الفصل الأول 10

كتاب الشهد

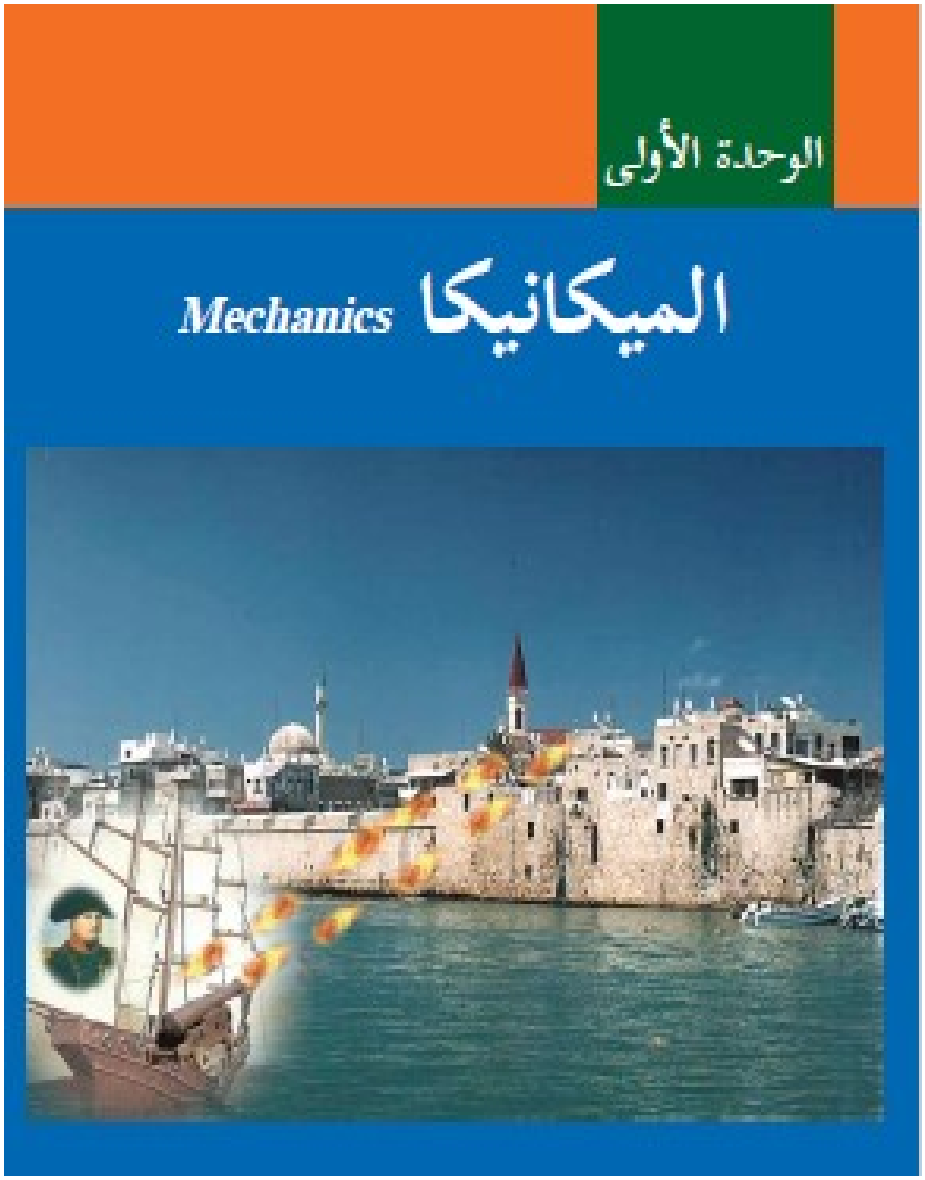
الفيزياء (شرح)

إعداد الاستاذ / إياد محمد خضر

العام الدراسي

٢٠٢٠ - ٢٠٢١ م

ملكة فلسطين
0599500590


الوحدة الأولى
الميكانيكا Mechanics

الفصل الأول:
الفيزياء والقياس (Physics and Measurement)

