٣- قياس الميكروميتر بوحدة ملم في الشكل المجاور، هو:

أ- ٣,٥٢ ب- ٤,٥٢ ج- ٥,٥٢ د- ٦,٥٢

أسئلة الفصل

س٣- علل: لجوء الإنسان إلى اختراع أدوات القياس.

س٤- حول الكميات الآتية إلى الوحدة المقابلة:

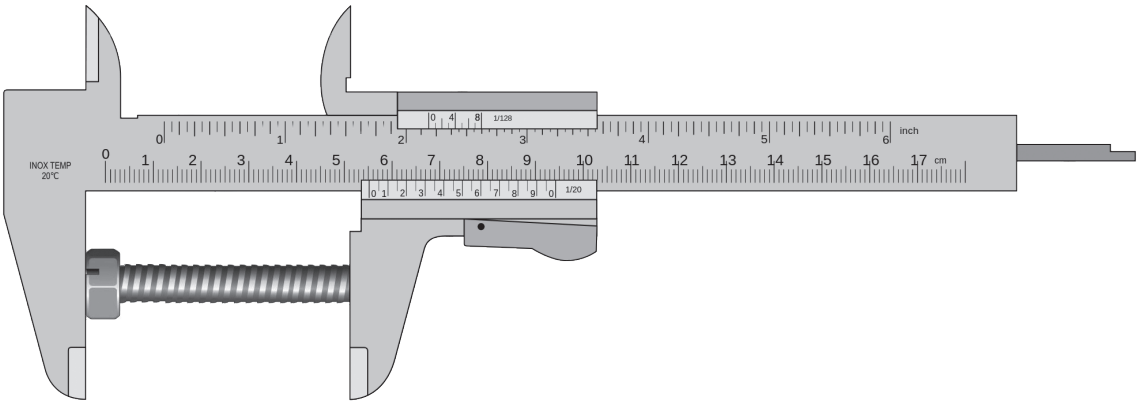
أ- ٥ ميكرومتر إلى بيكو متر.

ب- ٦,٤ لتر إلى ملليتر.

جـ- ٧٢ كم/ ساعة إلى م/ث

د- ٢ × ١٠$^{-٣}$ كغم × م/ ث^{٢} إلى غم × سم/ ث^{٢}.

س٥: ما قراءة الورنية في الشكل؟



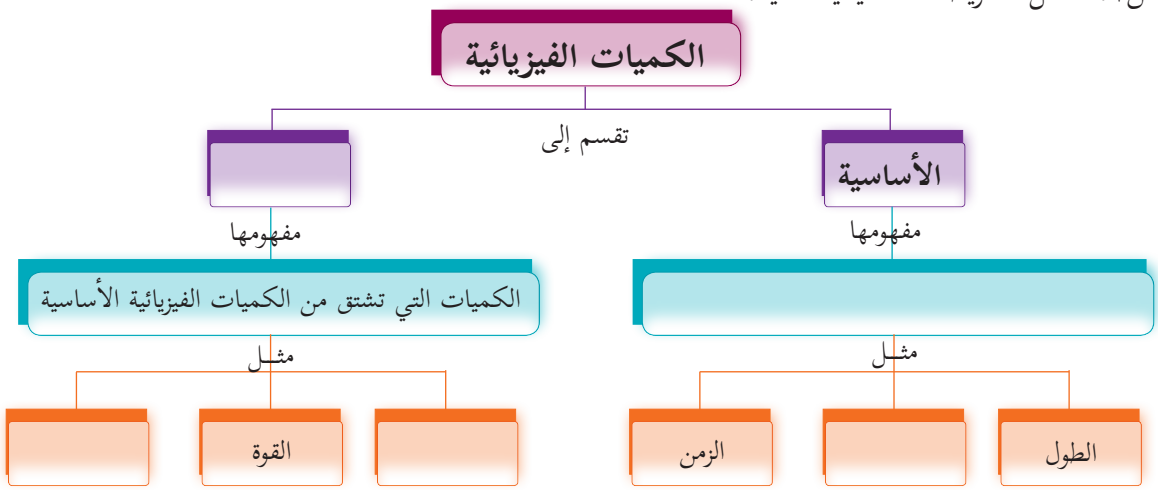
س٦: اشتق وحدة كل من:

أ) الشحنة = شدّة التيار الكهربائي × الزمن.

ب) طاقة الوضع = ك × جـ × ف علماً أن جـ تسارع الجاذبية الأرضية.

جـ) طاقة الحركة = $(\frac{١}{٢})$ × ك × ع ^{٢}

س٧: أكمل الخريطة المفاهيمية الآتية:



الفصل الثاني:
المُتّجهات (Vectors)

تقسم الكميات الفيزيائية إلى قسمين: قياسية ومتجهة؛ والكميات المتجهة يمكن رسمها وإيجاد حاصل جمعها بيانياً أو حسابياً سواء كانت المتجهات على خطّ العمل نفسه كما الحال في جرّ الحصانين لعربة أو باتجاهين متعاكسين كما في لعبة شدّ الحبل أو انحصرت بينها زاوية ما، فكيف يمكن تصنيف الكميات الفيزيائية؟ وما طرق حساب حاصل جمع متجهين في كل من الحالات السّابقة؟

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في إستخدام المتجهات في حل مسائل متعلقة بها من خلال تحقيق الآتي:

- التمييز بين الكمية المتجهة والكمية القياسية.
- اعطاء أمثلة على الكميات المتجهة والقياسية.
- جمع متجهين حسابياً.
- جمع متجهين متوازيين أو متعامدين.

٢-١: الكميات الفيزيائيّة (Physical Quantities)

كما تعلمت في الفصل السّابق فإن الكميات الفيزيائية تقسم إلى قسمين:

كميات أساسية وكميات مشتقة، ولأجل التعرف إلى تصنيف الكميات الفيزيائية، تأمّل الجدول الآتي ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

القائمة الأولى	القائمة الثانية
تبلغ كتلة أحمد ٣٠ كغم	يبلغ وزن أحمد ٣٠٠ نيوتن باتجاه مركز الأرض
أشار عداد سرعة سيارة أحمد إلى ٢٠ م/ث	تتحرك سيارة بسرعة ٢٠ م/ث باتجاه الشرق

١- ماذا تحتاج لوصف كل من: كتلة أحمد وقراءة عداد السيارة، ودرجة حرارة الغرفة ؟

٢- ماذا تحتاج لوصف كل من: وزن أحمد وحركة السيارة؟

٣- هل يمكنك الآن إعطاء أمثلة لكميات نحتاج لوصفها إلى مقدار ووحدة قياس مناسبة فقط؟ وأمثلة أخرى لكميات نحتاج إلى مقدارها ووحدة قياسها المناسبة واتجاهها لوصفها؟

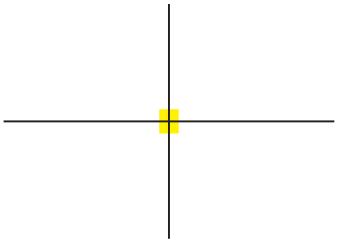
مما سبق نستنتج أن الكميات الفيزيائية يمكن تقسيمها إلى:

١- **الكميات القياسية:** الكميات الفيزيائية التي تحدد بمقدار ووحدة قياس مناسبة، ويمكن وصفها دون الحاجة إلى تحديد اتجاهها مثل درجة الحرارة والزمن.

٢- **الكميات المتجهة:** هي الكميات الفيزيائية التي توصف بتحديد اتجاهها إضافة إلى المقدار ووحدة القياس مثل السّرعة والتّسارع والقوة.

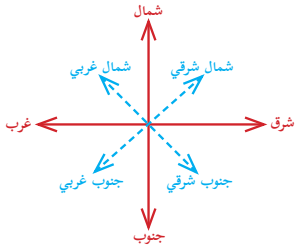
٢-٢: رسم المُتّجهات (Drawing Vectors)

ولنتعرف رسم المتجهات نحتاج إلى:



١- نقطة إسناد وتعتبر النقطة (٠، ٠) نقطة الإسناد بالنسبة للمستوى الديكارتي.

٢- تحديد مقدار المتجه والذي يحدد بطول القطعة المستقيمة الواصلة بين نقطة الإسناد ورأس المتجه ويتناسب طولها مع طول المتجه الحقيقي باختيار مقياس رسم مناسب.



٣- تحديد اتجاهه جغرافياً: هناك أربعة اتجاهات رئيسية هي الشرق والغرب والشمال والجنوب.

والآن هيّا نرسم المُتّجهات والتي تمثَّل بسهم يبدأ من نقطة الإسناد « ذيل المتجه» وينتهي عند النقطة المطلوبة "رأس المتجه" ترسم باتجاه محدد وبطول يتناسب مع طول المتجه الأصلي.

رأس المتجه «نقطة النهاية» ⟵ **ذيل المتجه «نقطة الإسناد»**

مثال (١):

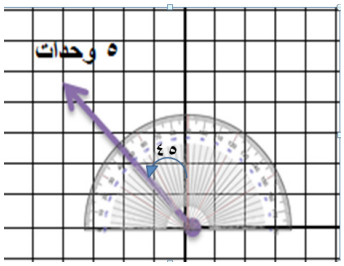
ارسم متجهاً طوله ٥ وحدات باتجاه الشمال الغربيّ.

الحلّ:

١- نحدد نقطة الإسناد.

٢- الشمال الغربي يمثل زاوية قياسها ٤٥° من الشمال باتجاه الغرب مقاسة بالمنقلة.

٣- نرسم قطعة مستقيمة طولها ٥ وحدات انظر الشكل (٢-١)



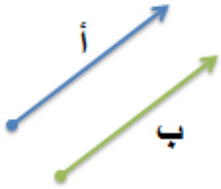
الشكل (٢- ١)

ملاحظة:

يسمى المتجه الذي طوله وحدة واحدة متجه الوحدة.

خصائص المُتّجهات:

تكافؤ المتجهات:



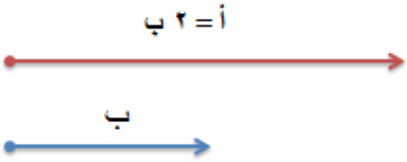
متجهان متساويان

يتساوى المتجهان عندما يكون لهما المقدار نفسه والاتجاه نفسه.

المتجه $\overleftarrow{أ}$ يساوي المتجه $\overleftarrow{ب}$ ($\overleftarrow{أ} = \overleftarrow{ب}$) إذا كان لهما المقدار نفسه والاتجاه نفسه

.

ضرب المتجه في عدد:



يمكن الحصول على مضاعفات متجه من خلال ضربه بكمية عددية

المتجه $\overleftarrow{أ}$ = ن × $\overleftarrow{ب}$ حيث ن: أي عدد

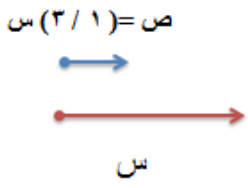
أي أن طول $\overleftarrow{أ}$ = ن ضعف من طول المتجه $\overleftarrow{ب}$

مثال (٢):

المتجه $\overleftarrow{س}$ طوله ١٥ وحدة شرقاً، فما المتجه الذي يمثل ثلث طوله؟

الحل المتجه الثلث هو: $(\frac{١}{٣})$ × $\overleftarrow{س}$ = $(\frac{١}{٣})$ × ١٥

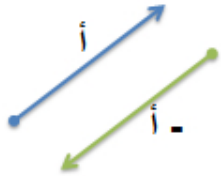
= ٥ وحدات شرقاً



لاحظ أنه:

عند ضرب المتجه بكمية عددية أكبر من الواحد يتضاعف طوله أما عند ضربه بعدد نسبي بين الصفر والواحد فإن طوله يقلّ مع بقاء اتجاهه ثابت في الحالتين.

معكوس المتجه (سالب المتجه):



متجهان متعاكسان

معكوس المتجه: متجه له مقدار المتجه الأصلي نفسه ولكنه يعاكسه في الاتجاه (الزاوية بين المتجه ومعكوسة = ١٨٠°).

أي أن -$\overleftarrow{أ}$ يساوي المتجه أ في المقدار ويعاكسه في الاتجاه.

مثال (٣):

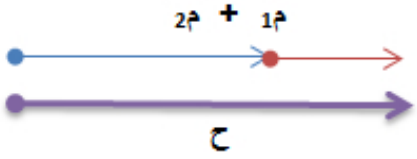
المتجه $\overleftarrow{ب}$ = ٢٠ وحدة باتجاه الجنوب الغربي فما قيمة -٢$\overleftarrow{ب}$؟

الحلّ: الإشارة السالبة تعني معكوس المتجه أي الشمال الشرقي، وهو عكس الجنوب الغربي، أما مقدار المتجه الجديد.

ويكون -٢ $\overleftarrow{ب}$ = ٤٠ وحدة باتجاه الشمال الشرقي.

٢-٣: جمع المتجهات حسابياً (Vectors Addition Arithmatically)

لجمع متجهين أو أكثر حسابياً نحتاج إلى معرفة الزاوية بين المتجهين، وسنقوم بعرض ثلاث حالات، هي:



جمع متجهين في الاتجاه نفسه (الزاوية بينهما = صفر).

(مقدار محصلة متجهين في الاتجاه نفسه يساوي حاصل جمع مقداريهما وتكون في الاتجاه نفسه).

إن $|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{م_١}| + |\overleftarrow{م_٢}|$

حيث: $|\overleftarrow{م_١}|$ مقدار المتجه $م_١$، و$|\overleftarrow{م_٢}|$ مقدار المتجه $م_٢$

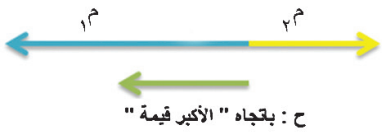
مثال (٤):

يجرّ عليّ صندوقاً بقوة ١٠٠ نيوتن نحو الشرق، ويساعده سعيد فيؤثر بقوة مقدارها ٥٠ نيوتن بالاتجاه نفسه، ما القوة الكلية المؤثّرة في الصندوق؟

الحلّ:

$|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{ق_١}| + |\overleftarrow{ق_٢}|$ = ١٠٠ + ٥٠ = ١٥٠ نيوتن (باتجاه الشرق).

لجمع متجهين متعاكسين (الزاوية بينهما ١٨٠°)

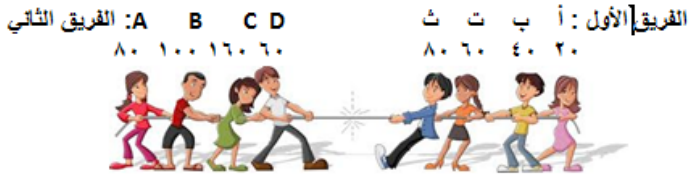


إن مقدار محصلة متجهين متعاكسين تساوي حاصل طرح المتجه الأصغر من الأكبر، وتكون باتجاه الأكبر مقداراً.

$|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{م_١}| - |\overleftarrow{م_٢}|$، باتجاه الأكبر قيمة «$\overleftarrow{م_١}$»

مثال (٥):

في لعبة شدّ الحبل يشدّ الفريق الأول باتجاه الشرق، ويؤثّر الفريق الثاني بقوة شدّ باتجاه الغرب، جد:



أ. محصلة الفريق الأول.

ب. محصلة الفريق الثاني.

ج. القوة الكلية المؤثرة على الحبل، مقداراً و اتجاهاً.

الحلّ:

أ- القوى جميعها في اتجاه الشرق محصلتها تساوي حاصل جمعها و باتجاه الشرق:

ق الفريق ١ = ٢٠+٤٠+٦٠+٨٠ = ٢٠٠ نيوتن باتجاه الشرق.

ب- محصلة القوى جميعها باتجاه الغرب حاصل جمعها وباتجاه الغرب:

ق الفريق ٢ = ٦٠+١٦٠+١٠٠+٨٠ = ٤٠٠ نيوتن باتجاه الغرب.

ج. القوتان المتعاكستان محصلتهما حاصل طرحهما وباتجاه الأكبر مقداراً.

$|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{ق}_{\text{الكبيرة}}| - |\overleftarrow{ق}_{\text{الصغيرة}}|$

= ٤٠٠ − ٢٠٠ = ٢٠٠ نيوتن والاتجاه مع القوة الأكبر قيمة (الغرب).

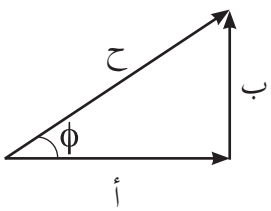
سؤال

ترفع رافعة سيارة وزنها ٢ × ١٠^{٤} نيوتن بقوة مقدارها ٢,٥ × ١٠^{٤} نيوتن باتجاه الأعلى، فما محصلة القوة التي تؤثّر على السيارة، مقداراً واتجاهاً؟

إيجاد محصلة متجهين متعامدين حسابياً (الزاوية بينهما ٩٠°):

إذا كان المتجهان متعامدين فإننا لا نجد المحصلة بالجمع الجبريّ، إنما عن طريق نظرية فيثاغورس

$|\overleftarrow{ح}|^{٢} = |\overleftarrow{أ}|^{٢} + |\overleftarrow{ب}|^{٢}$



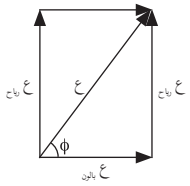
يمكن قياس زاوية ميل المحصلة عن المتجه $\overleftarrow{أ}$ أو المتجه $\overleftarrow{ب}$ عملياً بالمنقلة

أو حسابيا باستخدام قانون ظل الزاوية:

$\phi = \text{ظا}^{-١}\left(\frac{|\overleftarrow{ب}|}{|\overleftarrow{أ}|}\right)$

مثال (٦):

يتحرك بالون بسرعة ٣ م/ث باتجاه الشرق، أثّرت عليه رياح سرعتها ٤م/ث باتجاه الشمال، احسب مقدار واتجاه السرعة الكلية للبالون؟



الحلّ: $|\overleftarrow{ع}_{\text{الكلية}}|^2 = |\overleftarrow{ع}_{\text{بالون}}|^2 + |\overleftarrow{ع}_{\text{رياح}}|^2$

$= (٣)^2 + (٤)^2$

$= ٩ + ١٦$ ، $|\overleftarrow{ع}_{\text{الكلية}}| = \sqrt{|\overleftarrow{ع}_{\text{الكلية}}|^2}$

$|\overleftarrow{ع}_{\text{الكلية}}| = ٥$ م / ث

لحساب الاتجاه:

$\phi = $ ظا$^{-1}$ (المقابل/ المجاور)

$= $ ظا$^{-1}$ $|\overleftarrow{ع}_{\text{رياح}}| / |\overleftarrow{ع}_{\text{بالون}}|$

$= $ ظا$^{-1}$ $\frac{٤}{٣}$

$\phi = ٥٣$ مع الشرق

مشاريع مقترحة:

صمم بطاقة دعوة لزميل لك ترغب أن يحضر مناقشة مشروع لمبحث الفيزياء موضحاً له طريق الوصول (من البيت إلى المدرسة).

أسئلة الفصل

س١: وضح المقصود بمعكوس المتجه، القوة المحصلة، الكميات المتجهة والكميات القياسية.

س٢: اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

١- الكمية المتجهة تحدد بـ:

أ- المقدار فقط. ب- الاتجاه فقط.

ج- المقدار والاتجاه. د- المقدار والاتجاه ووحدة القياس.

٢- قوتان متماثلتان قيمة كل منهما ق تؤثّران على جسم باتجاه الشمالي الغربيّ، يمكن استبدال هاتين القوتين بقوة واحدة فقط وبالاتجاه نفسه مقدارها:

أ- ق ب- ٢ق ج- ٠,٥ ق د- $\sqrt{٢}$ ق

٣- إذا كان المتجه $\overleftarrow{أ}$ = ١٥ وحدة باتجاه الشرق والمتجه $\overleftarrow{ب}$ = ١٠ وحدات باتجاه الغرب، فإن اتجاه محصلتهما هو:

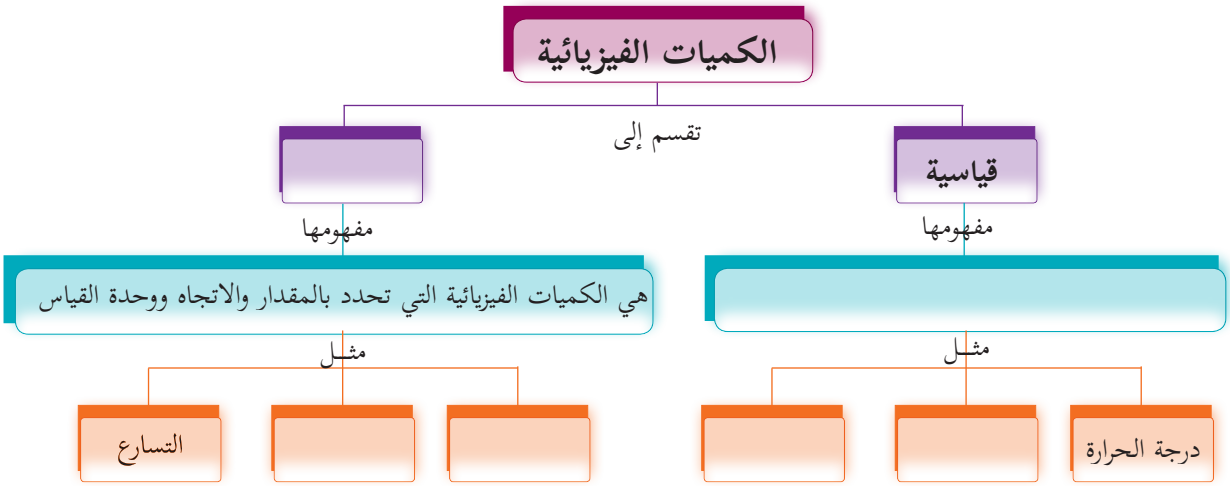
أ- الشرق ب- الغرب ج- الشمال د- الجنوب

٤- قوتان متعامدتان مقدار محصلتهما ٥٠ نيوتن فإذا كانت الأولى تساوي ٣٠ نيوتن فإن مقدار القوة الثانية بوحدة نيوتن:

أ- ٢٠ ب- ٣٠ ج- ٤٠ د- ٨٠

أسئلة الفصل

س٣: أكمل الخريطة المفاهيمية الآتية:



س٤: تؤثّر قوة مقدارها ٤ نيوتن باتجاه الشمال الغربي، فما مقدار القوة واتجاهها التي إذا أضيفت إليها أصبحت محصلتهما صفراً؟

س٥: يسير قارب بسرعة ٨ م/ث باتجاه ٦٠ مع محور السينات الموجب وتتحرك المياه بسرعة ٧ م/ث باتجاه محور الصادات السالب، جد بيانياً السرعة الكليّة للقارب، مقداراً واتجاهاً.

س٦: صندوق تؤثّر فيه مجموعة قوى: الأولى مقدارها ٥٠ نيوتن باتجاه الشرق، والثانية ٣٠ نيوتن باتجاه الغرب. إذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الصندوق والأرض ١٥ نيوتن باتجاه الغرب، فما محصلة القوى المؤثّرة على الصندوق، مقداراً واتجاهاً؟

س٧: إذا أثرت قوتان في جسم ما في الاتجاه نفسه، وحاصل جمعهما ٣٠٠ نيوتن، وكان مقدار إحداهما ١٢٠ نيوتن، فما مقدار القوة الأخرى؟

اختبار الفترة الأولى

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة فيما يلي:

١. من الكميات الفيزيائية الأساسية:

أ- القوة. ب- المسافة. جـ- التسارع. د- كمية التّحرك.

٢. جميع ما يلي من وحدات القياس في النظام الدولي **ما عدا**:

أ- الثانية. ب- الدرجة الكلفينية. جـ- الصلج. د- المول.

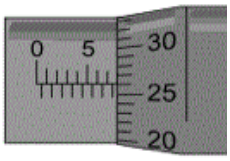
٣. الوحدة الأساسية لقياس الزمن في النظام الدولي:

أ- الفيمتو ثانية. ب- الثّانية. جـ- الدقيقة. د- السّاعة.

٤. من وحدات القياس الأساسية في النظام الإنجليزي:

أ- الأمبير. ب- الدرجة المطلقة. جـ- القدم. د- المول.

٥. قراءة الميكروميتر بالملم في الشكل =



أ- ٧,٢٦ ب- ٥,٧٦ جـ- ٧,٧٦ د- ٥,٢٦

٦. سيارة سرعتها ٧٢ كم/س فإن سرعتها بالمتر/ثانية تساوي:

أ- ٥ م/ث ب- ١٠ م/ث جـ- ١٥ م/ث د- ٢٠ م/ث

٧. دقة الميكروميتر تساوي..... دقة الورنية

أ- مثلي. ب- ٣ أمثال. جـ- ٥ أمثال. د- ١٠ أمثال.

٨. يمكن الحصول على أكبر قيمة لمحصلة متجهين إذا كانا:

أ- في الاتجاه نفسه. ب- متعاكسين. جـ- متعامدين. د- يحصران بينهما زاوية.

٩. عند ضرب المتجه $\overleftarrow{أ}$ (←——) في العدد(-٣) فإن شكل المتّجه الناتج، هو:

أ- ——→ ب- ←—— جـ- ——→ د- ←——

١٠. واحدة من الكميات الآتية ليست من الكميات الفيزيائية المتّجهة:

أ- القوّة. ب- المسافة. جـ- التسارع. د- الإزاحة.

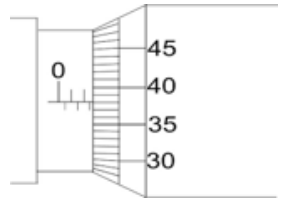
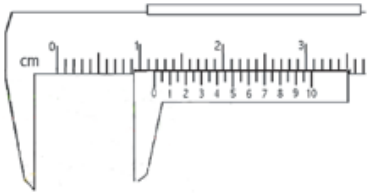
١١. تحركت سيارة (١٥م) باتجاه الشّمال، ثم ٣م باتجاه الجنوب فإن مقدار إزاحتها الكلية =

أ- ١٨م ب- ١٢م جـ- ١٥م د- ٣م

س٢: صنّف الكميات الفيزيائية الآتية إلى أساسية ومشتقة بوضع إشارة (✓):

الكمية الفيزيائية	أساسية	مشتقة
سرعة الطائرة		
وزن الكتاب		
درجة الحرارة		

س٣: ما قيمة القياس على القدمة (الورنية) والميكروميتر المبينة على الأشكال الآتية؟

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>قراءة التّدريج الثابت =
قراءة التّدريج الدائري =
قراءة الميكروميتر =</td>
<td>قراءة الذراع المدرج =
قراءة المنزلقة =
قراءة الورنية =</td>
</tr>
</table>

س٤: ١. تحرّكت سيارة ٥كم باتجاه الجنوب، ثم ٢كم باتجاه الغرب. جد مقدار الإزاحة، واتجاهها.

.....

.....

٢. إذا كان $\overleftarrow{أ}$ و $\overleftarrow{ب}$ متجهين، فما العلاقة بينهما إذا كانت محصلتهما:

أ- تساوي |أ| + |ب| .....

ب- تساوي صفراً .....

الفصل الثالث:

وصف الحركة (Kinematics)

يختص هذا الفصل بوصف حركة الأجسام من حيث موضعها والمسافة التي تقطعها الأجسام وإزاحتها والفرق بينهما وإيجاد سرعتها المتوسطة وسرعتها اللحظية، وتسارعها سواء كان متغيراً أو ثابتاً وتطبيق معادلات الحركة على الأجسام التي تتحرك بتسارع ثابت وفي خط مستقيم أو تلك التي تتحرك في مجال الجاذبية الأرضية سواء كانت ساقطة سقوطاً حراً أو مقذوفة رأسياً نحو الأعلى.

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في حل مسائل تتعلقبالحركة من خلال تحقيق الآتي:

- التمييز بين المسافة والإزاحة.
- رسم العلاقة البيانية بين الإزاحة - الزمن، السرعة- الزمن، التسارع - الزمن
- تفسير الأشكال البيانية بين الموضع - الزمن، والسرعة - الزمن، والتسارع - الزمن.
- استنتاج معادلات الحركة في بعد واحد.
- حل مسائل متنوعة على معادلات الحركة في بعد واحد.

٣-١: الموضع والإزاحة والمسافة (Position, Displacement and Distance)

تعرفت سابقا تحديد موضع جسم ما بالنسبة لنقطة إسناد معينة، استعن بخطوات رسم المتجه الواردة في البند (٢ – ٢).

تحركت سيارة من مدينة نابلس نحو الجنوب وصولا للقدس فقطعت مسافة ٧٦ كم، ما متجه الموضع لهذه السيارة؟

الآن، حاول وضع تعريف ملائم لمتجه الموضع.

من خلال إجابتك عن السؤال السابق يمكن تعريف متجه الموضع لجسم ما بأنه المتجه الواصل بين نقطة البداية (نقطة الإسناد) وموضع الجسم.

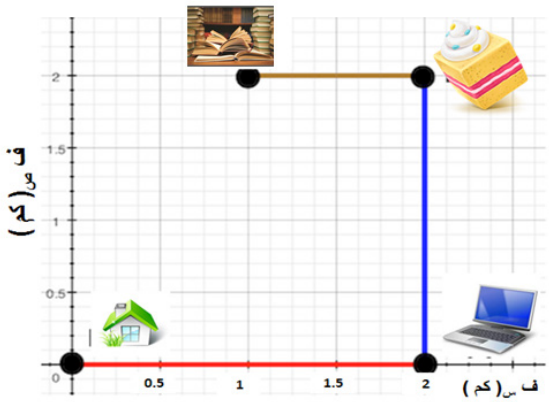
فكر

١- ما العناصر الأساسية لتحديد متجه الموضع لجسم ما؟

٢- ارسم متجه الموضع الواصل بين سارية العلم في مدرستك إلى منتصف البوابة الرئيسية لها.

لتتعرف إلى الفرق بين مفهوم المسافة والإزاحة نفّذ النشاط الآتي:

نشاط (١): المسافة والإزاحة



الشكل (٣-١)

الشكل (٣-١) يمثّل مسار رحلة أحمد اليومية من منزله إلى مكان عمله (متجر الحاسوب) ثم إلى متجر الحلويات لشراء ولتناول كعكته المفضلة، ثم يذهب إلى المكتبة لقراءة القصص والروايات، بالرجوع إلى الشكل أجب عن الأسئلة الآتية:

١- ما طول المسافة التي قطعها أحمد للانتقال من منزله نحو مكان عمله؟

٢- ما المسافة التي قطعها للانتقال من مكان عمله نحو متجر الحلويات؟

٣- ما المسافة الكلية ما بين منزله ومتجر الحلويات؟

٤- ما أقصر مسار يقطعه أحمد مباشرة من منزله باتجاه ليصل متجر الحلويات؟

الآن، هل يمكنك التمييز بين إجابتك في ٢،١ مع ٤؟

مما سبق يمكن تعريف المسافة بأنها طول المسار الحقيقي الذي يسلكه الجسم خلال حركته أما الإزاحة فهي التغيير في موضع الجسم ويُعبّر عنها بالمتجه الواصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية.

مثال (١):

يتحرك طفل في عربته مسافة ١٠ م باتجاه الشرق ثم يرجع إلى الغرب مسافة ٧ م، احسب:

١- المسافة المقطوعة. ٢- إزاحة عربة الطفل.

الحلّ:

١. المسافة (ف) = الطول الحقيقي للمسار المقطوع

= المجموع الجبريّ للمسافات التي قطعتها عربة الطفل

= ١٠ + ٧ = ١٧ م

الإزاحة ($\overleftarrow{ف}$) = المسافة بين نقطة البداية و نقطة النهاية مباشرة = حاصل جمع الاتجاهات.

$\overleftarrow{ح} = \overleftarrow{ف_١} + \overleftarrow{ف_٢}$ $\qquad |\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{ف_١}| - |\overleftarrow{ف_٢}|$

١٠ - ٧ = ٣ م شرقاً أو $\overleftarrow{ح}$ = ٣ - ٠ = ٣ م شرقاً

مثال (٢):

يدور سائق بسيارته حول دوار مدينة (نابلس الذي نصف قطره ٥م) دورة كاملة حيث يشكل مساراً دائرياً، احسب ما يلي:

١- المسافة المقطوعة

٢- الإزاحة الكلية للسيارة الكلية.

الحلّ:

١- المسافة (ف) = طول المسار الحقيقي = محيط الدائرة = π٢ نق

٢ × ٣,١٤ × ٥ = ٣١,٤ م

٢- الإزاحة $\overleftarrow{ف}$ = المتجه الواصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية = صفر، لأن نقطة البداية هي نقطة النهاية نفسها.

فكر

هل من الممكن أن تكون إزاحة الجسم أكبر من المسافة التي يقطعها؟ وضّح ذلك.

٣-٢: السرعة المتوسطة (Average Velocity)

لتتعرّف مفهوم السرعة المتوسطة وتتمكن من كتابة قانونها الرياضي، تأمّل الموقف الآتي:

نشاط (٢): السرعة المتوسطة

سيارتان: الأولى حمراء والثانية زرقاء. أُجري بينهما سباق على مرحلتين على النحو الآتي:

المرحلة الأولى: حددت المسافة التي سيتم قطعها بـ ٣٠ كم شرقا. قطعتها الحمراء في زمن مقداره (٣٠ دقيقة)، والزرقاء في زمن (٤٠ دقيقة) برأيك:

- أيّ السيارتين أسرع؟ ولماذا؟
- ما العامل الثابت في هذه الحالة؟ وما العامل المتغيّر؟
- ما علاقة السرعة بالعامل المتغيّر (طردية أم عكسية)؟

المرحلة الثانية: حُدِد زمن السباق ٣٠ دقيقة قطعت الحمراء خلالها إزاحة مقدارها (٢٠كم) شرقا والزرقاء (٣٠كم) شرقا برأيك:

- أيّ السيارتين أسرع؟ ولماذا؟
- ما العامل الثابت في هذه الحالة؟ وما العامل المتغير؟
- ما علاقة السرعة بالعامل المتغير (طردية أم عكسية)؟

والآن، عزيزي الطالب، هل يمكنك كتابة العلاقة التي تربط بين السرعة والزمن والإزاحة؟

من العلاقة السابقة هل يمكنك وضع تعريف للسرعة المتوسطة؟

ما هي وحدة السرعة المتوسطة كما يشير إليها القانون الذي وضعته؟

من الموقف السّابق يتضح لنا أن السرعة المتوسطة يُعطى بالعلاقة

$$\overleftarrow{ع} = \frac{\Delta \overleftarrow{ف}}{\Delta ز}$$

ع : السرعة المتوسطة (م/ ث)

Δف: الإزاحة (م)

Δز: الزمن (ث)

وتُعرف السرعة المتوسطة بأنها المعدل الزمنيّ للإزاحة، أو بأنها الإزاحة الكلية مقسومة على الزمن اللازم لقطعها، وتقاس بوحدة م/ث وهي كمية متجهةٌ وتكون باتجاه الإزاحة نفسها.