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
علم الفيزياء	علم يهتم بدراسة المادة والطاقة وحركة الجسيمات، وما يؤثر عليها والخروج بمعادلات تفسّر تلك الظواهر .
الفلك	علم يتناول فيزياء الكون والنجوم وتحركاتها و أقدارها وكثافتها ولمعانها وما يتبع هذا العلم من أجهزة .
فيزياء المواد	علم يهتم بدراسة المواد في حالاتها المختلفة ويفسّر الكثير من خصائصها بناءً على تركيبها الذريّ، وهو علم أساسي ومهم في تكنولوجيا الترانزستور و أشباه الموصلات.
فيزياء النانو تكنولوجي	يسمى علم الدقائق ، يهتم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذّريّ والجزيئي من خلال ابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بوحدة النانو .
القياس	عملية مقارنة كمية فيزيائية بكمية فيزيائية أخرى معيارية متفق عليها من النّوع نفسه تسمى وحدة القياس باستخدام أداة معينة .
المعايرة	أن تقيس الأداة بدقة معيارية متفق عليها .
وحدة القياس	كمية تعبر عن الشيء الذي تم قياسه وهي وحدات متفق عليها دوليا .
البادئات	تستخدم البادئات في النظام العالميّ؛ لتسهيل كتابة الأرقام الكبيرة والصغيرة جداً.
الطول	هو المسافة بين نقطتين، ويقاس بوحدة المتر أو أجزائه أو مضاعفاته .
المتر المعياري	المسافة بين علامتين على قضيب مصنوع من سبيكة الإريديوم والبلاتين محفوظ في درجة صفر سيلسيوس في مكتبة المقاييس في فرنسا.
المتر الضوئي	طول المسار الذي يقطعه الضوء في الفراغ خلال فترة زمنية قدرها جزءا واحدا من ٣ X ١٠^{٨} ثانية .
الوحدة المعيارية	هي وحدات القياس المتفق عليها عالميا والمستخدمة في النظام الدولي للوحدات .
الورنية	أداة تستعمل لقياس الأبعاد الدقيقة مثل السُمك بين سطحين متوازيين وقطر الأسطوانات الداخليّ والخارجيّ وعمق الثقوب .
الميكروميتر	أداة تستخدم لقياس أبعاد الأجسام الكروية و أقطار الأسلاك الدقيقة بدقة تصل إلى منزلتين عشريتين بالمليمتر .
الكتلة	هي مقدار ما في الجسم من مادة.
الكيلو غرام المعياري	كتلة أسطوانة من البلاتين الإريديوم ارتفاعها يساوي قطرها ويساوي ٣٩ ملم محفوظة في المكتب العالمي للأوزان و المقاييس في فرنسا.
الثانية المعيارية	الفترة الزمنية التي تكافئ ٩ X ١٠^{٩} ضعف من الزمن اللازم لانتقال لكترون ذرة السيزيوم (^{133}Cs) بين مستويين من مستويات الطاقة في الذرة..
الكمية الفيزيائية الأساسية	كميات لا يوجد أبسط منها وتعدّ أساسا للكميات الفيزيائية الأخرى
الكمية الفيزيائية المشتقة	كميات تشتق من الكميات الأساسية .

١-١ : تطوّر علم الفيزياء :

- علم الفيزياء هو أحد العلوم الطبيعية، وقد أطلق عليه أسماء عديدة كعلم الطبيعة وعلم الفيزيقيا.

علم الفيزياء	علم يهتم بدراسة المادة والطاقة وحركة الجسيمات، وما يؤثر عليها والخروج بمعادلات تفسّر تلك الظواهر .

تطوّر الفيزياء عبر العصور:

١. ظهرت القواعد الأساسية للعلوم المختلفة في بابل ومصر القديمة من خلال مراقبة النجوم وتحركاتها .
٢. طوّر الإغريق السبائك .
٣. طور العلماء المسلمين علوم الرياضيات والبصريات واستخدموا البكرات والطاقة المائية .
٤. تطور علم الفلك باكتشاف التلسكوب .
٥. تطورت الديناميكا والرياضيات على يد إسحق نيوتن .
٦. تطورت المحركات في القرن الثامن عشر .
٧. في القرن التاسع عشر ظهرت النظريات الحديثة في الكهرومغناطيسية بفعل تجارب فارادي وماكسويل .
٨. في القرن العشرين وظهرت نظريات وفسرت ظواهر متنوعة .
٩. تلعب الفيزياء حالياً الدور الكبير في علم الفلك و الجسيمات.

١-٢ : أهمية الفيزياء في حياة الإنسان :

للفيزياء تطبيقات متنوعة في حياتنا فهذا العلم جزء لا يتجزأ من حياة الإنسان ولكننا سنقتصر في هذا البند على المجالات الآتية:

١. **الفلك** : علم يتناول فيزياء الكون والنجوم وتحركاتها و أقدارها وكثافتها ولمعانها وما يتبع هذا العلم من أجهزة .
٢. **فيزياء المواد:** علم يهتم بدراسة المواد في حالاتها المختلفة ويفسّر الكثير من خصائصها بناءً على تركيبها الذريّ، وهو علم أساسي ومهم في تكنولوجيا الترانزستور و أشباه الموصلات.
٣. **فيزياء النانو تكنولوجي:** يسمى علم الدقائق ، يهتم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذّريّ والجزيئي من خلال ابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بوحدة النانو .

- ينتج عن هذه التقنية اتساع في طبيعة المواد المستخدمة كالظواهر الكهرومغناطيسية والبصرية الجديدة للمادة .
- قد يتم التعامل مع البنايات على مستوى النانو تكنولوجي من خلال أنابيب النانو الكربونية.
- مجالات فيزياء النانو تكنولوجي منها أشباه الموصلات و صناعة الرقائق الإلكترونية.

بطاقة تعريفية للعالم منير نايفة
• منير نايفة عالم ذرة فلسطيني . • ولد في كانون أول (ديسمبر) ١٩٤٥ م بقرية شويكة في محافظة طولكرم . • ويحمل الدكتوراة من جامعة ستانفورد الأمريكية في مجال الفيزياء الذرية وعلوم الليزر . • يشغل حالياً منصب بروفيسور الفيزياء في جامعة إلينوي في أوربانا . • مؤسس شركة نانو ساي أدفاندس تكنولوجي وهو رئيسها . • حاصل على براءة اختراع في صنع جزيئات النانو سيليكون.

١-٣ : القياس وعناصره :

القياس	عملية مقارنة كمية فيزيائية بكمية فيزيائية أخرى معيارية متفق عليها من النّوع نفسه تسمى وحدة القياس باستخدام أداة معينة .

عناصر عملية القياس :

١. الكميات الفيزيائية .
٢. أدوات القياس .
٣. وحدات القياس .

أهمية القياس : تحويل مشاهداتنا إلى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام .

- لجأ الإنسان إلى اختراع أدوات القياس لوصف الظواهر المختلفة بشكل رقمي ليسهل معرفتها والتعامل معها .

لا يمكن أن تكون دقة القياس ١٠٠ % وذلك لعدة أسباب :

١. اختيار أداه قياس غير مناسبة .
٢. طريقة القياس خاطئة .
٣. وجود خلل وعيب في أداة القياس .
٤. تأثير العوامل البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة .

صفات أداة القياس المناسبة :

١. مناسبة للغرض الذي تُستخدم لأجله ، الشريط المتري يقيس طول غرفة ولا يقيس طول ملعب.
٢. دقة عالية للأداة : الميزان ذو الكفتين يقيس الكتلة الكبيرة ولا يقيس كتلة من الذهب.
٣. قابلة للمعايرة.

المعايرة	أن تقيس الأداة بدقة معيارية متفق عليها .
وحدة القياس	كمية تعبر عن الشيء الذي تم قياسه وهي وحدات متفق عليها دوليا .

صفات (خصائص) وحدة القياس:

١. لها معيار متفق عليه.
٢. ثابتة ولا تتغير : يتم حفظ المتر المعياري والكيلوغرام المعياري في ظروف جوية خاصة.
٣. معيارها عالي الدقة .

أناقش : ما أهمية توحيد وحدة القياس؟
ليسهل التّفاهم والتّعامل بها، والحصول على نتائج موحدة.

لجأ الإنسان إلى اختراع أدوات القياس لوصف الظواهر المختلفة بشكل رقمي ليسهل معرفتها والتعامل معها .

١-٤ : أنظمة القياس :

١. النظام الدولي : يكتب اختصارا (MKS) ، ومن وحداته الأساسية :

الكمية القياسية	وحدة القياس
الطول	متر (M)
الكتلة	كيلو غرام (K)
الزمن	ثانية (S)

٢. النظام الغاوسي : يكتب اختصارا (cgs) ، ومن وحداته الأساسية :

الكمية القياسية	وحدة القياس
الطول	السنتيمتر (c)
الكتلة	غرام (g)
الزمن	ثانية (S)

٣. النظام الإنجليزي :، ومن وحداته الأساسية :

الكمية القياسية	وحدة القياس	ما يعادلها في النظام الدولي
الطول	القدم	0.3048م
الكتلة	الصلج	14.6.كغم
الزمن	الثانية	ثانية

البادئات	تستخدم البادئات في النظام العالميّ؛ لتسهيل كتابة الأرقام الكبيرة والصغيرة جداً.

البادئات الأساسية								
نقسم (÷) ←								
الكيلو	الهيكتو	الديكا	السنتي	الملي	المايكرو	النانو	البيكو	الفيمتو
10^{3}	10^{2}	10	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
→ نضرب (X)								

أولا : الطول

هناك العديد من أدوات القياس التي تستخدم لقياس الطول :

١ : المسطرة أو متر القياس : يستخدم لقياس الأطوال الكبيرة نسبيا ، دقة القياس تبلغ إلى أقرب منزلة عشرية بالسنتيمتر (١ ملم) .

الطول	هو المسافة بين نقطتين، ويقاس بوحدة المتر أو أجزائه أو مضاعفاته .
المتر المعياري	المسافة بين علامتين على قضيب مصنوع من سبيكة الإريديوم والبلاتين محفوظ في درجة صفر سيلسيوس في مكتبة المقاييس في فرنسا.وهو وحدة قياس الطول .
المتر الضوئي	طول المسار الذي يقطعه الضوء في الفراغ خلال فترة زمنية قدرها جزءا واحدا من ٣×١٠^{-٨} ثانية .
الوحدة المعيارية	هي وحدات القياس المتفق عليها عالميا والمستخدمة في النظام الدولي للوحدات .

* الأبعاد الصغيرة التي لا تقاس بالمسطرة أو المتر تقاس باستخدام كل من الورنية والميكروميتر.