إذا أردنا المقارنة بين سرعتي السيارتين بالمثال السابق:

في الحالة الأولى:	في الحالة الثانية:
ع الحمراء = ف/ ز = ٣٠ × ٦٠×٣٠/١٠٠٠	ع الحمراء = ف/ ز = ٦٠×٣٠/٢٠٠٠٠
=١٦,٦ م/ث شرقاً	= ١١,١م/ث شرقاً
ع الزرقاء = ف / ز =٣٠٠٠٠ / ٦٠×٤٠	ع الزرقاء = ف/ ز = ٦٠×٣٠/٣٠٠٠٠
= ١٢,٥ م / ث شرقاً	= ١٦,٦ م / ث شرقاً
لذلك السيارة الحمراء أسرع.	السيارة الزرقاء هي الأسرع

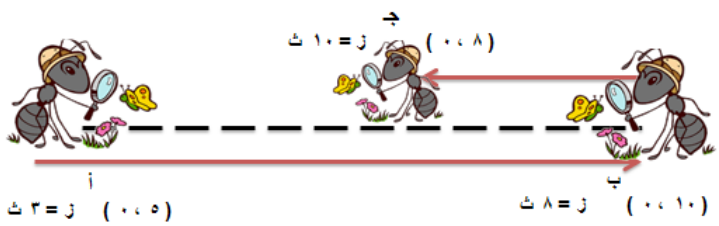
مثال (٣):

تخرج نملة من مسكنها الذي إحداثياته أ (٥ ، ٠) سم عند الثانية ٣ فتصل للنقطة ب التي إحداثياتها (١٠ ، ٠) شرقاً عند الثانية ٨ ث ثم تعود بالاتجاه المعاكس إلى النقطة جـ التي إحداثياتها (٨ ، ٠) سم عندما كان الزمن ١٠ ثانية لتجد وجبتها المفضلة من السكر، احسب:

١) السرعة المتوسطة للنملة في رحلتها الأولى من أ إلى ب

٢) السرعة المتوسطة للنملة في رحلتها الثانية من ب إلى جـ

الحلّ:



١) $|\overleftarrow{ع}| = \frac{|\Delta \overleftarrow{ف}|}{\Delta ز}$

$= \frac{|\overleftarrow{ف_٢}| - |\overleftarrow{ف_١}|}{\Delta ز}$

$= \frac{١٠ - ٥}{٨ - ٣}$

$= \frac{٥}{٥} = ١$سم/ث باتجاه الشرق

٢) $|\overleftarrow{ع}| = \frac{|\Delta \overleftarrow{ف}|}{\Delta ز} = \frac{|\overleftarrow{ف_٢} - \overleftarrow{ف_١}|}{\Delta ز} = \frac{|٨ - ١٠|}{٨ - ١٠} = \frac{|-٢|}{٢} = ١$سم/ث، يكون اتجاه السرعة غرباً.

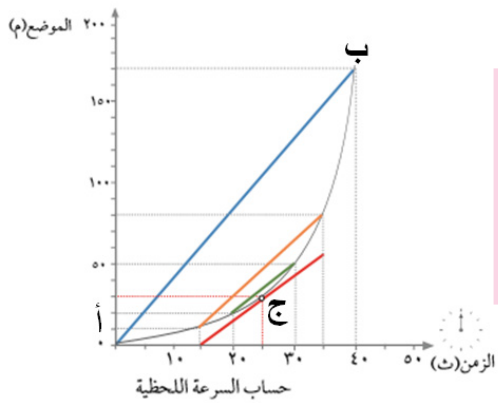
٣-٣: السرعة اللحظيّة (Instantaneous Velocity)

السرعة اللحظية هي سرعة جسم متحرك عند لحظة معينة، فكيف يمكن حساب السرعة اللحظية لجسم ما؟

لنفرض أن سيارة تتحرك من النقطة أ إلى النقطة ب وطُلب

منك حساب سرعة السيارة عند لحظة معينة تقع بين النقطتين أ و ب، لنفرض أن هذه النقطة ج، هل قلت أنك ستحسب السرعة المتوسطة بين أ و ب وتعتبرها السرعة اللحظية عند ج.

ما عليك سوى تقريب النقطتين أ وب من بعضهما بعضا حتى توشكان على الانطباق عند النقطة ج حتى يؤول فرق الزمن بينهما إلى الصفر عندها تصبح السرعة المتوسطة مساوية للسرعة اللحظية والسرعة اللحظية تساوي ميل المماس للمنحنى(ف-ز) عند لحظة معينة.



الشكل (٣-٢)

فكر

س١: في أي لحظة تتساوى السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة؟

س٢: احسب السرعة اللحظية للجسم عند ز = ٢٥ث من الشكل (٣-٢).

٣-٤: التسارع (Acceleration)

إذا لم تتغير سرعة الجسم فإنه يبقى متحركاً بسرعة ثابتة، أما إذا تغيرت سرعته مع الزمن فهو يتسارع فما المقصود بالتسارع؟

متوسط التسارع: $\overleftarrow{ت} = \frac{\Delta \overleftarrow{ع}}{\Delta ز}$

$$\overleftarrow{ت} = \frac{\overleftarrow{ع_٢} - \overleftarrow{ع_١}}{ز_٢ - ز_١}$$

$\overleftarrow{ت}$: متوسط التسارع (م / ث^٢)

$\Delta \overleftarrow{ع}$: التغير في السرعة (م / ث)

$\overleftarrow{ع_٢}$: السرعة النهائية

$\overleftarrow{ع_١}$: السرعة الابتدائية

$\Delta ز$: التغير في الزمن (ث)

متوسط التّسارع هو التغير في سرعة الجسم المتجهة بالنسبة للزمن ويقاس التسارع بوحدة م/ ث^٢، عندما تزداد السرعة فإن الجسم يتسارع وعندما تقل فإنه يتباطأ.

مثال (٤):

يتحرك جسم من السكون على خط مستقيم بتسارع مقداره ٣ م/ث^٢. جد سرعته النهائية بعد مضي ٤ ثوان من بدء الحركة.

الحلّ: $\overleftarrow{ت} = \frac{\Delta \overleftarrow{ع}}{\Delta ز} = \frac{\overleftarrow{ع_٢} - \overleftarrow{ع_١}}{ز_٢ - ز_١}$

$$٣ = \frac{\overleftarrow{ع_٢} - ٠}{٤} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \overleftarrow{ع_٢} = ٣ \times ٤ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \overleftarrow{ع_٢} = ١٢ \text{ م/ث}$$

٣-٥: وصف منحنيات الحركة

الحالة الأولى- الموضع ثابت:

مثال (٥):

راقب صحفيّ سيارة إسعاف قطعت إزاحة ٢م من حاجز عسكري وتوقفت، وأخذ يسجّل القراءات فكانت كما في الجدول الآتي:

ز (ث)	٠	٢	٤	٦
ف (م)	٢	٢	٢	٢

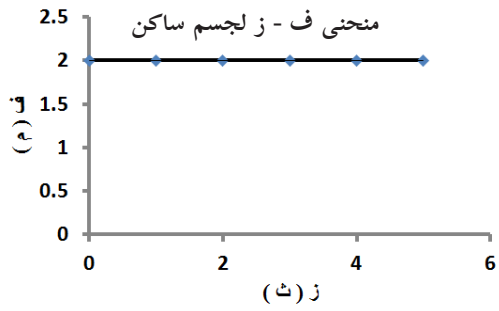
١- مثّل القراءات السابقة بيانياً.

٢- احسب السرعة المتوسطة لسيارة الإسعاف أول ثلاثة ثوانٍ من بدء الحركة.

٣- احسب تسارع السيارة، وصف التغيّر في موضع السيارة وحركتها من خلال الرسم البياني.

الحلّ:

١- عند تمثيل البيانات نضع الزمن على محور السينات والإزاحة على محور الصادات نمثّل لكل نقطة من النقاط على الجدول، ولا بد أنك حصلت على منحنىً شبيه بالمنحنى المجاور.



٢- نجد ميل الخط المستقيم وهو يساوي السرعة المتوسطة.

$$\overleftarrow{ع} = \frac{\overleftarrow{\Delta ف}}{\Delta ز} = \frac{٢ - ٢}{٠ - ٢} = \text{صفر}$$

٣- إن الموضع لا يتغير بتغير الزمن و يبقى ثابتاً على ٢متر السرعة المتوسطة للسيارة = صفر، فيكون الجسم ثابتاً لا يتحرك، متوسط التسارع = صفر فالجسم لا يتسارع.

الحالة الثانية - الحركة بسرعة ثابتة:

لنفرض أن سيارة تتحرك على خطّ مستقيم باتجاه الشرق وتُعطى المسافات التي تقطعها في أزمنة ثابتة كما هو مُعطى في الجدول الآتي:

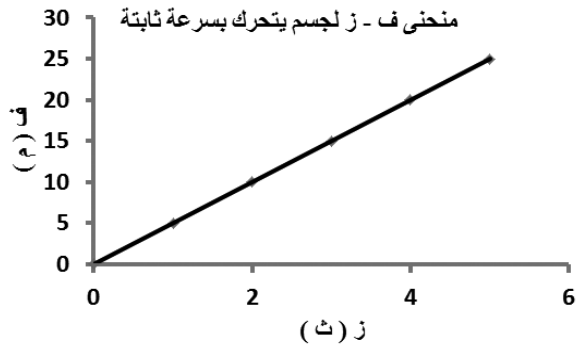
ز (ث)	١	٢	٣	٤	٥
ف (م)	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥

هل يمكنك أن تجد سرعة السيارة عند الزمن ز = ١ ث ؟

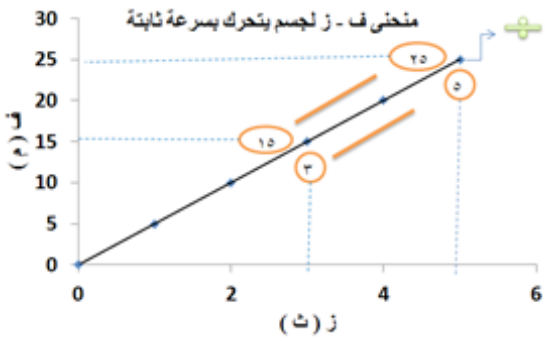
مثّل البيانات المُعطاة في الجدول تمثيلاً بيانياً حيث يمثل الزمن على محور السينات والموضع على محور الصادات.

لا بد أنك حصلت على الرسم البيانيّ شبيه بالرسم (٣-٣/أ)

والآن، هل لك أن تختار نقطتين على محور الصادات وتجد الفرق بينهما ثم تجد الفرق بين النقطتين المقابلتين لهما على محور السينات، قسّم الرقمين في الخطوتين السابقتين على بعضهما بعضا Δف/Δز الشكل (٣-٣/ب).



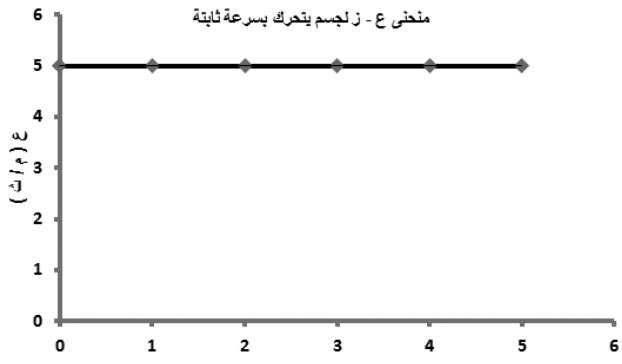
الشكل (٣/٣-أ)



الشكل (٣/٣-ب)

لا بد أنك استنتجت أن ميل الخطّ المستقيم لمنحنى (ف – ز) يمثّل السرعة المتوسطة لحركة السيارة، ما رأيك الآن بوصف حركة السيارة في المثال السابق؟

لا بد أنك لاحظت أن المسافات تتزايد بصورة منتظمة مع تغير الزمن. لذلك نقول أن السرعة ثابتة لأن الفرق بين كل مسافتين متتاليتين= مقداراً ثابتاً. الشكل (٣-٣/ج)، وبما أن السرعة ثابتة لا تتغير بتغير الزمن فإن التسارع يساوي صفرا.



الشكل (٣ – ٣/ ج)

الحالة الثالثة- التغير في الموضع غير منتظم (السرعة متزايدة بانتظام):

مثال (٦):

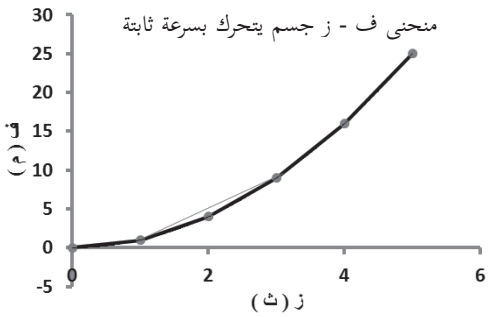
تتحرك سيارة سباق وفق الجدول الآتي الذي سجّله شخص موجود على مضمار السباق، مثل منحنى ف- ز بيانياً، ثم ارسم منحنى ع-ز، و منحنى ت – ز لهذه الحركة.

ز (ث)	٠	١	٢	٣	٤
ف (م)	٠	١	٤	٩	١٦

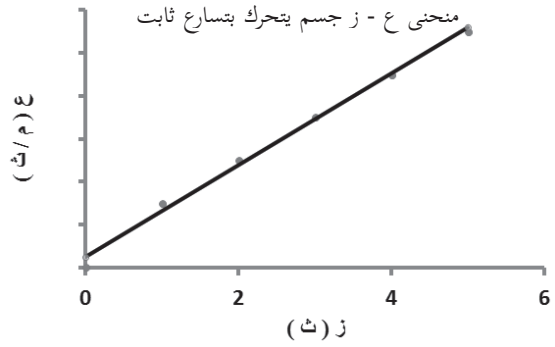
لحساب السرعة المتوسطة في الفترة (١ ، ٣) نأخذ نقطتين على المنحنى ونصل بينهما بخطّ مستقيم ثم نجد ميله من الشكل (٣-٤/أ).

$$\overleftarrow{ع} = \frac{\Delta ف}{\Delta ز} = \frac{٩ - ١}{٣ - ١} = ٤ \text{ م/ث}$$

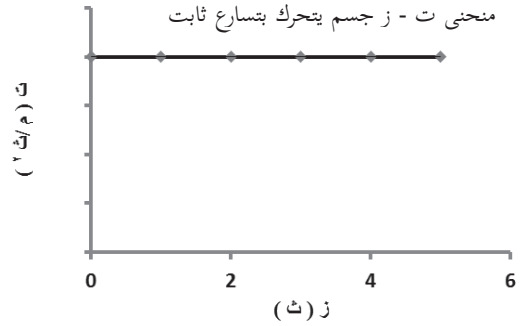
لوصف الحركة فإن ف تتزايد بصورة غير منتظمة مع الزمن في حين أن السرعة المتوسطة واللحظية ،عند تمثيل السرعة اللحظية مع الزمن فإننا نحصل على الشكل ٣-٤/ب ويكون التسارع ثابتاً مع الزمن كما في الشكل ٣-٤/ج.



الشكل (٣-٤/أ)



الشكل (٣-٤/ب)



الشكل (٣-٤/ج)

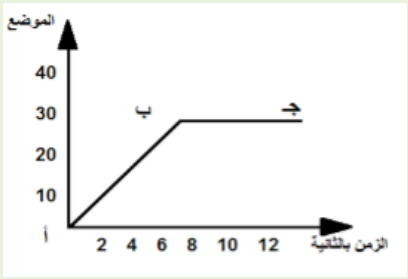
سؤال

س١: يمثّل الرسم البيانيّ المجاور العلاقة بين الموضع – الزمن لجسم يتحرك في خط مستقيم، ادرس الشكل جيداً ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

١- في آيّ فترة يتحرك الجسم بسرعة ثابتة؟

٢- احسب سرعة الجسم في الفترة أب

٣- ارسم منحنى ع – ز.

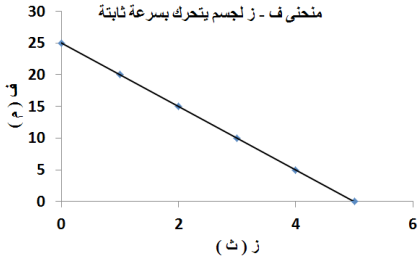


سؤال

س٢: أ- مثّل حركة الجسم من حيث (السرعة- الزمن):

ب- ماذا تعني الإشارة السالبة للسرعة؟

ج- كم يساوي التسارع؟



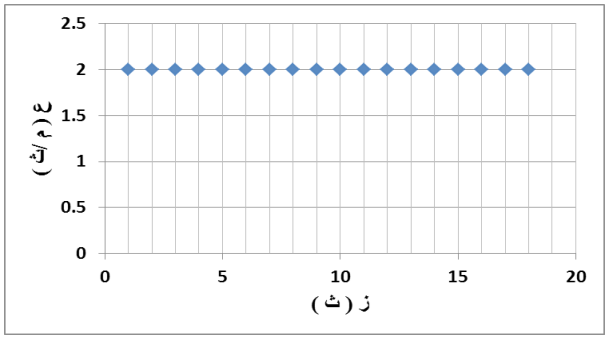
٣-٦: الحركة بتسارع ثابت (Motion in Constant Acceleration)

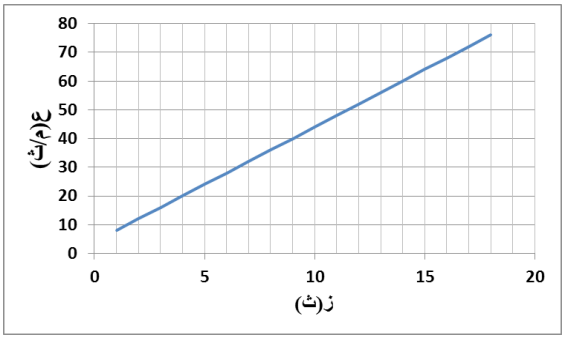
درست في البنود السابقة من الفصل أن التسارع هو التغير في السرعة بالنسبة للزمن، إذا كان التغير في السرعة اللحظية منتظماً بالنسبة للزمن، مقداراً واتجاهاً فإن الجسم يتحرك بتسارع ثابت كما هو الحال في سقوط الأجسام سقوطاً حراً تحت تأثير وزنها.