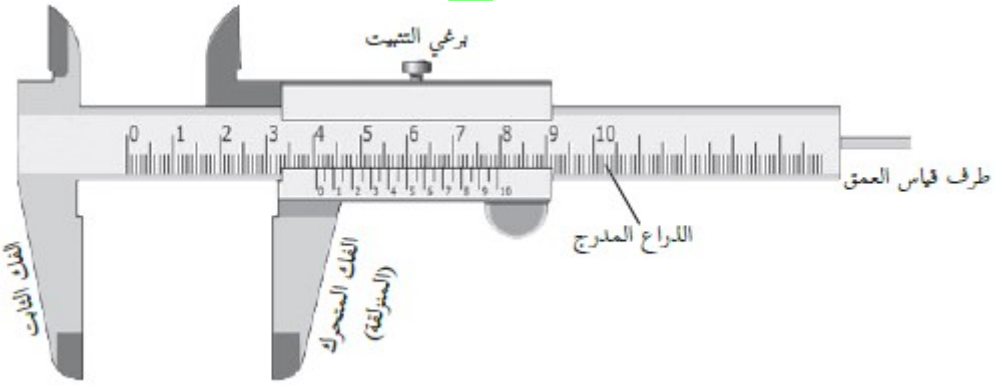
٢. الورنية : أداة تستعمل لقياس الأبعاد الدقيقة مثل السُمك بين سطحين متوازيين وقطر الأسطوانات الداخليّ والخارجيّ وعمق الثقوب .

- تبلغ دقة القياس بالورنية إلى أقرب منزلتين عشريتين بالسنتيمتر(٠.١ ملم) ، ولذلك تستخدم أكثر من المسطرة العادية .
- يوجد منها البسيط والإلكتروني.
- تستعمل كثيرا في الصناعات المعدنية والخشبية.

أجزاء الورنية:

تتكون الورنية من جزأين كما هو موضح في الشكل :

الجزء الرئيسي ويتكون من :	الأجزاء الفرعية
١. **الذراع المدرج :**وهو مسطرة مدرجة بوحدة سنتيمتر.	**برغي التثبيت :**وهو برغي صغير لتثبيت الجسم المراد قياس أبعاده.
٢.الفك الثابت :ويشكّل مع الذراع المدرج الحرف T	**طرف قياس العمق :**وهو الجزء المسؤول عن قياس عمق جسم ما.
٣.الفك المتحرك وينزلق على الذراع المدرج ويقيس بوحدة المليمتر.	



خطوات قراءة قياس الورنية :

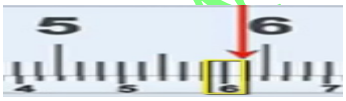
١. نأخذ قراءة التدريج الثابت من على يسار صفر المنزلقة بوحدة السنتيمتر .
٢. نأخذ القراءة الثانية التي تمثل الرقم الأكثر انطباقا بين المنزلقة والتدريج الثابت وهي بوحدة المليمتر .
٣. نجمع القراءتين .

شرح ميسر لخطوات قراءة قياس الورنية :

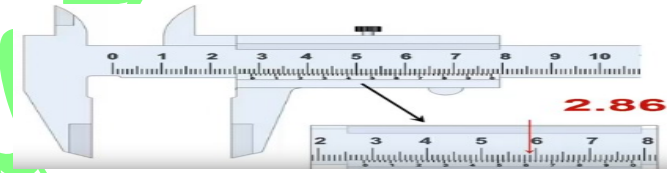
١. نلاحظ الصفر يقع بين أي رقمين ونأخذ الرقم الذي يكون على يسار الصفر بوحدة السنتيمتر كما في الشكل ٢ سم .

٢. نعد كم تقسيم يكون بعد الرقم الذي يكون على يسار الصفر بعد أن يتم التطابق بين المنزلقة والتدريج الثابت بوحدة السنتيمتر كما في الشكل ٠.٨ سم .

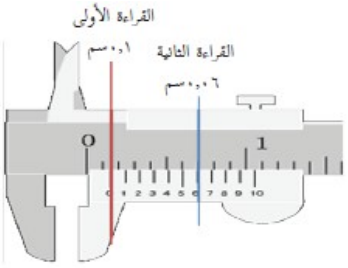
٣. ننظر إلى الفك المتحرك وننظر على أي رقمين متطابقين بوحدة السنتيمتر كما في الشكل ٠.٠٦ سم .



٤. نجمع القراءات : ٢ + ٠.٨ + ٠.٠٦ = ٢.٨٦ سم .



مثال١ : يعمل خالد في منجرة، أراد قياس سمك قطعة من الخشب الرقيق، فاستخدم الورنية فجاءت إشارة القراءة كما في الشكل ساعد خالد في قراءة الورنية ؟



الحل :

قراءة الذراع المدرج = ٠.١ سم .
قراءة المنزلقة = ٠.٠٦ سم .
فتكون القراءة = ٠ + ٠.١ + ٠.٠٦ = ٠.١٦ سم

نشاط ٢ : القياس بالورنية

أ . قياس القطر الداخلي والخارجي :

١. معايرة الورنية حيث ينطبق صفر المنزلقة مع صفر الذراع المدرج.
٢. أدخل فكي الورنية الداخليين في أنبوب الاختبار كما في الشكل :
٣. حرك الفك المتحرك للورنية بصورة بطيئة حتى يتوقف عن الحركة.
٤. ثبّت الورنية داخل أنبوب الاختبار عن طريق برغي التثبيت.
٥. سجّل قراءة الورنية.

ب. قياس العمق :

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 .
٣. سجّل قراءة الورنية.

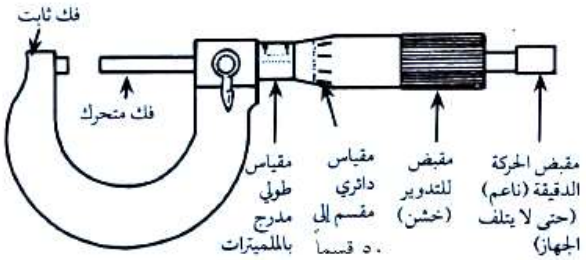
٣. الميكروميتر :

الميكروميتر	أداة تستخدم لقياس أبعاد الأجسام الكروية و أقطار الأسلاك الدقيقة بدقة تصل إلى منزلتين عشريتين بالمليمتر .

* يفضل استخدام الميكروميتر أكثر من الورنية في القياس لأنه يقيس المسافة إلى أقرب منزلتين عشريتين بالمليمتر ، بينما الورنية تقيس إلى أقرب منزلتين عشريتين بالسنتيمتر .

أجزاء الميكروميتر :

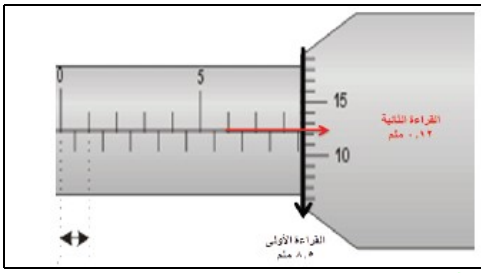
١. فك ثابت .
٢. فك متحرك .
٣. مقياس طولي مدرج بالمليمترات .
٤. مقياس دائري مقسم إلى ٥٠ قسما .
٥. مقبض للتدوير (خشن).
٦. مقبض الحركة الدقيقة (ناعم) حتى لا يتلف الجهاز .



طريقة استخدام الميكروميتر :

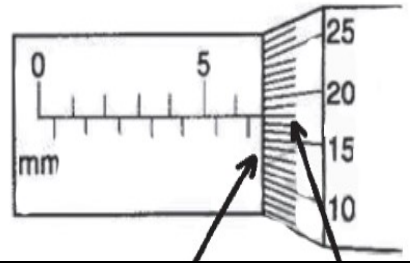
١. يجب معايرة الجهاز حيث يكون صفر التدريج الثابت منطبقا مع صفر التدريج الدائريّ.
٢. نضع الجسم المراد قياس سمكه بين فكي الميكروميتر.
٣. لتثبيت الجسم أدرْ محدد ضغط القياس حتى تسمع صوتاً له.
٤. نقرأ التدريج الثابت أولاً بوحدة المليمتر، ثم نضيف قراءة التدريج الدائريّ.

ما قراءة الميكروميتر المشار إليها في الشكل ؟



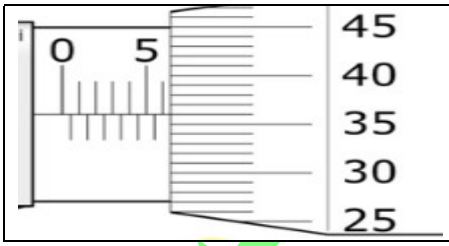
الحل :
قراءة التدريج الثابت = ٨.٥ ملم .
قراءة التدريج الدائري = ٠.١٢ ملم .
فتكون القراءة = ٨.٥ + ٠.١٢ = ٨.٦٢ ملم

ما قراءة الميكروميتر المشار إليها في الشكل ؟



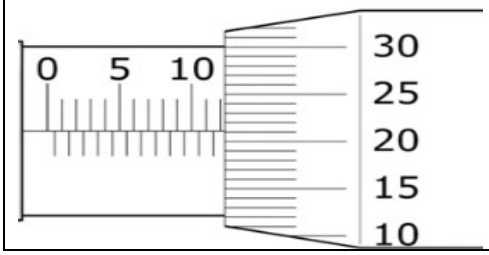
الحل :
قراءة التدريج الثابت = ٦.٥ ملم .
قراءة التدريج الدائري = ٠.١٨ ملم .
فتكون القراءة = ٦.٥ + ٠.١٨ = ٦.٦٨ ملم