يمكن وصف حركة الجسم من خلال معادلات تسمى معادلات الحركة.

معادلات الحركة بتسارع ثابت

لديك المنحنيان ع- ز في الحالتين الآتيتين، ادرس المنحنيين جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليهما:





في أيّ الحالتين تكون السرعة ثابتة؟

في أيّ الحالتين يكون التسارع ثابتاً؟

لإيجاد المعادلة التي تربط بين السرعة والتسارع والزمن انطلاقاً من قانون التسارع نحصل على المعادلة الأولى من معادلات الحركة.

$$\overleftarrow{ت} = \frac{\overleftarrow{ع_٢} - \overleftarrow{ع_١}}{\Delta\ ز}$$

$$\overleftarrow{ت} \times ز = \overleftarrow{ع_٢} - \overleftarrow{ع_١}$$

$ع_٢$: السرعة النهائية
$ع_١$: السرعة الابتدائية
ت : التسارع
ز : الزمن

$$\overleftarrow{ع_٢} = \overleftarrow{ع_١} + (\overleftarrow{ت} \times ز) \quad \text{..... معادلة (١)}$$ وعند التطبيق الأولوية لما بين الأقواس

$$\overleftarrow{ف} = \overleftarrow{ع_١} \times ز + (\frac{١}{٢} \times \overleftarrow{ت} \times ز^٢) \quad \text{..... معادلة (٢)}$$

$$ع_٢^٢ = ع_١^٢ + ٢ \times ت \times ف \quad \text{..... معادلة (٣)}$$

مثال (٧):

يتحرك جسم من السكون بتسارع ثابت مقداره ٢,٥ م/ث^٢ إذا أصبحت سرعته ٥م/ث خلال زمن معين، احسب:

١- الفترة الزمنية لحركة الجسم	٢- الإزاحة التي قطعها الجسم خلال فترة الحركة
الحلّ:	**الحلّ:**
$\overleftarrow{ع_٢} = \overleftarrow{ع_١} + \overleftarrow{ت} \times ز$	$ع_٢^٢ = ع_١^٢ + (٢ \times ت \times ف)$
$٥ = ٠ + ٢,٥ \times ز$	$٥^٢ = ٠^٢ + ٢ \times ٢,٥ \times ف$
ز = ٢ث	ف = ٥ ÷ ٢٥ ف = ٥ م

مثال (٨):

يقطع جسم إزاحة ١٠م خلال زمن مقداره ٢ث من بدء حركته، إذا كان الجسم يتحرك بتسارع ثابت مقداره ٤م/ ث^{٢}، احسب:

١- السرعة الابتدائية للجسم	٢- سرعته النهائية عند ٢ث
الحلّ:	**الحلّ:**
$\overleftarrow{ف} = \overleftarrow{ع_{ا}} \times ز + \frac{١}{٢} \times \overleftarrow{ت} \times ز^{٢}$	$\overleftarrow{ع_{٢}} = \overleftarrow{ع_{ا}} + (\overleftarrow{ت} \times ز)$
$١٠ = \overleftarrow{ع_{ا}} \times ٢ + \frac{١}{٢} \times ٤ \times ٢^{٢}$	$= ١ + ٤ \times ٢ = ٩$م/ث
$\overleftarrow{ع_{ا}} = ٢ \div (١٠ - ٨)$ ..... $\overleftarrow{ع_{ا}} = ١$م/ث	

٣-٧: السقوط الحر في مجال الجاذبيّة الأرضيّة (Freely Falling Under Gravity Field)

عندما يسقط جسم ما من ارتفاع معين فإنه يتحرك تحت تأثير قوتين: الأولى وزن الجسم واتجاهه لأسفل والثانية مقاومة الهواء واتجاهها عكس اتجاه الحركة، بإهمال مقاومة الهواء فإن الجسم يسقط تحت تأثير وزنه فقط.

أولا: سقوط جسم رأسياً إلى أسفل:

عند سقوط جسم رأسياً من ارتفاع ما تحت تأثير وزنه فقط بإهمال مقاومة الهواء تزداد سرعة الجسم كلما اتجهنا لأسفل ويكون التسارع مقدارا ثابتاً ويساوي تسارع الجاذبية الأرضية ويساوي ٩,٨ م/ث^{٢}. هل تؤثّر الأرض على الكتل المختلفة وتكسبها التسارع نفسه؟

للإجابة عن هذا السؤال نفِّذ النشاط الآتي:

نشاط (٣): العلاقة بين تسارع الجاذبية وكتلة الجسم:

المواد والأدوات:

ورقة، قطعة نقد ومفرغة الهواء.

الخطوات:

١- ضع قطعة النقد والورقة داخل المفرغة ثم اقلبها رأسا على عقب، سجّل ملاحظاتك حول زمن وصول الورقة وقطعة النّقد؟

٢- اعملْ على تفريغ المفرغة من الهواء ثم اقلبها رأسيا مرة أخرى، سجّل ملاحظاتك حول زمن وصول الورقة وقطعة النقد؟

٣- قارن بين زمن وصول الورقة وقطعة النقد ثمّ أجب عن السؤال التالي: هل تسارع الأجسام المختلفة الساقطة سقوطاً حراً نحو الأرض يكون متساوياً أم مختلفاً؟

لعلك لاحظت أن زمن وصول الورقة وقطعة النقد يتأثّر بمقاومة الهواء فيكون زمن وصول الورقة أكبر حيث إن مقاومة الهواء عليها أكبر في حين أنه وفي حال إهمال مقاومة الهواء فإن الورقة وقطعة النقد تصلان في الزمن نفسه لأنهما تقعان تحت تأثير تسارع الجاذبية الأرضية نفسها.

ولحساب مقدار تسارع الجاذبية الأرضية نفِّذ النشاط الآتي:

في حالة الجسم الساقط سقوطاً حرا فإن سرعته الابتدائية على الأغلب= صفراً و ت = -جـ$\overleftarrow{}$ = -١٠ م/ث^{٢} وكذلك الحال لبقية الكميات المتجهة (ف، ع).

مثال (٩):

سقط صندوق من طائرة ثابتة على ارتفاع ٢كم سقوطا حراً، (بإهمال مقاومة الهواء) احسب:

١- السرعة النهائية التي يصل بها للأرض	٢- زمن وصوله الأرض
الحلّ:	**الحلّ:**
$ع_٢^٢ = ع_١^٢ + ٢ \times جـ \times ف$	$ع_٢ = ع_١ + جـ \times ز$
$= ٠ + ٢- \times ١٠ \times ٢٠٠٠-$	$٢٠٠- = ٠ - ١٠ \times ز$
$= ٤ \times ١٠^٤$	$ز = ٢٠ث$
$ع_٢ = ٢٠٠م/ث$ باتجاه الأسفل	

ثانياً: المقذوف الرأسيّ:

حركة الجسم عكس الجاذبية الأرضية تماما: أي أن التسارع يكون بالاتجاه المعاكس للحركة أثناء الصعود

$ت = -جـ = -١٠م/ث^٢$، أما بقية الكميات المتجهة الأخرى (ف، ع) فتكون إشارتها موجبة.

إن سرعة الجسم عند أقصى ارتفاع = صفرا حيث يتوقف الجسم المقذوف رأسياً لأعلى، لحظيا حتى يعكس اتجاه حركته. إن زمن التحليق الكلي = ضعفي زمن وصول الجسم لأقصى ارتفاع.

مثال (١٠):

قُذِف جسم رأسيا لأعلى فكان أقصى ارتفاع وصله ٢٠ م عن سطح الأرض، احسب:

١- السرعة الابتدائية التي قذف بها الجسم	٢- زمن وصوله لأقصى ارتفاع
الحلّ:	**الحلّ:**
$ع_٢^٢ = ع_١^٢ + ٢ \times جـ \times ف$	$ع_٢ = ع_١ + جـ \times ز$
$٠ = ع_١^٢ - ٢ \times ١٠ \times ٢٠$	$٠ = ٢٠ - ١٠ \times ز$
$ع_١^٢ = ٤٠٠$	$ز = + ٢ث$
$ع_١ = ٢٠م/ث$ باتجاه الأعلى	

سؤال سقط جسم كتلته (٢٠ كغم) سقوطاً حراً من ارتفاع معين فوصل سطح الأرض بعد (٣ ثوان). احسب:

أ- سرعة وصول الجسم عند سطح الأرض. ب- الارتفاع الذي سقط منه الجسم

أسئلة الفصل

س١: وضح المقصود بالمصطلحات الآتية: الإزاحة، التسارع، السقوط الحر.

س٢: اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

١- يتحرك جسم على محيط مربع طول ضلعه ٢م فإن مقدار الإزاحة عندما يقطع الجسم ضلعين متتاليين تساوي:

أ- ٤. ب- صفرا. ج- ٤ √٢ د- √٨

ع

٢- المساحة تحت منحنى ع – ز تساوي:

أ- الموضع ب- الإزاحة ج- التّسارع د- السّرعة

٣- عند سقوط كرتين مختلفتين في الكتلة من الارتفاع نفسه وبإهمال مقاومة الهواء، فإن العبارة الصحيحة التي تتعلق بزمن وصولهما:

أ- ز الكرة$_{الكبيرة}$ < ز الكرة$_{الصغيرة}$. ب- ز الكرة$_{الكبيرة}$ = ز الكرة$_{الصغيرة}$.

ج- ز الكرة$_{الكبيرة}$ > ز الكرة$_{الصغيرة}$. د- لا علاقة للزمنين ببعضهما بعضا.

٤- قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة ع$_{١}$، فإن الزمن اللازم للجسم ليصل أقصى ارتفاع يساوي:

أ- $\frac{ع_{١}}{جـ}$ ب- $\frac{٢ \times ع_{١}}{جـ}$ ج- $\frac{جـ}{ع_{١}}$ د- $\frac{٢ \times جـ}{ع_{١}}$

س٣: يمثّل الشكل المجاور حركة حشرة تتحرك على حائط من النقطة أ ← ب ← ج ← د ← هـ، وقد تم رصدها من قبل مراقب. احسب:

١- المسافة التي قطعتها الحشرة في رحلتها.

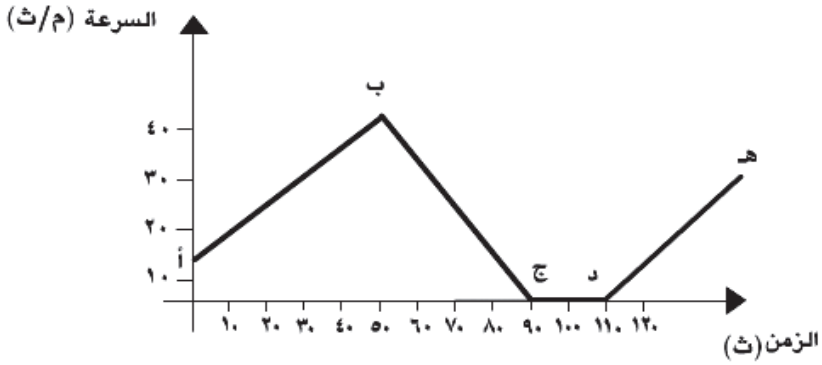
٢- الإزاحة الكلية للحشرة.

أسئلة الفصل

س٤: أكمل الجدول الآتي لتتمكن من التمييز بين الإزاحة والمسافة لجسم تحرّك من موضعه:

وجه المقارنة	الإزاحة	المسافة
مفهومها		
نوع الكمية الفيزيائية		
متى تكون صفرا		
وحدة القياس		

س٥: صف حركة الجسم (تغير سرعته مع مرور الزمن) الموضّحة في الرسم البيانيّ المجاور خلال كل فترة زمنية.



س٦: بدأ جسم الحركة بسرعة مقدارها ٥ م/ث بتسارع ثابت فقطع إزاحة مقدارها ١٥٠م عندما أصبحت سرعته ٢٥م/ث. احسب:

١- تسارع الجسم

٢- الزمن اللازم لقطع الإزاحة.

٣- الإزاحة التي قطعها في الثانية العاشرة فقط.

س٧: قذف جسم رأسياً لأعلى فكان أقصى ارتفاع وصله ٤٥م جد:

١- السرعة الإبتدائية التي قذف بها الجسم.

٢- زمن وصوله لأقصى ارتفاع.

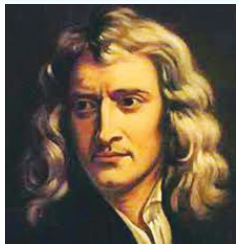
٣- زمن التحليق للجسم.

الفصل الرابع:
قوانين نيوتن (Newton's Laws Of Motion)

قد تتحرك الأجسام الساكنة إذا أثرت عليها قوة ما، وقد تُغيّر هذه القوة من مقدار سرعة الجسم أو اتجاهه أو كليهما، ويعتمد مقدار التّسارع الحاصل للجسم على كل من القوة المؤثّرة وكتلة ذلك الجسم، وقد قام العالم اسحاق نيوتن بدراسة تأثير القوة في حركة الأجسام وصاغها على شكل قوانين، فما نصوص هذه القوانين؟ وما صيغها الرياضيّة؟ وكيف تفسّر بعض الظواهر بناء عليها؟ وما التطبيقات العمليّة لكلّ منها؟

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في حل مسائل تتعلق بقوانين نيوتن من خلال تحقيق الآتي:

- التعبير عن قوانين نيوتن لفظيا.
- تفسير بعض الظواهر الطبيعية بناء على قوانين نيوتن.
- اعطاء تطبيقات عملية على قوانين نيوتن.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن في حلّ مسائل بسيطة في بعد واحد.
- تفسير بعض الظواهر الحياتية بناء على القانون الثالث لنيوتن.



السير إسحاق نيوتن (Isaac Newton):

عالم إنجليزي يعد من أبرز العلماء مساهمة في الفيزياء والرياضيات عبر العصور وأحد رموز الثورة العلمية.

أسس كتابه الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية الذي نشر لأول مرة عام ١٦٨٧م، لمعظم مبادئ الميكانيكا الكلاسيكية. كما قدم نيوتن أيضاً مساهمات هامة في مجال البصريات. صاغ نيوتن قوانين الحركة وقانون الجذب العام. كما أثبت أن حركة الأجسام على الأرض والأجسام السماوية يمكن وصفها وفق نفس مبادئ الحركة والجاذبية. وعن طريق اشتقاق قوانين كبلر من وصفه الرياضي للجاذبية، أزال نيوتن آخر الشكوك حول صلاحية نظرية مركزية الشمس كنموذج للكون. صنع نيوتن أول مقراب عاكس عملي، ووضع نظرية عن الألوان مستنداً إلى ملاحظاته التي توصل إليها باستخدام تحليل موشور مشتت للضوء الأبيض إلى ألوان الطيف المرئي، كما صاغ قانون عملي للتبريد ودرس سرعة الصوت.

٤-١: القوة (Force)

تعرف القوة بأنها كمية فيزيائية متجهة تعبّر عن مؤثّر خارجيّ قد يعمل على تغيير حالة الجسم الحركية حيث تغيّر شكله أو مقدار سرعته أو اتجاهه أو جميعها معاً، وتقاس بعض القوى بالميزان النابضيّ بوحدة نيوتن.

للقوة أشكال مختلفة في الطبيعة ومن أهمها:

١- **قوة الوزن ($\overleftarrow{و}$):** مقدار القوة التي تؤثّر بها الأرض في الأجسام فتسحبها نحو مركزها، ويعتمد الوزن على كتلة الجسم وتسارع الجاذبية الأرضية، ويُقاس الوزن باستخدام الميزان النابضي (و = ك × جـ).

٢- **قوة التلامس العمودية ($\overleftarrow{ر}$):** القوة العمودية التي يؤثّر بها السطح على جسم موضوع عليه عند تلامسهما. وتكون دائما عمودية على السطح.

٣- **قوة الاحتكاك (ق ح):** الممانعة التي يبديها الجسم لتغيير حالته بفعل أيّ قوة خارجية و تكون قوة الاحتكاك عكس اتجاه الحركة دائماً. وتنشأ قوة الاحتكاك بسبب وجود نتوءات على سطحي الجسمين المتلامسين فتتداخل النتوءات معاً وتعيق الحركة.

٤- **قوة الشدّ في الحبال والخيوط:** تنشأ قوة الشدّ في حبل ما نتيجة التأثير عليه بقوة، ويكون الشد خارجاً من الجسم وباتجاه الحبل.

٥- **قوة المرونة للنابض:** إذا عُلّق جسم بنابض وكانت إزاحته بمقدار (س) من موضع الاتزان فإن النابض يؤثّر عليه بقوة تحاول إعادته إلى هذا الموضع وتسمّى بقوة الاسترجاع التي تساوي وتعاكس القوة الخارجية المؤثرّة عليه. ويعبر عن قوة الاسترجاع رياضيّاً بالمعادلة:

$\overleftarrow{ق} = - أ \overleftarrow{س}$ .....(١) حيث إن: أ: ثابت المرونة للنابض، ما وحدة قياسه؟

والإشارة السالبة تشير إلى أن اتجاه القوة يعاكس اتجاه الإزاحة.

تتميّز كثير من الأجسام كالنابض بخاصية تسمى المرونة فعندما يستطيل النابض أو ينضغط تحت تأثير قوة مؤثرة عليه فإنه يميل إلى العودة إلى وضعه الأصليّ عند إزالة القوة، وتتناسب هذه الاستطالة طردياً مع مقدار القوة المؤثرة. وعند استطالة النابض إلى حد كبير يتجاوز ما يعرف "بحدّ المرونة"، فإنه ينحرف عن هذا التناسب، وذلك النابض لن يعود إلى وضعه الأصليّ بعد إزالة القوة المؤثّرة.

مثال (١):

الشكل (٤- ١)

كتلة سعاد ٦٠كغم، تجلس على كرسي كما في الشكل (٤-١)، فانضغط نابض الكرسي بمقدار ٣سم:

أ- احسب ثابت النابض الموجود في الكرسي؟

ب- كم الإزاحة التي ينضغطها النابض في حال جلست سعاد وهي تحمل إبنها إذ أصبح مجموع كتلتيهما ٩٠كغم؟

الحلّ:

أ- ق = الوزن = أ س

٦٠٠ نيوتن = أ × ٠,٠٣ م ..... أ = ٢ × ١٠^{٤} نيوتن/م

ب- ق = الوزن = أ سَ

٩٠٠ نيوتن= ٢ × ١٠^{٤} × سَ

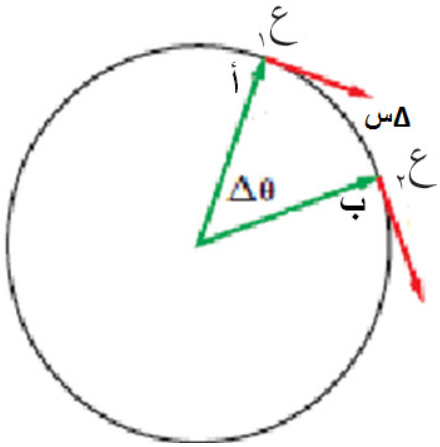
سَ = ٠,٠٤٥ م

فكر في فوائد قوة الاحتكاك.

٦- **القوة المركزية:** هي القوة التي تجعل الجسم يتحرك في مسار دائريّ حيث يكون اتجاهها باتجاه مركز المسار الدائري فيكتسب الجسم تسارعاً يكون باتجاه المركز، وبالتالي فإن القانون الثاني لنيوتن يمكن تطبيقه على الحركة الدائرية المنتظمة: ق محصلة = ك ت$_{\text{مركزي}}$

إن التسارع هو التغيّر في السرعة المتجهة (مقداراً واتجاهاً) وليس في مقدار السرعة فقط، ولأن اتجاه حركة الجسم تتغير لحظيّا فإن السرعة المتجهة للجسم تتغير، لذلك فهو يتسارع:

$$\overleftarrow{ت}_{م} = \frac{\Delta \overleftarrow{ع}}{\Delta ز}$$



لاحظ أن السرعة عمودية دائماً على التسارع المركزي.

هناك تسارع لكل جسم يتحرك على مسار دائريّ نصف قطره (نق) بسرعة ثابتة (ع) واتجاهه نحو مركز الدائرة، ويُسمّى بالتسارع المركزي:

$$\text{ت}_{\text{م}} = \frac{\text{ع}^{٢}}{\text{نق}}$$

ومنها فإن $\text{ق}_{\text{المركزية}} = \text{ك} \times \frac{\text{ع}^{٢}}{\text{نق}}$

سؤال

تتحرك الأقمار الصناعيّة كما في الشكل المجاور حول الأرض حركة دائرية مركزيّ، ما الذي يحافظ على حركتها على بعد ثابت حول الأرض؟

وتتميّز الحركات الدورية (التي تكرر نفسها) بالزمن اللازم للجسم ليكمل دورة واحدة كاملة على محيط الدائرة والذي يدعى بالزمن الدوري، ويساوي حاصل قسمة المسافة المقطوعة على سرعة الجسم:

$$\text{الزمن الدوري (ن)} = \frac{٢\pi \text{ نق}}{\text{ع}}$$

ويسمّى عدد الدورات التي يدورها الجسم خلال ثانية واحدة بالتردد، ما وحدة قياس التردد؟

فكر

في الصورة المجاورة (٤-٢)، أين ستتجه الكرة عندما يُفلتُ اللاعب المطرقة من يده؟

الشكل (٤-٢)

مثال (٢):

كرة كتلتها ١٥٠ غم مربوطة بخيط وتدور في مسار دائري نصف قطره (٠,٦ م)، تصنع ٣٠ دورة في الدقيقة، احسب تسارعها المركزي؟

الحلّ:

$$\text{ع} = \frac{٢\ \pi\ \text{نق}}{\text{الزمن الدوري}}$$

$$= \frac{٢ \times ٣,١٤ \times ٠,٦}{\frac{٦٠}{٣٠}}$$

$$\text{ع} = ١,٨٨ \text{ م/ ث}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{ع}^{٢}}{\text{نق}} = \frac{١,٨٨^{٢}}{٠,٦}$$

$$\text{ت} = ٥,٨٩ \text{ م/ ث}^{٢}$$

ومن أنواع القوى الأخرى: القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية والقوى النووية.

٢-٤: القانون الأول لنيوتن (Newton's First Law of Motion)

تأمّل المشاهدات اليومية الآتية ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

المشاهدة (١): يوجد في غرفة نيوتن قطعة أثاث، هل يمكن أن تتحرك هذه القطعة من تلقاء نفسها؟ وماذا سيفعل نيوتن لتحريكها؟

المشاهدة (٢): تتحرك سيارة بسرعة ثابتة فتصادف قطة وتتوقف السيارة عن الحركة، فيندفع الركاب الذين لا يربطون حزام الأمان نحو الأمام، برأيك لماذا حصل ذلك؟

من المشاهدات السابقة تُلاحظ أن الأجسام تميل لأن تكون ساكنة ما لم تتأثر بقوة خارجية تعمل على تحريكها، وبالتالي فهي قاصرة عن تغيير حالتها الحركية في غياب القوة الخارجية.

كما تلاحظ أيضاً أن الجسم المتحرك بسرعة ثابتة وبخط مستقيم تبقى سرعته كما هي ما لم يتأثر بقوة

توقفه أو تغيّر من مقدار سرعته أو اتجاهها.

ما توصلت إليه من المشاهدات السابقة توصّل إليه العالم نيوتن سابقاً في قانونه الأول الذي ينصّ على أن

الجسم الساكن يبقى ساكناً والجسم المتحرك بسرعة ثابتة وبخط مستقيم يبقى كما هو ما لم تؤثر عليه محصلة قوى خارجية تعمل على تغيير مقدار سرعته أو اتجاهه أو كليهما معاً.

ويعرف القانون الأول لنيوتن بقانون القصور الذاتي للأجسام فقطعة الأثاث في المشاهدة (١) لا تمتلك القدرة التلقائية على تغيير حالتها الحركية ما لم تتأثر بقوة خارجية، وكذلك الجسم الموجود في سيارة متحركة يكتسب سرعة السيارة نفسها، وعندما تتوقف السيارة فجأة يكون الجسم قاصراً عن تغيير حالته الحركية ويبقى في حالة حركة فيستمر في حركته نحو الأمام إذا لم يكن مربوطاً بحزام الأمان.

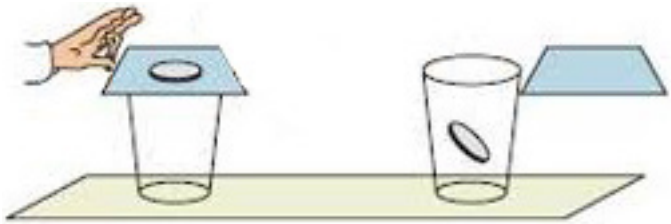
حتى تتعرّف إلى القصور الذاتيّ للأجسام والعوامل التي يعتمد عليها دعنا نقوم بهذه التجربة:

نشاط (٩): القصور الذاتي:

المواد والأدوات:

قطعة نقد، وكأس، وورقة.

الخطوات:



١- ضع الورقة فوق الكأس الموضوع على سطح الطاولة.

٢- ضع قطعة النقد فوق الورقة.

٣- ادفع الورقة بسرعة، ماذا يحدث لقطعة النقد؟ حاول تفسير ذلك.

يتبين مما سبق أن القصور الذاتي للأجسام هو الممانعة التي يبديها الجسم لتغيير حالته الحركية بفعل كتلته.

لديك المواد التالية: عصا منتظمة وكرة فقط، وتريد بواسطتها إثبات القانون الأول لنيوتن، كيف يمكنك ذلك؟

٤-٣: القانون الثاني لنيوتن (Newton's Second Law of Motion)

إذا أثرت **محصلة قوى خارجية مقدارها ق على جسم كتلته ك فإنها تكسبه تسارعاً يتناسب طردياً مع مقدارها ويكون باتجاهها نفسها.**

وتعرف العلاقة السابقة بالقانون الثاني لنيوتن.

ويمكن كتابة العلاقة الرياضيّة للقانون الثاني لنيوتن كما يلي:

$$\sum \overleftarrow{ق} = ك \times \overleftarrow{ت}$$

ق : القوة المؤثرة بوحدة نيوتن
ك: كتلة الجسم المتأثر بالقوة بوحدة كغم
ت: التسارع بوحدة (م/ ث^{٢})

لاحظ أنه كلما زادت كتلة الجسم زادت القوة اللازمة لتحريكه، وتعرف الكتلة الناتجة عن قسمة القوة المؤثرة على التسارع بكتلة القصور، وهي خاصية فيزيائية تُقاس بوحدة الكيلوغرام.

مثال (٣):

يسحب سعيد طاولة كتلتها ٢٠ كغم باتجاه الغرب بقوة مقدارها ٢٠ نيوتن ويسحب سمير بقوة مقدارها ٣٠ نيوتن بالاتجاه نفسه، احسب: تسارع الطاولة مقداراً واتجاهاً.

الحلّ:

محصلة قوتين الاتجاه نفسه = حاصل جمعهما

$\overleftarrow{ح} = \overleftarrow{ق_{١}} + \overleftarrow{ق_{٢}}$ ، $|\overleftarrow{ح}| = ٢٠ + ٣٠ = ٥٠$ نيوتن باتجاه الغرب

$\overleftarrow{ح} = ك \times \overleftarrow{ت}$

$٥٠ = ٢٠ \times ت$ بقسمة الطرفين على ٢٠

$\overleftarrow{ت} = \frac{٥٠}{٢٠} = ٢,٥$ م/ ث^{٢} باتجاه الغرب

مثال (٤):

يسحب شخص دلو ماء كتلته ٣٠ كغم من بئر لأعلى بقوة ٤٥٠ نيوتن، احسب تسارع الجسم بإهمال مقاومة الهواء ووزن الحبل.

الحلّ:

الشد = ٤٥٠ نيوتن

محصلة قوتين متعاكستين فالاتجاه = حاصل طرحهما

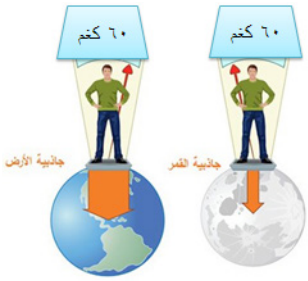
$\overleftarrow{ح} = \overleftarrow{ق} + \overleftarrow{و}$ ، $|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{ق}| - |\overleftarrow{و}|$

= ٤٥٠ - (١٠×٣٠) = ١٥٠ نيوتن باتجاه الأعلى

$\overleftarrow{ح} = ك \times \overleftarrow{ت}$

$١٥٠ = ٣٠ \times \overleftarrow{ت}$ بقسمة الطرفين على ٣٠

$\overleftarrow{ت} = \frac{١٥٠}{٣٠} = ٥$ م/ ث^{٢} باتجاه الأعلى



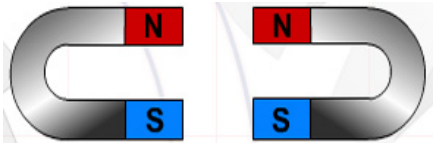
فكر جسم كتلته ٦٠ كغم، هل تتغير كتلته عندما يكون على سطح القمر؟ وكم يبلغ وزنه على سطح القمر علماً أن جاذبية القمر تساوي سدس جاذبية الأرض؟ فسّر إجابتك؟

ومن تطبيقات القانون الثاني لنيوتن:

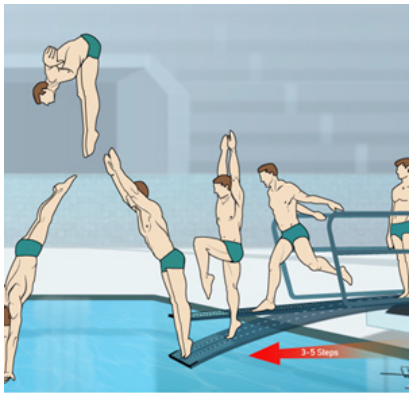
١- المظلات وعمليات الهبوط بواسطة المنطاد حيث يهبط الجسم تحت تأثير قوتين، وزنه ومقاومة الهواء.

٢- المصعد الكهربائي يعدّ من أهم تطبيقات القانون الثاني لنيوتن.

القانون الثالث لنيوتن:



- ماذا يحدث للمغناطيس عند تقريب الأقطاب المتشابهة من بعضها؟ ولماذا؟
- ماذا يحدث لأقدام القافز ورأسه في الماء حسب الصورة وكذلك لمنصة الغوص، ولماذا ؟



لعلك لاحظت أن القوى توجد على شكل أزواج من قوتي الفعل وردّ الفعل.

حيث إن القطبين المتشابهان للمغناطيس يتنافران عن بعضهما فيتجه أحدهما لليسار والآخر لليمين. والسباح حين يضغط بقدميه على منصة السباحة إلى أسفل فتأثر عليه المنصة بقوة رد فعل إلى أعلى.

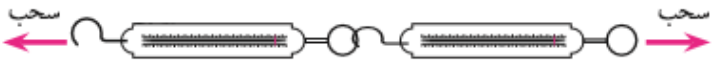
لكن ما العلاقة بين قوتي الفعل وردّ الفعل؟ هل هما متساويان أم أن إحداهما أكبر من الآخر في المقدار؟ دعنا نجري النشاط الآتي من أجل معرفة طبيعة هذه العلاقة:

نشاط (١١): قوتا الفعل ورد الفعل:

المواد والأدوات:

ميزان نابض عدد ٢.

الخطوات:



١- اشبك الميزانين معاً كما في الشكل واسحبهما.

٢- سجّل قراءة كل من الميزانين وقارن بين القراءتين.

لعلك لاحظت تساوي القراءة في الحالتين مما يعني أن قوتي الفعل و ردّ الفعل متساويتان في المقدار.

ويبقى السؤال، هل من الضروري أن يكون خطّ عمل القوتين (الفعل و ردّ الفعل) منطبقاً أم لا؟

تأمّل لعبة السي ـ سو لتعرف ذلك. إن وجود ثقلين متساويين في لعبة السي ـ سو على موقعين مختلفين (خطّ عملهم غير مشترك) يؤدّي لحدوث دوران للعبة مما يعني أنهما لا تشكلان قوتي فعل و ردّ فعل، لذلك يشترط في قوتي الفعل و ردّ الفعل أن يكون خطّ عملهما مشتركاً.

مما سبق نستنتج أنه:

لكل قوة فعل يوجد قوة ردّ فعل مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه و تؤثّران في جسمين مختلفين وخطّ عملهما مشترك ومنطبق.

تسمى النتيجة السابقة بالقانون الثالث لنيوتن ويلاحظ أن القوتين (الفعل ورد الفعل):

١- تكونا على شكل زوج من قوة الفعل وقوة ردّ الفعل و تؤثّران على جسمين مختلفين.

٢- تكون قوة ردّ الفعل مساوية لقوة الفعل مقداراً وتعاكسها اتجاهاً.

٣- يكون خطّا عمل قوة الفعل وقوة ردّ الفعل منطبقين ومشتركين.

تطبيقات القانون الثالث لنيوتن:

إن خرطوم المياه في سيارة إطفاء الحرائق مثال على قوة الفعل و قوة ردّ الفعل فاندفاع الماء من فوهة الخرطوم قوة فعل وارتداد رجل الإطفاء للخلف قوة رد فعل.

هل بإمكانك ذكر تطبيقات أخرى على القانون الثالث لنيوتن؟

فكر لا تعتبر عملية فتح صنبور الماء وإغلاقه تطبيقا على القانون الثالث لنيوتن.

سؤال حددْ قوتي الفعل ورد الفعل في الأشكال الآتية:

مشاريع مقترحة:

- صمم تجربة تثبت من خلالها القانون الأول لنيوتن حيث تكتب تقريراً يشمل المواد والأدوات والخطوات.
- صمم جهازاً يعتمد على القانون الثالث لنيوتن من مواد وخامات بيئية بسيطة.