ما قراءة الميكروميتر المشار إليها في الشكل ؟



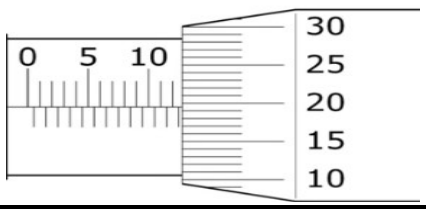
الحل :
قراءة التدريج الثابت = ٦.٠ ملم .
قراءة التدريج الدائري = ٠.٣٦ ملم .
فتكون القراءة = ٦.٠ + ٠.٣٦ = ٦.٣٦ ملم

ما قراءة الميكروميتر المشار إليها في الشكل ؟



الحل :
قراءة التدريج الثابت = ١٢.٠ ملم .
قراءة التدريج الدائري = ٠.٢١ ملم .
فتكون القراءة = ١٢.٠ + ٠.٢١ = ١٢.٢١ ملم

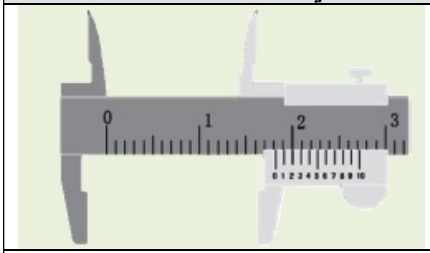
ما قراءة الميكروميتر المشار إليها في الشكل ؟



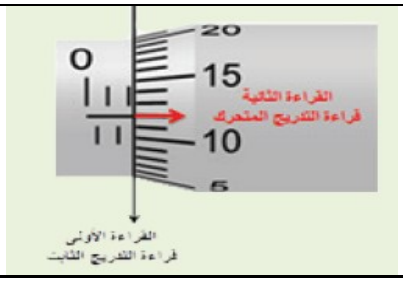
الحل :
قراءة التدريج الثابت = ١٢.٥٠ ملم .
قراءة التدريج الدائري = ٠.٢٠ ملم .
فتكون القراءة = ١٢.٥٠ + ٠.٢٠ = ١٢.٧٠ ملم

سؤال : ما هي قراءة كل من الورنية و الميكروميتر المشار إليهما في الأشكال الآتية ؟

الحل :



قراءة الذراع المدرج = ١.٨ سم .
قراءة المنزلقة = ٠.٠٢ سم .
فتكون القراءة = ٠ + ١.٨ + ٠.٠٢ = ١.٨٢ سم



قراءة التدريج الثابت = ٢ ملم .
قراءة التدريج الدائري = ٠.١٢ ملم .
فتكون القراءة = ٢ + ٠.١٢ = ٢.١٢ ملم

ثانيا : الكتلة

الكتلة	هي مقدار ما في الجسم من مادة.

- وحدة قياس الكتلة في النظام الدولي الكيلو غرام .
- تقاس كتل الأجسام بالميزان ذي الكفتين و أنواع مختلفة من الموازيين الحساسة .
- يستخدم الميزان ذو الكفتين لقياس كتل الأجسام بنما الميزان النابض لقياس أوزانها وذلك لأن الميزان ذو الكفتين مناسب للكتلة وغير مناسب للوزن .

الكيلو غرام المعياري	كتلة أسطوانة من البلاتين الإريديوم ارتفاعها يساوي قطرها ويساوي ٣٩ ملم محفوظة في المكتب العالمي للأوزان و المقاييس في فرنسا.

ثانيا : الزمن

- قديماً كان الزمن يقاس بالساعة الرمليّة أو المزولة الشمسية .
- وحدة قياس الزمن في مختلف أنظمة القياس هي الثانية .

الثانية المعيارية	الفترة الزمنية التي تكافئ ٩ X ١٠^{٩} ضعف من الزمن اللازم لانتقال لكترون 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:	
١٢٠٠ سم^{٣}	١٢٠٠ x $(١٠^{-٢})^{٣}$ = ١٢٠٠ x $١٠^{-٦}$ = ٠.٠٠١٢ م^{٣}
١٠٠ كم / ساعة	(١٠٠ x $١٠^{٣}$) ÷ ٣٦٠٠ = ١٠٠٠٠٠ ÷ ٣٦٠٠ = ٢٧.٨ م / ث
١ غم / سم^{٣}	(١ x $١٠^{-٣}$ كغم) ÷ $(١٠^{-٢})^{٣}$ = $١٠^{-٣}$ x $١٠^{٦}$ = $١٠^{٣}$ كغم / م^{٣}

١ـ٥ : الكميات الأساسية و المشتقة :

تنقسم الكميات الفيزيائية إلى قسمين :

المقارنة	كميات أساسية	كميات مشتقة
المفهوم	كميات لا يوجد أبسط منها وتعدّ أساسا للكميات الفيزيائية الأخرى	كميات تشتق من الكميات الأساسية
مثال	الطول – الكتلة – الزمن – التيار الكهربائي – درجة الحرارة – كمية المادة – شدة الإضاءة .	الكثافة - السرعة - القوة - الحجم – الشغل – العجلة – معامل انكسار الضوء - التردد - الشحنة الكهربائية -
عددها	٧	٢٢

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

١-٦ : اشتقاق الوحدات :

اشتقاق وحدة قياس السرعة بالنظام الدولي للوحدات.