أسئلة الفصل

س١: وضح المقصود بما يلي: القوة، القصور الذاتي، التردد، الحركة الدائرية والتّسارع المركزيّ

س٢: اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

١- تُقاس القوة بوحدة:

أ- م/ث. ب- كم/ م. ث. ج- كغم. م/ ث. د- كغم . م/ ث^{٢}.

٢- الصيغة الرياضية للقانون الثالث لنيوتن:

أ- $\overleftarrow{ق_{١}} = \overleftarrow{ق_{٢}}$ ب- $\overleftarrow{ق_{١}} + \overleftarrow{ق_{٢}}$ = صفر ج- $\overleftarrow{ق_{١}} = - \overleftarrow{ق_{٢}}$ د- $\overleftarrow{ق_{١}} - \overleftarrow{ق_{٢}} = ٥$

٣- جسم كتلته (ك) تؤثر به قوة شد للأعلى بمقدار ثلاثة أمثال وزنه، فإن مقدار التسارع الذي يتحرك به الجسم يساوي:

أ- ٢ جـ. ب- ٣ جـ. ج- $\frac{١}{٢}$ جـ. د- جـ.

٤- القوتان المتبادلتان بين جسمين هما قوتا الفعل وردّ الفعل:

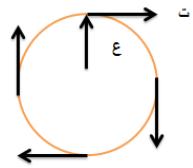
أ- القوتان تؤثران معا على كل من الجسمين. ب- كل قوة تؤثر على جسم من الجسمين.

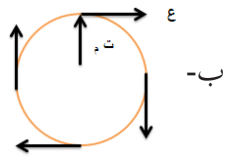
ج- القوتان تؤثران معا على أحد الجسمين. د- القوتان تؤثّران بالتناوب على كل من الجسمين.

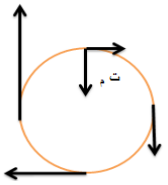
٥- إذا تحرك جسم على محيط دائرة بسرعة خطية ٣,١٤م/ث فقطع دورة كاملة في ثانيتين فإن نصف قطر الدائرة بوحدة المتر يساوي:

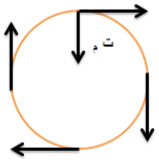
أ- ٠,٢٥ ب- ٠,٥ ج- ١ د- ٢

٦- الرسمة الصحيحة التي توضح التّغير في سرعة و تسارع الجسم في الحركة الدائرية المنتظمة، هي:

أ- 

ب- 

ج- 

د- 

٧- ترمي فتاة المقلاعة «حجر مربوط بخيط» باتجاه هدف معين، إذا كان طول الخيط نق، وكانت سرعة الانطلاق للحجر ع والتسارع المركزي ت$_{م}$ ، إذا ضاعفت الفتاة سرعة المقلاعة مع بقاء نصف القطر ثابتاً فإن التسارع بدلالة ت$_{م}$:

أ- ت$_{م}$. ب- $\frac{١}{٢}$ ت$_{م}$ ج- ٢ ت$_{م}$. د- ٤ ت$_{م}$.

أسئلة الفصل

س٣: جسم وزنه ٥٠ نيوتن يتحرك على سطح أفقي خشن بسرعة ثابتة تحت تأثير قوة موازية للسطح مقدارها ٢٠ نيوتن، احسب :

١- قوة التلامس العمودية.

٢- قوة الاحتكاك.

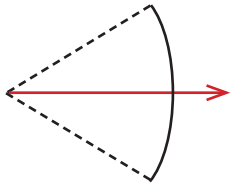
س٤: من خلال القراءات الموضّحة في الجدول الآتي:

القوة (نيوتن)	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
التسارع (م / ث ٢)	٢	٤	٦	٨	١٠

- مثّل القراءات بيانياً لمنحنى (ق – ت) ثم احسب كتلة الجسم.

س٥: قارن بين الكتلة والوزن من حيث وحدة القياس، الأداة المستخدمة في القياس، نوعها من الكميات الفيزيائية.

س٦: فسّر: ارتداد المدفع للخلف عند انطلاق القذيفة منه.



س٧: يتسابق طفلان على رمي السّهم أفقيا للنقطة نفسها باستخدام اللعبة في الشكل المجاور، سحبها الأول حيث استطالت ١٥ سم، فيما استطالت مع صديقه ٢٥ سم، أيّهما يقطع سهمه مدى أفقيا أكبر؟

س٨: جد الزمن الدوريّ والتردد لجسم يدور في دائرة نصف قطرها ١٠٠ متر بسرعة ٤ م/ث

أسئلة الوحدة

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل واحدة من الفقرات الآتية:

١- إذا كانت كثافة الزئبق ١٣,٦ غم / سم^{٣} . فإن مقدارها في النظام الدوليّ:

أ- ١٣٦٠٠ ب- ٠,١٣٦ ج- ١٣٦ د- ١٣٦٠

٢- المقارنة بين طول شخص ما بطول معروف، هي:

أ- الدقة. ب- التقدير. ج- القياس. د- المعايرة.

٣- إن حاصل جمع متجهين متعاكسين بالاتجاه يكون:

أ- أكبر منهما و باتجاه الأكبر قيمة. ب- أكبر منهما و باتجاه الأقل قيمة.

ج- أصغر منهما و باتجاه الأكبر قيمة. د- أصغر منهما و باتجاه الأصغر قيمة.

٤- إذا تحرك جسم ١٠م شرقاً ثم عاد للنقطة نفسها التي انطلق منها فإن إزاحته تساوي:

أ- صفرا. ب- ١٠ م ج- ٢٠م د- ٥م

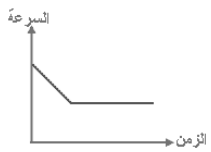
٥- إذا كان موضع الجسم ثابتاً فإن سرعته:

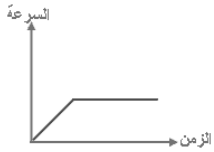
أ- تتزايد. ب- صفر ج- تتناقص د- ١م/ث

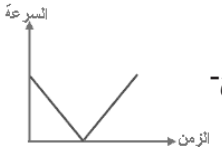
٦- تحركت سيارة من السكون فوصلت سرعتها بعد ٤ ثواني إلى ١٢ م/ ث، فإن متوسط تسارعها بوحدة م/ث^{٢} يساوي:

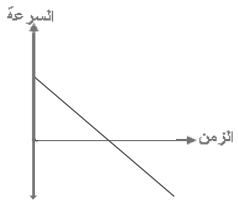
أ- ٦ ب- ٣ ج- ٢ د- $\frac{١}{٣}$

٧- أيّ الخطوط البيانيّة التالية يمثّل العلاقة بين مقدار السرعة والزمن لجسم مقذوف إلى أعلى ثم عودته إلى سطح الأرض:

أ- 

ب- 

ج- 

د- 

٨- قوة ق تؤثر على جسم كتلته ك فتحركه في خطّ مستقيم بتسارع ثابت مقداره ت، إذا زادت كتلة الجسم للضعف فإن تسارعه يصبح:

أ- ٠,٥ ت ب- ٢ ت ج- ت د- ت^{٢}

أسئلة الوحدة

٩- يتحرك جسم كتلته ك في خطّ مستقيم بسرعة ثابتة مقدارها ١٠ م / ث، محصلة القوة المؤثرة عليه تساوي:

أ- ٢٠ ب- ٥ ج- صفراً د- ٢

١٠- سحب جسم كتلته ٢ كغم لأعلى بقوة ٦٠ نيوتن فإن مقدار تسارعه ت (م/ث^{٢}) يكون:

أ- ١٥ ب- ٢٠ ج- ٣٠ د- ٦٠

١١- في الحركة الدائرية المنتظمة تكون السرعة المماسية:

أ- ثابتة مقدرا و اتجاها. ب- ثابتة مقدارا و متغيرة اتجاها.

ج- متغيرة مقدارا وثابتة اتجاها. د- متغيرة مقدارا واتجاها.

١٢- أثرت قوة مقدارها ٣٠ نيوتن على نابض فضغطته مسافة ٠,٣ متر، يكون ثابت النابض له بوحدة (نيوتن/ م)

أ- ١٠ ب- ١٠٠ ج- ١٠٠٠ د- ١٠٠٠٠

س٢: وضح المقصود بالمصطلحات الآتية: نقطة الإسناد، متجه الوحدة، السرعة اللحظية، الإزاحة، نيوتن.

س٣: علل:

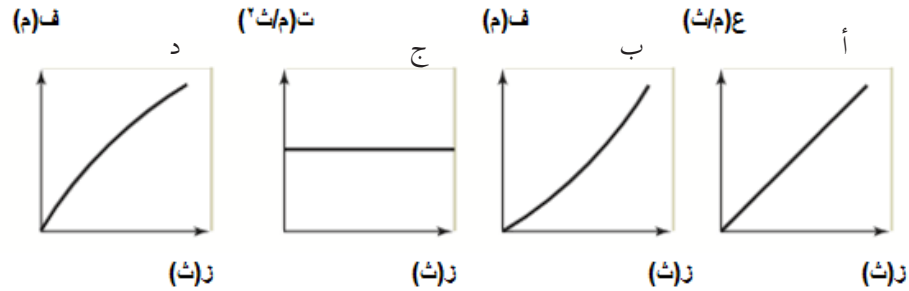
١- التسارع كمية متجهة ومشتقة.

٢- الورنية أكثر دقة من المسطرة العادية.

٣- تسقط الريشة في زمن أكبر من زمن سقوط الحجر.

س٤: يركب فارس حصاناً فسار به مسافة ٨كم شرقاً ثم ١٧ كم شمالاً ومن ثم توقّف بعدها، إذا أراد الفارس أن يعود للبداية في خطّ مستقيم، فكم الإزاحة التي يجب أن يقطعها؟ وفي أي اتجاه؟

س٥: صف التغيّر في حركة الجسم في كل شكل من الأشكال الآتية:



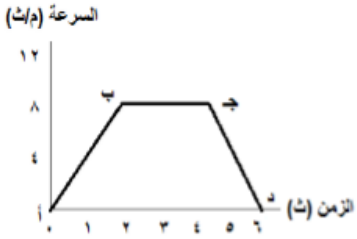
أسئلة الوحدة

س٦: قام طالب بتجربة لتعيين ثابت النابض وجمع البيانات الآتية:

القوة بالنيوتن	٢٠	٤٠	٦٠	٨٠	١٠٠
الاستطالة بالسنتيمتر	١٠	١٩	٣٢	٤٠	٥٠

مثل بيانيا العلاقة بين (ق-س) ثم جد ثابت النابض بوحدة (نيوتن /م).

س٧: يمثّل الشكل المجاور منحنى السرعة – الزمن لمركبة تتحرك في خط مستقيم، أجب عن الأسئلة الآتية:



١- تسارع السيارة حتى الثانية ٢.

٢- إزاحة السيارة في الفترة ب جـ.

٣- صف التسارع في الفترة جـ د.

س٨: جسم يدور في مسار دائريّ قطره ٥٠ م بسرعة ١٠ م / ث، احسب:

١- الزمن الدوريّ للجسم.

٢- تردد حركة الجسم.

٣- التّسارع المركزيّ للجسم.

اختبار

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة فيما يلي:

١. يتحرك جسم على محيط دائرة طول نصف قطرها نق، فإن إزاحته عندما يكمل نصف دورة تساوي:

أ- ٢ نق　　ب- صفر　　ج- ٢ π نق　　د- π نق^{٢}

٢. إذا تحرك جسم في مسار دائري طول قطره ٤ متر، فأتم دورتين ونصف الدورة، فإن المسافة التي تحركها الجسم بالمتر تساوي:

أ- ٢٥,١٢　　ب- ٦,٢٨　　ج- ١٢,٥٦　　د- ٣١,٤

٣. جسم يتحرك في مسار دائري طول قطره ٤ متر، فأتم دورتين ونصف الدورة، فإن إزاحة الجسم تساوي:

أ- ٤　　ب- ٦٧٢٨　　ج- ١٢,٥٦　　د- ٣١,٤

٤. سيارة تحركت من السّكون، فوصلت سرعتها بعد ٤ ثوانٍ إلى ١٢ م/ث، فإن تسارعها بوحدة م/ث^{٢} يساوي:

أ- ٦　　ب- ٣　　ج- ٢　　د- ١٢

٥. المساحة تحت منحنى (السرعة – الزمن) تساوي مقدار:

أ- السّرعة.　　ب- الإزاحة.　　ج- التّسارع.　　د- الزّمن.

٦. عند سقوط كرتين معدنيتين مختلفتي الكتلة سقوطًا حرًا في مجال الأرض في نفس اللحظة، ومن الارتفاع نفسه فإن:

أ- الكتلتين تصلان معًا.　　ب- الكتلة الكبيرة تصل أولاً.

ج- الكتلة الصغيرة تصل أولاً.　　د- الكتلة ذات الكثافة الأكثر تصل أولاً.

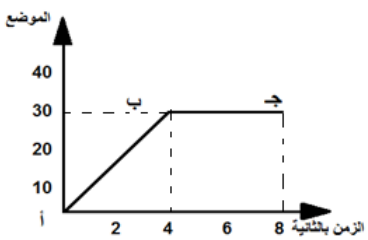
٧. إذا تحرّك جسم حركة دائرية بسرعة خطيّة ثابتة (ع)، وأصبحت سرعته ٢ ع، فإن التّسارع يصبح:

أ- ٢ت.　　ب- $\frac{1}{2}$ ت.　　ج- ٤ ت.　　د- $\frac{1}{4}$ ت.

٨. يتحرّك جسم في مسار دائريّ، حيث يكمل ٢٠ دورة في ٤ دقائق، فإن زمنه الدوريّ بالثّانية =

أ- ٠,٠٨　　ب- ٠,٢　　ج- ٥　　د- ١٢

س٢: الرسم الآتي يمثّل العلاقة بين الموضع والزمن لسيارة، ادرس الشكل عن الأسئلة أدناه.



أ- ما سرعة السّيارة في الفترة أب.....

ب- ما سرعة السّيارة في الفترة ب جـ .....

ج- صف حركة السّيارة حتى الثّانية الثّامنة .....

س٣: أثّرت قوة في جسم كتلته ١٠كغم، فتغيّرت سرعته من ٢م/ث إلى ٦م/ث خلال مسافة ٨م، احسب محصلة القوى المؤثّرة فيه.

الموائع السكونية (Statistic Fluids)

يسمّى العلم الذي يعنى بدراسة السوائل والغازات بميكانيكا الموائع، والموائع إما ساكنة أو متحركة، وسندرس في هذا الفصل خصائص الموائع السكونية كالضغط والعوامل التي يعتمد عليها وتطبيقاتها العملية، وقاعدة باسكال وتطبيقاتها العملية في الأنظمة الهيدروليكية، وقاعدة أرخميدس وتفسيرها لظاهرة الطفو وبعض تطبيقاتها العملية.

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في حل مسائل تتعلق بالموائع السكونية من خلال تحقيق الآتي:

- تبيين العلاقة بين الضغط وكلّ من القوة والمساحة.
- استنتاج العلاقة بين ضغط السائل وكل من عمقه وكثافته عملياً.
- حل مسائل على حساب ضغط السائل السكوني عند نقطة.
- حل مسائل متنوعة على قاعدة أرخميدس.
- توظيف مبدأ باسكال وقاعدة أرخميدس في تفسير بعض الظواهر الطبيعية.

وَمِنْ ءَايَٰتِهِ ٱلْجَوَارِ فِى ٱلْبَحْرِ كَٱلْأَعْلَٰمِ ﴿٣٢﴾ (الشورى)

١-٥: ضغط المائع (Fluid Pressure)

تعلمت سابقاً أن للمادة حالات ثلاث وأن قوى التّرابط بين جزيئاتها تكون قوية في الحالة الصلبة وضعيفة في الحالة السائلة وضعيفة جداً في الحالة الغازية، فالسوائل والغازات كما تلاحظ تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه بسبب ضعف قوى الترابط بين جزيئاتها مما جعلها تتصف بخاصية الجريان في السوائل والانتشار في الغازات.

فالمائع هو كلّ مادة تتصف بخاصية الجريان أو الانتشار.

وللتعرّف إلى ضغط المائع نفِّذ النشاطين الآتيين.

نشاط (١): ضغط الماء

المواد والأدوات:

قارورة بلاستيكية بلا غطاء، وكأس زجاجي أو كأس بلاستيك شفاف، ومسمار، وملقط خشبي، ومصدر حراريّ وماء ملون.

الخطوات:

١- املأ الكأس إلى ثلثيه بالماء الملون.

٢- امسك المسمار بالملقط الخشبي وسخنه على المصدر الحراري، ثم اثقب القارورة البلاستيكية بالمسمار ثقباً أو أكثر على جانبيها بالقرب من قاعدتها.

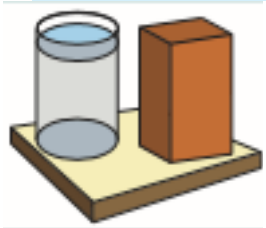
٣- امسك القارورة من فوهتها واغمرها في الكأس لفترة كافية كما في الشكل أعلاه، ماذا تلاحظ؟ وما سبب ارتفاع الماء في القارورة إلى مستوى أعلى من مستوى الثقب وموازاته لمستوى الماء في الكأس؟

فكر كيف يمكن أن تملأ قارورة بلاستيكية بالماء دون أن تُدخِل الماء من فوهتها ويبقى داخل القارورة؟

إن ضغط الماء في الحوض الزجاجي سبب ارتفاع الماء في القارورة البلاستيكية من أسفل الى أعلى، أما في النشاط الثاني فإن فرق ضغط الهواء بين خارج القارورة وداخلها هو الذي أدّى إلى ارتفاع الماء فيها.

بحث: اكتب تقريراً عن أثر وجود فرق في الضغط الجويّ في الحياة على سطح الأرض.

ولكن كيف ينشأ ضغط المائع؟



الشكل (١-١)

في الشكل (١ -١) يتولد ضغط على قاعدة الكأس نتيجة تأثير وزن الماء كما يتولد ضغط على قاعدة متوازي المستطيلات الخشبي من تأثير وزنه، ويمكن حساب الضغط من العلاقة الآتية:

$$\text{ض} = \frac{\text{ق}}{\text{أ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (١)$$

حيث (ض) الضغط ويقاس بوحدة باسكال، (ق) القوة المؤثرة عمودياً بوحدة نيوتن، (أ) مقدار المساحة التي تؤثر عليها القوة وتقاس بوحدة متر مربع.

وبناء على العلاقة السابقة يمكن تعريف الضغط بأنه مقدار القوة التي تؤثّر عموديا على وحدة المساحة

ويقاس الضغط بوحدة الباسكال وهي تساوي نيوتن/ م^{٢}

وهناك وحدات أخرى يقاس بها الضغط، منها:

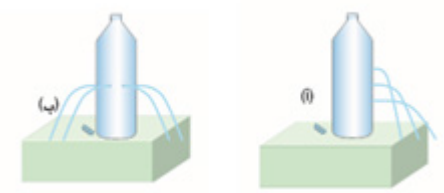
البار = ١٠^{٥} باسكال

الميلي بار = ١٠٠ باسكال

التورشلي(Torr) ≅ ١ملم زئبق

ضغط جوي (ض.) = ١,٠١٣ × ١٠^{٥} باسكال = ٧٦٠ ملم زئبق

٢-٥: ضغط السائل (Liquid Pressure)



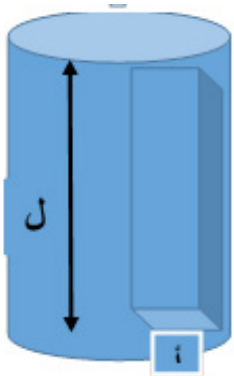
الشكل (٢-١)

تأمّل الشكل (٢ -١) والذي يمثل قارورتين متماثلتين مملؤتين بنفس كمية الماء، ولاحظ ضغط السائل على جدران الوعاء من خلال تدفق الماء من الثقوب في القارورتين. تأمل موقع خزان المياه الرئيسي في بلدك وكذلك موقع خزان المياه في بيتك، فسر سبب اختيار هذه المواقع. هل الضغط متساوٍ عند النقاط جميعها داخل السائل؟ وما العوامل التي يعتمد عليها ضغط السائل؟ ولتتعرف إلى العوامل التي يعتمد عليها ضغط السائل.

ويعرف ضغط السائل عند نقطة معينة فيه بأنه مقدار وزن السائل المؤثر عمودياً على وحدة المساحة داخل السائل عند تلك النقطة.

إن العوامل التي يعتمد عليها ضط السائل هي: عمق السائل، كثافة السائل.

قام طالب بربط بالون منفوخ بثقل وقام بإلقائه في بركة ماء فانغمر الثقل مع البالون في داخل البركة، ماذا تتوقّع أن يحدث للبالون؟ كيف تفسّر ذلك؟



الشكل (٢-٣)

ولمعرفة العوامل التي يعتمد عليها ضغط السائل نفرض أن هناك مساحة مقدارها (أ) وعلى عمق (ل) من سطح السائل كما في الشكل المجاور، وأن كثافة السائل (ث)، فإن ضغط السائل الواقع عند هذه المساحة يمكن حسابه من العلاقة التالية:

$$\text{ضغط السائل} = \frac{\text{وزن السائل}}{\text{المساحة}}$$

$$\text{ض} = \frac{\text{ق}}{\text{أ}}$$

حيث ق = وزن السائل = ك × جـ

ق = ح × ث × جـ

ق = أ × ل × ث × جـ

$$\text{ض} = \frac{\text{ق}}{\text{أ}}$$

$$\text{ض} = \frac{\text{أ} \times \text{ل} \times \text{ث} \times \text{جـ}}{\text{أ}}$$

(ك): كتلة الجسم
(جـ): تسارع الجاذبية الأرضية
(ح): حجم عمود السائل
(ث): كثافة السائل
(أ): مساحة قاعدة عمود السائل
(ل): ارتفاع عمود السائل

$$\text{ض}_{س} = \text{ث} \times \text{ل} \times \text{جـ} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٢)$$

حيث ض: الضغط بوحدة باسكال، ث: كثافة المائع بوحدة كغم/م^{٣}، ل: عمق النقطة أسفل سطح المائع بوحدة متر، جـ تسارع الجاذبية الأرضية بوحدة م/ث^{٢} بالنظام الدولي.

أي أن ضغط السائل في نقطة داخله يعتمد على كل من عمق النقطة داخل السائل وكثافته وتسارع الجاذبية الأرضية، ولكن قيمة الجاذبية الأرضية في المكان الواحد ثابتة.

كما أن ضغط السائل يكون عمودياً على جدران الوعاء الموضوع فيه السائل.

ويسمى الضغط الناشئ عن وزن عمود السائل عند نقطة معينة بضغط المعيار (ض$_{س}$)، ويضاف الضغط الجويّ إلى ضغط السائل ليعطي الضغط المطلق (ض$_{م}$) أو الضغط الكلي.

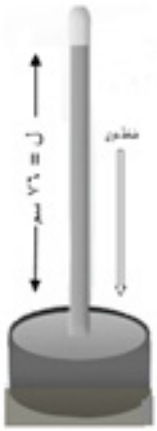
الضغط المطلق (ض$_{م}$) = الضغط الجوي (ض$_{ج}$) + ضغط السائل (ض$_{س}$).

$$\text{ض}_{م} = \text{ض}_{ج} + \text{ث ل جـ} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٣)$$

ولحساب معدل الضغط الجانبي داخل حوض نأخذ معدل الضغط عند السطح والقاعدة

$$\text{معدل الضغط} = \frac{\text{الضغط}_{\text{عند السطح}} + \text{الضغط}_{\text{عند القاعدة}}}{٢} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٤)$$

إن أول من تمكّن من صنع أداة لقياس الضغط الجويّ هو العالم الإيطالي تورشيللي، حيث سكب كمية من الزئبق في حوض صغير وملأ أنبوب طوله حوالي (١) متر بالزئبق تماماً، ومن ثم نكّسه في حوض الزئبق بشكل رأسي كما في الشكل (٢-٤) دون أن يسمح بانسكاب الزئبق من الأنبوب، فانخفض مستوى الزئبق في الأنبوب واستقر عند ارتفاع ٧٦ سم، لماذا انخفض مستوى الزئبق في الأنبوب بعد تنكيسه في حوض الزئبق؟ ولماذا استقر مستوى الزئبق في الأنبوب على ارتفاع ٧٦سم؟



الشكل (٢-٤):
بارومتر زئبقي

ويمكن حساب قيمة الضغط الجويّ من العلاقة:

ض. = ض الرئيق

ض. = ث ل جـ

ض. = ١٣٥٩٥ × ٠,٧٦ × ٩,٨

ض. = ١,٠١٣ × ١٠^٥ باسكال

ولكن قيمة الضغط الجويّ قد تزيد أو تقلّ عن هذه القيمة تبعاً للارتفاع أو الانخفاض عن مستوى سطح البحر وتبعاً لدرجة الحرارة، لماذا؟

ومن الأجهزة المستخدمة في قياس الضغط الجويّ البارومتر المعدنيّ الشكل (٢-٥).

الشكل (٢-٥): بارومتر معدني

فكر

وضع شريحة زجاجية على إحدى نهايتي انبوب مفتوح الطرفين، وكانت مساحتها أكبر من مساحة فوهة الأنبوب حيث أغلقته تماماً ومن ثم أدخلت بشكل رأسي مع الأنبوب في وعاء فيه ماء ملوّن وعند عمق معين توقفت واستقرت داخل الوعاء دون أن تسقط الشريحة الزجاجية، ما تفسيرك لذلك؟

مثال (١):

سدّ يحجز الماء خلفه، إذا علمت أن ارتفاع الماء فيه ٥٠م وطول قاعدته ٢٠٠م جد ما يلي:

١- الضغط المطلق عند سطح الماء خلف السد.

٢- الضغط المطلق عند قاعدة السد.

٣- القوة المؤثرة على الجدار الداخلي للسد.

علماً بأن ض. = ١ × ١٠^٥ باسكال ث الماء = ١٠٠٠ كغم / م^٣

الحلّ:

١) ض م١ = ض ج + ث ل جـ

= ١ × ١٠^٥ + ٠ × ١٠٠٠ × ١٠

= ١ × ١٠^٥ باسكال عند السطح

٢) ض م٢ = ض . + ث ل جـ

= ١ × ١٠^٥ + ١٠٠٠ × ٥٠ × ١٠

= ١ × ١٠^٥ + ٥ × ١٠^٥

= ٦ × ١٠^٥ باسكال عند القاعدة

الشكل (٢-٥): السد العالي

٣) القوة المؤثّرة على الجدار = معدل الضغط × مساحة الجدار

معدل الضغط = (ض١ + ض٢) / ٢ = (١ × ١٠^٥ + ٦ × ١٠^٥) / ٢ = ٣,٥ × ١٠^٥ باسكال

ق = ٣,٥ × ١٠^٥ × (٥٠ × ٢٠٠)

= ٣,٥ × ١٠^٥ × ١ × ١٠^٤ = ٣,٥ × ١٠^٩ نيوتن .

سؤال

بركة سباحة مستطيلة القاعدة طولها ٢٠م، وعرضها ١٥م، وارتفاع الماء فيها ٣م جد ما يلي:

١- مقدار الضغط عند سطح البركة.

٢- مقدار الضغط عند قاعدة البركة.

٣- القوة المؤثرة على قاعدة البركة.

٤- القوة المؤثرة على كل جانب من جوانبها الداخلية.

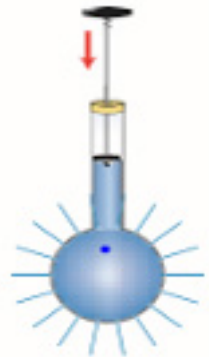
٥-٣: مبدأ باسكال (Pascal's Principle)

ماذا يحدث لسائل محصور عندما يتعرض لضغط خارجي؟ للإجابة عن هذا السؤال نفِّذ النشاط التالي:

نشاط (١): مبدأ باسكال:

المواد والأدوات:

أداة باسكال وماء



الخطوات:

١- املأ جهاز باسكال المبين في الشكل المجاور بالماء.

٢- ضع المكبس في مكانه ومن ثم ابدأ بالضغط عليه ولاحظ ما يحدث، كيف تفسر ذلك؟

ملاحظة: إذا لم يتوفر جهاز باسكال في المختبر فكّر في طريقة لتنفيذ النشاط.

نستنتج من النشاط أن تعرّض سائل محصور إلى ضغط خارجيّ يؤدي إلى زيادة ضغط السائل بمقدار الضغط الخارجيّ الإضافيّ، مما يؤدي إلى ازدياد ضغط السائل على جدران الوعاء الذي يحتويه بمقدار متساوٍ عند أي نقطة داخله.

إن أول من اكتشف هذه الظاهرة العالم الفرنسيّ بليز باسكال، لذا أطلق على هذه الظاهرة مبدأ باسكال.

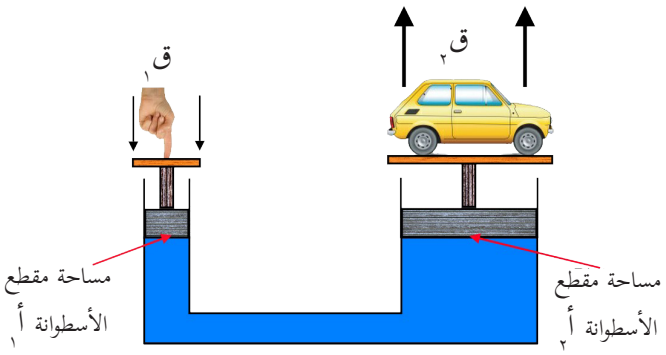
وبعبارة أخرى فإن مبدأ باسكال ينص على أنه:

مبدأ باسكال: إذا وقع ضغط خارجيّ على سائل محصور فإن هذا الضغط ينتقل إلى أجزاء السائل جميعها بالتساوي.

ولمبدأ باسكال العديد من التطبيقات العملية التي تعود بالفائدة على المجتمع، ومن الأمثلة على ذلك المكبس الهيدروليكي المستخدم في محطات صيانة السيارات ومعاصر الزيتون، وكوابح السيارات (الفرامل).

المكبس الهيدروليكي:

يبين الشكل المجاور رسماً تخطيطياً للمكبس الهيدروليكي المستخدم في محطات غسيل السيارات.



الشكل (٣-١): رسم توضيحي للمكبس الهيدروليكي

يتكوّن المكبس الهيدروليكي الذي تستخدم فيه السوائل (وعادة الزيت) من اسطوانتين إحداهما صغيرة ومساحة مقطعها (أ١) والاخرى كبيرة ومساحة مقطها (أ٢)، لو فرضنا أن قوة (ق١) أثرت على الاسطوانة الصغرى حيث ينتج عنها ضغطاً (ض١)، فإن هذا الضغط سينتقل إلى أجزاء السائل جميعها بالتساوي، فينشأ ضغط (ض٢) على مكبس الاسطوانة الكبرى، وبما أن (ض١) = (ض٢) حسب مبدأ باسكال، فإن:

$$\frac{ق_2}{أ_2} = \frac{ق_1}{أ_1} \quad \text{.....} \quad (٥)$$

$\frac{أ_2}{أ_1}$ تسمى الفائدة الميكانيكية للمكبس الهيدروليكي

فكر أيهما يتحرك مسافة أكبر مكبس الأسطوانة الكبرى أم مكبس الأسطوانة الصغرى للكبس الهيدروليكي؟ ما تفسيرك لذلك؟

مشاريع مقترحة:

صمم نموذجاً لمكبس هيدروليكي باستخدام محقنين طبيين مختلفين في مساحة مقطعيهما ومتصلان بواسطة أنبوب مطاطيّ كما في الشكل المجاور:

مثال (٢):

مكبس هيدروليكي استخدم لرفع سيارة كتلتها ٢٠٠٠ كغم، فاذا علمت أن مساحة مقطع اسطوانته الصغرى ٢٠ سم^{٢} ومساحة مقطع اسطوانته الكبرى ٢٠٠٠ سم^{٢}، احسب القوة اللازمة لرفع السيارة.

الحلّ:

القوة = وزن السيارة = ٢٠٠٠ × ٩,٨ = ١٩٦٠٠ نيوتن

ومنها $\frac{ق_{٢}}{ق_{١}} = \frac{أ_{٢}}{أ_{١}}$ ومنها $\frac{١٩٦٠٠}{ق_{١}} = \frac{٢٠٠٠}{٢٠}$ ومنها ق١ = ١٩٦٠٠ × $\frac{٢٠}{٢٠٠٠}$ = ١٩٦ نيوتن.

سؤال

إذا كان قطر الاسطوانة الكبرى لمكبس هيدروليكي ٠,١م ومساحة مقطع اسطوانته الصغرى يساوي ١٠ سم^{٢}، وكانت القوة المؤثرة على المكبس الصغير ٥٠٠ نيوتن، احسب ما يلي:

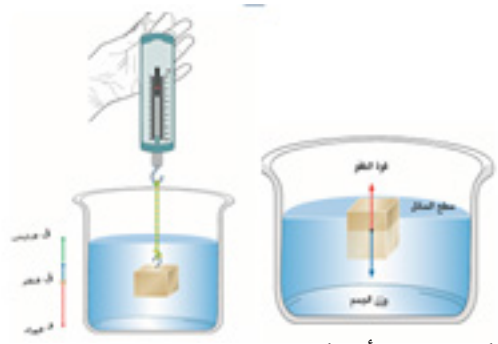
١- مقدار القوة المؤثرة على المكبس الكبير. ٢- مقدار الضغط أسفل كلّ اسطوانة.

بحث:

ابحث في المكتبة أو في الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) عن آلية عمل الفرامل واكتب تقريراً حول ذلك.

١-٤: قاعدة أرخميدس

قد تعتقد أن الأجسام الخفيفة (كقطعة خشب أو صحن فلزي مجوف) تطفو على سطح الماء كما في الشكل (أ)، بينما الأجسام الثقيلة (كمكعب من الحديد) تنغمر وتغوص داخل الماء كما في الشكل (ب).



مكعب طافي (أ) مكعب مغمور معلق بميزان نابضي (ب)

فكر

هل تساءلت يوما كيف تطفو السفينة المصنوعة من الحديد على سطح الماء في البحر؟ رغم أنها تعتبر من الأجسام الثقيلة جداً.