السرعة = المسافة / الزمن

وحدة المسافة / وحدة الزمن = م / ث

اشتقاق وحدة قياس التسارع بالنظام الدولي للوحدات.

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

وحدة السرعة / وحدة الزمن = م / ث ^{٢}

اشتقاق وحدة قياس الحجم بالنظام الدولي للوحدات.

الحجم = الطول x العرض x الارتفاع

= م x م x م = م ^{٣}

اشتقاق وحدة قياس الشغل بالنظام الدولي للوحدات.

الشغل = القوة x الإزاحة ⇐ = ق x ف

= كغم . م / ث ^{٢} . م ⇐ = كغم . م ^{٢} / ث ^{٢} (الجول)=

اشتقاق وحدة قياس السعة الحرارية بالنظام الدولي للوحدات.

السعة الحرارية = كتلة الجسم x الحرارة النوعية للجسم

= غم x (جول / غم x س°) ⇐ جول / س°

سؤال :١. اشتق وحدات قياس الكميات الآتية:

الكثافة = الكتلة / الحجم.

الكثافة = الكتلة / الحجم ⇐ = كغم / م ^{٣}

القوة = الكتلة × التسارع

القوة = الكتلة × التسارع = كغم × م / ث ^{٢} ⇐ = كغم . م / ث ^{٢} (نيوتن)

الضغط = القوة / المساحة

الضغط = القوة / المساحة = نيوتن / م ^{٢} (باسكال)

الحرارة النوعية = كمية الحرارة / (الكتلة × Δ د)

الحرارة النوعية = كمية الحرارة / (الكتلة × Δ د ⇐ = جول / كغم . س°

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

كميات أساسية	كميات مشتقة
شدة التيار الكهربائي، الطول.	الوزن

أسئلة الفصل

١. وضح المقصود بالمفاهيم التالية:

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
علم الفيزياء	علم يهتم بدراسة المادة والطاقة وحركة الجسيمات، وما يؤثر عليها والخروج بمعادلات تفسّر تلك الظواهر .
القياس	عملية مقارنة كمية فيزيائية بكمية فيزيائية أخرى معيارية متفق عليها من النّوع نفسه تسمى وحدة القياس باستخدام أداة معينة .
الطول	هو المسافة بين نقطتين، ويقاس بوحدة المتر أو أجزائه أو مضاعفاته .
الورنية	أداة تستعمل لقياس الأبعاد الدقيقة مثل السُمك بين سطحين متوازيين وقطر الأسطوانات الداخليّ والخارجيّ وعمق الثقوب .
الكيلو غرام المعياري	كتلة أسطوانة من البلاتين الإريديوم ارتفاعها يساوي قطرها ويساوي ٣٩ ملم محفوظة في المكتب العالمي للأوزان و المقاييس في فرنسا.
الثانية المعيارية	الفترة الزمنية التي تكافئ ٩ X ١٠^{٩} ضعف من الزمن اللازم لانتقال لكترون ذرة السيزيوم (^{133}Cs) بين مستويين من مستويات الطاقة في الذرة..
الكمية الفيزيائية الأساسية	كميات لا يوجد أبسط منها وتعدّ أساسا للكميات الفيزيائية الأخرى
الكمية الفيزيائية المشتقة	كميات تشتق من الكميات الأساسية .

٢. اختر الإجابة الصحيحة لكل واحدة من العبارات الآتية :

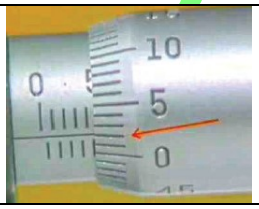
وحدة القياس المناسبة لدرجة الحرارة في النظام الدولي هي:

أ	سيلسيوس	ب	مول
ج	**كلفن**	د	فهرنهيت

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

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

قياس الميكروميتر بوحدة ملم في الشكل المجاور، هو:



أ	٣.٥٢	ب	**٤.٥٢**
ج	٥.٥٢	د	٦.٥٢

٣. علل ما يلي :

أ. يعرف علم الفيزياء بأنه علم الطبيعة.؟

لأنه يهتم بدراسة الظّواهر الطّبيعية التي تتعلق بالمادة والطّاقة وحركة الجسيمات، وما يؤثّر على سير عملها، والخروج بمعادلات وقوانين تفسّر تلك الظواهر، وتتنبّأ بمسيرتها عن طريق نماذج قريبة من الواقع.

ب. لجوء الإنسان إلى اختراع أدوات القياس.؟

لوصف الظّواهر بشكل رقمي مما يسهل معرفتها، واستخدامها، والتّعامل معها.

٤. حول الكميات الآتية إلى الوحدة المقابلة :

٥ ميكرومتر إلى بيكو متر.