عندما تضغط عموديا على قطعة من الخشب لتجعلها تنغمر في الماء، بماذا تشعر؟

ارفع يدك عن قطعة الخشب. ماذا تلاحظ؟

إن الخسارة في وزن الجسم المغمور في سائل (قوة الطفو) توصل إليها العالم اليوناني (أرخميدس) وأصبحت

تعرف فيما بعد بقاعدة (أرخميدس) والتي تنص على ما يلي:

إن أي جسم مغمور في سائل كلياً أو جزئياً يفقد من وزنه بمقدار قوة الطفو له ومقدارها يساوي وزن السائل المزاح

ويمكن التعبير عن قاعدة أرخميدس لكلّ من الأجسام المغمورة والأجسام الطافية بصورة رياضية كما يلي:

الجسم المغمور كلياً في سائل:

قوة الطفو = وزن السائل المزاح

قوة الطفو = الوزن الحقيقي – الوزن الظاهري

$$ق_{طفو} = و_{ح} - و_{ظ} = ح\ ث_{س}\ جـ \quad \text{.....} \quad (٦)$$

($ق_د$): قوة الطفو = وزن السائل المزاح

($و_ح$): الوزن الحقيقي للجسم

($و_ظ$): الوزن الظاهري للجسم أي وزنه في السائل

(ح): حجم السائل المزاح = حجم الجسم

($ث_س$): كثافة السائل

(ج): تسارع الجاذبية الأرضية

($ث_ج$) > $ث_س$ ($و_ظ \neq$ صفر)

($ث_ج$) = $ث_س$ ($و_ظ$ = صفر)

مثال (٣):

مكعب حجمه ٠,٠٠١ م^٣، علق في ميزان نابضي فكانت قراءة الميزان ٢٠ نيوتن، وعندما غمر في سائل كانت قراءة الميزان ١٢ نيوتن، جد ما يلي :

١- قوة الطفو على المكعب.

٢- كثافة السائل.

الحلّ:

١) $ق_د = و_ح - و_ظ$ = ٢٠- ١٢ = ٨ نيوتن.

٢) $ق_د = ٨ = ح\ ث\ جـ$ ..... $ث = \frac{٨}{١٠ \times ٠,٠٠١}$ = ٨٠٠كغم/ م^٣

سؤال

قطعة من الحديد أُسقطت في دورق إزاحة مملوء بالماء فكان وزن الماء المزاح ٢٠٠ نيوتن، لو اعتبرنا أن ث الحديد = ٧٨٧٠ كغم/ م^{٣}، احسب:

١- حجم قطعة الحديد.

٢- وزنها في الهواء.

٣- قوة الطفو.

الجسم الطافي في السائل:

عند وضع جسم في سائل متوسط كثافته أقل من كثافة السائل، فإن هذا الجسم سيطفو على سطح السائل بحيث يكون جزءاً منه مغموراً في السائل وجزء فوق سطح السائل كما الحال عند وضع قطعة خشبية في حوض به ماء ومن التطبيقات عليها في الحياة القوارب والسفن والبواخر.

لو غمرت قطعة خشبية كلياً في الماء وتركتها ماذا يحدث لها؟

بما أن الجسم الطافي متزنٌ، فإن:

القوى للأعلى= القوى للأسفل

قوة دفع السائل (قوة الطفو) = وزن الجسم في الهواء

= وزن السائل المزاح.

$ق_د = و_ح = و_س$

$ح_ج \times ث_ج \times جـ = ك \times جـ = ح_س \times ث_س \times جـ$

$ح_ج \times ث_ج = ح_س \times ث_س$ ..... (٧)

$ق_د$: قوة دفع السائل

$و_ج$: وزن الجسم الحقيقي (وزنه في الهواء)

$و_س$: وزن السائل المزاح

$ح_ج$: حجم الجسم

$ث_ج$: كثافة الجسم

ك: كتلة الجسم

$ح_س$: حجم السائل المزاح

$ث_س$: كثافة السائل

جـ: تسارع الجاذبية الأرضية

$ث_ج < ث_س$

الوزن الظاهري = صفر

فكر

وضعت بيضة في كأس يحوي ماء مالحاً فاستقرت كما في الشكل المجاور، ماذا تتوقع أن يحدث للبيضة عند زيادة كمية الملح؟ ولماذا؟

مثال (٤):

كرة من المطاط حجمها ٠,٠٣ م^{٣}، وكثافة مادتها ٨٠٠ كغم/ م^{٣}، غمرت في سائل كثافته ١٢٠٠كغم/ م^{٣}، احسب حجم الجزء المغمور من الكرة.

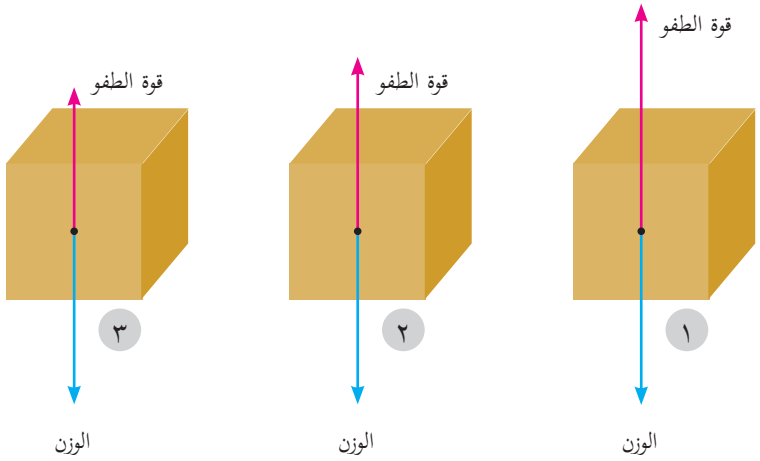
الحلّ: $ح_{ج} \times ث_{ج} = ح_{س} \times ث_{س}$

$٠,٠٣ \times ٨٠٠ = ح_{س} \times ١٢٠٠$

ومنها $ح_{س} = \frac{٠,٠٣ \times ٨٠٠}{١٢٠٠} = ٠,٠٢$ م^{٣}

أي أن حجم الجزء المغمور = حجم السائل المزاح = ٠,٠٢ م^{٣}

فكر ناقش الأشكال الآتية عند وضع الجسم داخل سوائل مختلفة في كثافتها في الحالات الثلاث؟



الشكل يبين القوى المؤثرة على مكعب موضوع في ثلاثة سوائل مختلفة

١-٥: تطبيقات على قاعدة أرخميدس

هناك الكثير من التطبيقات الحياتية على قاعدة أرخميدس ومن هذه التطبيقات:

أ- الهيدروميتر (قياس كثافة السوائل):

وهو عبارة عن أنبوب زجاجيّ مدرج، في نهايته انتفاخ (مستودع زجاجي) يحوي قطعاً رصاصية (لماذا؟)، ويعمل على مبدأ طفو جسم صلب على سطح سائل، فكلما كانت كثافة السائل أقل غاص الهيدروميتر في السائل أكثر.

الشكل المجاور يبين جهاز الهيدروميتر وهو مغمور في سوائل مختلفة، حسب ذلك الشكل أيّ السوائل أكبر كثافة وأيها أقل كثافة؟

سؤال

١) ما هي وحدات تدريج الهيدرومتر؟

٢) لماذا يكون ترتيب تدريج الهيدروميتر من الأعلى إلى الأسفل؟

ملاحظة: عند استخدام الهيدروميتر يجب مراعاة أن يكون ارتفاع السائل مناسباً حتى لا يصطدم بقعر الوعاء وينكسر.

نشاط (٢): قياس كثافة السوائل:

المواد والأدوات:

الهيدروميتر، ٣ كؤوس زجاجية كبيرة، وماء حنفية، وماء مالح، وزيت.

الخطوات:

١- املأ كلاً من الكؤوس الزجاجية بأحد السوائل الثلاث (ماء الحنفية، ماء البحر، الزيت).

٢- ضع الهيدروميتر في كل كأس من الكؤوس الثلاث وسجّل قراءته لكثافة السائل.

٣- هل قراءة الهيدروميتر متساوية في كل من الكؤوس الثلاث؟ ما تفسيرك لذلك؟

ب- السفينة

كيف تطفو السفينة على سطح الماء وهي مصنوعة من الفولاذ في حين يغوص المسمار؟ ما أثر وجود التجويف في السفينة على متوسط كثافتها مقارنة بكثافة الماء؟

هل هناك حمولة محددة للسفينة أم تستطيع تحميل أي حمولة؟ فسّر ذلك: كثيراً ما نسمع عن غرق قوارب المهاجرين من الدول العربية إلى أوروبا، ما تفسيرك لذلك؟

فكر فسّر ما يحدث لسفينة محملة بالبضائع عندما تعبر من البحر الأحمر إلى البحر الأبيض المتوسط عبر قناة السويس. ما سبب ذلك؟

جـ- العوامة الميكانيكيّة

عوامة الخزان المائي المنزلي

هل شاهدت عوامة الخزان المائي المنزلي؟ وما أهمية الكرة المجوفة؟ وكيف تعمل العوامة في التحكم بدخول الماء إلى الخزان؟

تتكون عوامة خزان الماء في المنازل من كرة مجوفة تطفو على سطح الماء ومتصلة بذراع قصيرة تسحب أو تدفع محبس لتنظيم دخول الماء إلى الخزان.

ماذا يحدث للكرة المجوفة عند امتلاء الخزان بالماء وملامستها لسطح الماء؟ وهل يستمر الماء بالتدفق داخل الخزان؟ وماذا يحدث عند انخفاض مستوى الماء في الخزان؟

هناك تطبيقات أخرى على قاعدة أرخميدس منها الغواصة والبالون والمنطاد.

مهمات مقترحة:

١- بناء نموذج سفينة وقياس حجم التجويف بداخلها وتحديد حمولتها من مادة معينة.

٢- بناء مقياس كثافة للسوائل واستخدامه في المقارنة بين السوائل.

٣- بناء رافعة هيدروليكية باستخدام محاقن طبية.

أسئلة الوحدة

س١: ما المقصود بكلّ من: الضغط، ضغط المعيار، المائع، مبدأ باسكال وقاعدة أرخميدس.

س٢: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١- تكون قوى التجاذب بين الجزيئات متوسطة في الحالة:

أ- الصلبة. ب- السائلة. ج- الغازية. د- البلازما.

٢- الضغط عند نقطة ما في وعاء يحتوي على سائل يتناسب طردياً مع:

أ- عمق النقطة عن سطح السائل. ب- ارتفاع النقطة من أسفل الوعاء.

ج- ارتفاع السائل في الوعاء. د- مساحة قاعدة الإناء.

٣- وحدة قياس الضغط في النظام الدولي، هي:

أ- البار. ب- الميلي بار. ج- التورشلي. د- الباسكال.

٤- تعتمد قوة الطفو لجسم مغمور في سائل على:

أ- كتلة السائل. ب- كثافة السائل. ج- حجم السائل. د- وزن السائل.

٥- من التطبيقات العملية على مبدأ باسكال:

أ- علبة معجون الأسنان. ب- العوامة الميكانيكية. ج- الغواصة. د- السفينة.

٦- عندما تكون قوة الطفو المؤثرة على الجسم الموضوع في سائل أكبر من وزن الجسم فإن الجسم:

أ- ينغمر في السائل. ب- يبقى معلقاً في السائل.

ج- يطفو جزئياً على سطح السائل. د- يطفو كلياً على سطح السائل.

٧- المادة التي **لا يمكن** استخدامها في المكبس الهيدروليكي:

أ- الماء. ب- الزيت. ج- الهواء. د- الزئبق.

٨- عند غمر 3 كرات متماثلة في أحجامها من (الحديد، النحاس، الألمنيوم) في الماء فإن قوة الطفو تكون:

أ- أكبرها للحديد. ب- أكبرها النحاس.

ج- أكبرها الألمنيوم. د- متساوية للكرات جميعها.

أسئلة الوحدة

س٣: علل ما يلي تعليلاً علمياً صحيحاً:

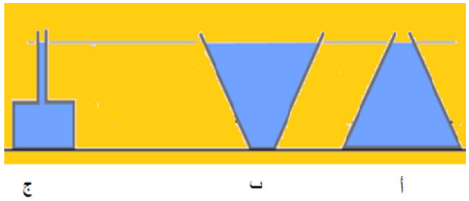
١- يكون ارتفاع الماء في شعبة أنبوب على شكل حرف U أقل من شعبته الأخرى الموضوع فيها الزيت، إذا كانت كمية الزيت والماء متساوية في الأنبوب.

٢- السباحة في ماء البحر الميت أسهل من السباحة في ماء البحر الأبيض المتوسط.

٣- تستطيع السمكة الصعود والهبوط داخل الماء.

٤- يبنى السد حيث يكون جداره عند القاعدة أكثر سمكاً من أعلى السد.

س٤: الشكل المجاور يمثل ثلاثة أوعية (أ،ب،ج) مملوءة بالسائل نفسه، أيّها يكون الضغط على قاعدته أكبر؟ فسّر إجابتك.



س٥: وعاء يحتوي على سائل كثافته ٨٠٠ كغم/ م^{٣}، إذا علمت أن الضغط عند نقطة (أ) بداخله ٦٠٠ باسكال وكانت النقطة (ب) تقع على عمق ١٠سم أسفل النقطة (أ)، جد ما يلي:

علماً أن جـ = ١٠م/ ث^{٢}

١- عمق النقطة (أ).

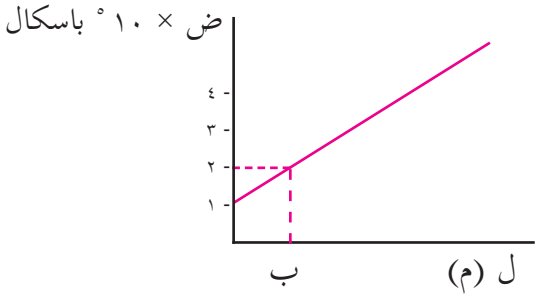
٢- الضغط عند النقطة (ب).

س٧: يمثّل الرسم البيانيّ بالشكل المجاور العلاقة بين الضغط عند نقطة ما، وعمقها داخل الماء، جد ما يلي:

١- الضغط الجوي عند سطح الماء.

٢- عمق النقطة ب تحت سطح الماء.

٣- ماذا يمثل ميل المنحنى.



أسئلة الوحدة

س٨: في الشكل المجاور وعاء زجاجي مملوء بالماء تؤثر قوة مقدارها ١٢ نيوتن في سدادته التي مساحتها ٦سم^{٢}، فاذا علمت أن مساحة قاعدته ٦٠٠سم^{٢}.

جد ما يلي:

١- مقدار القوة المؤثرة في قاعدته.

٢- ماذا يحدث لقاعدته إذا كانت أكبر قوة تتحملها ٩٠٠ نيوتن؟.

س٩: يطفو مكعب من الخشب كثافته ٨٠٠كغم/ م^{٣}وطول ضلعه ٢٠سم على سطح الماء، فإذا علمت أن كثافة الماء ١٠٠٠ كغم/ م^{٣}. **جد ما يلي:**

١- ارتفاع الجزء المغمور من المكعب الخشبيّ تحت سطح الماء.

٢- مقدار الكتلة الواجب وضعها فوق المكعب الخشبيّ حتى يصبح وجهه العلوي على مستوى سطح الماء.

اختبار

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة:

١. من العوامل التي يعتمد عليها مقدار الضّغط المعياري عند نقطة داخل سائل، هي:

أ. كثافة الجسم. ب. بعد النقطة عن القاع.

ج. كثافة الجسم وعمق النقطة. د. مساحة سطح الجسم.

٢. جسمان لهما الحجم نفسه، ومن مادتين مختلفتين، تكون قوّة الطفو عليهما:

أ. أكبر للجسم الأعلى كثافة. ب. أكبر للجسم الأقل كثافة.

ج. متساوية للجسمين. د. لا يمكن تحديد ذلك.

٣. سيارة كتلتها ٦ طن، إذا أردنا رفعها بواسطة مكبس مائي، فكانت القوّة اللازمة لرفعها ١٢٠٠ نيوتن، فإن العلاقة بين ($أ_١ : أ_٢$) هي: (حيث $أ_١$: مساحة الأسطوانة الصّغرى و$أ_٢$: مساحة الأسطوانة الكبرى):

أ. ١٠٠٠:١ ب. ٣:٢٠٠ ج. ١:٥٠ د. ٥٠:١

٤. من وحدات قياس الضغط:

أ. نيوتن / م^٢ ب. نيوتن / م ج. باسكال /م د. باسكال

٥. تستخدم السوائل في مكبس باسكال وذلك لانها:

أ. قابلة للانضغاط ب. حجمها يتغير تحت تاثير الضغط.

ج. غير قابلة للانضغاط د. غير ذلك

٦. اذا كانت كثافة الجسم اكبر من كثافة السائل المغمور فيه، فإن:

أ. وزن الجسم في الهواء يكون اكبر من وزن السائل المزاح.

ب. وزن الجسم في الهواء يساوي من وزن السائل المزاح.

ج. وزن الجسم في الهواء يكون اقل من وزن السائل المزاح.

د. يكون الجسم متزنا

س٢: احسب قوّة الطّفو لجسم ازاح ١٥ م^٣ ماء.

س٣: علل: قد يؤدي الطرق ببعض الشدة على فوهة زجاجة مملوءة تماماً بالماء إلى كسر قاعدتها.

س٤: ماذا يحدث عندما ينصهر مكعب الثّلج في إناء مملوء، حيث تم ربط مكعب الثّلج بخيط في قاع الإناء وغمر كليّاً في الماء (مع إهمال حجم الخيط المربوط به مكعب الثّلج).

س٥: اذا تم اعطاؤك قطعة من ذهب وطلب منك ان تكشف إذا كانت مغشوشة أم لا، فكر كيف يمكنك معرفة ذلك؟

س٦: قطعة خشب مكعبة الشكل طول ضلعها ١٠ سم وكثافتها ٠,٦٥ × ١٠٣ كغم / سم^٣ على سطح الماء، احسب البعد بين سطح المكعب ومستوى الماء .