٥ × $١٠^{-٦}$ م = ٥ × $١٠^{-٦}$ × $١٠^{-١٢}$ = ٥ × $١٠^{٦}$

٦.٤ لتر إلى ملليتر.

٦.٤ × $١٠^{٣}$ ملليتر = ٦٤٠٠ ملليتر.

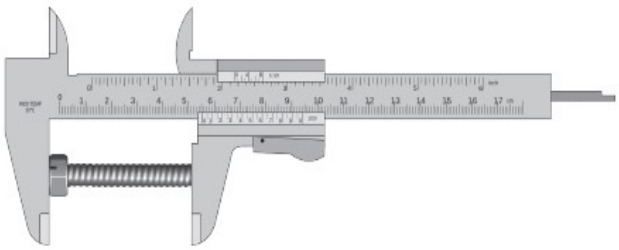
٧٢ كم / س إلى م / ث

(٧٢ × ١٠٠٠) / ٣٦٠٠ = ٢٠ م / ث

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

٢ × $١٠^{-٣}$ كغم . م / $ث^{٢}$ = ٢ × $١٠^{-٣}$ × $١٠^{٣}$ × ١٠٠ غم . سم / $ث^{٢}$ = ٢٠٠ غم . سم / $ث^{٢}$

٥. ما قراءة الورنية في الشكل؟



قراءة الذّراع المدرج = ٥.٥ سم .

قراءة المنزلقة = ٠.٠٣ سم .

قراءة الورنية = ٥.٥ + ٠.٠٣ = ٥.٥٣ سم .

٦. اشتق وحدة كل من:

أ. اشتقاق وحدة قياس الشحنة = شدّة التيار الكهربائي × الزمن بالنظام الدولي للوحدات.

الشّحنة = شدة التّيار الكهربائيّ × الزمن ⇐ أمبير . ث

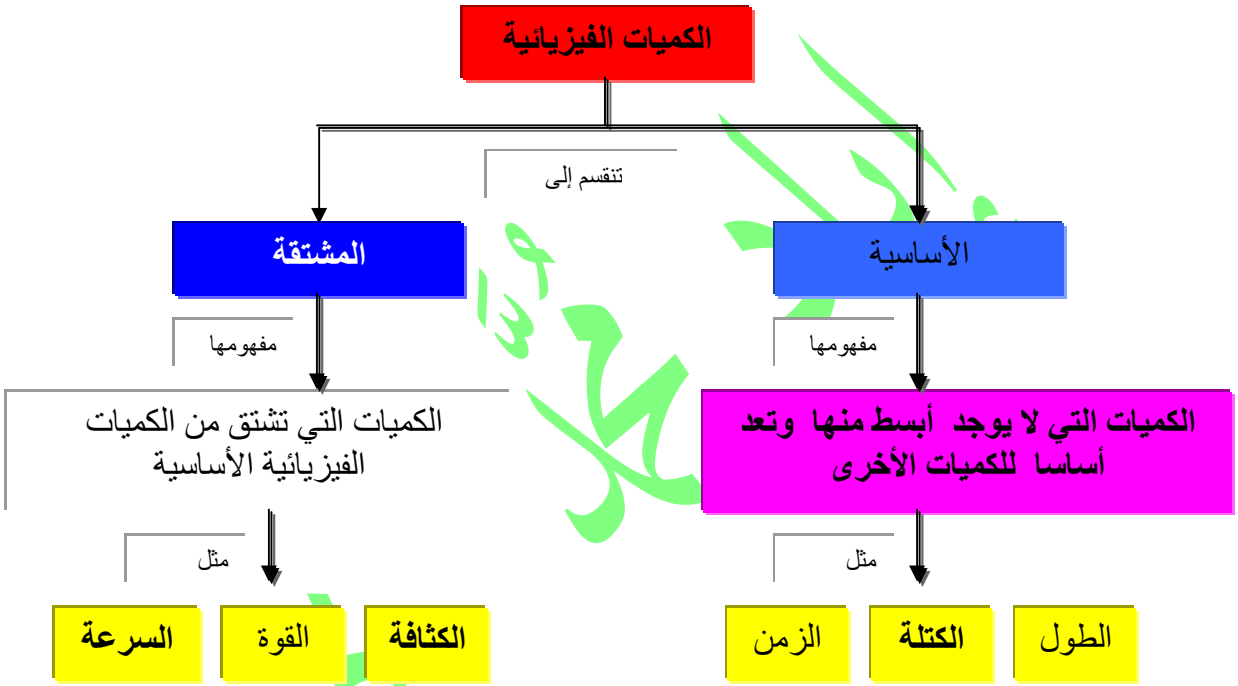
ب. اشتقاق وحدة قياس طاقة الوضع = ك × ج × ف علماً أن ج تسارع الجاذبية الأرضية.بالنظام الدولي للوحدات.

طاقة الوضع = ك × ج × ف

= كغم × (م / $ث^{٢}$) × م ⇐ كغم . $م^{٢}$ / $ث^{٢}$ (جول)

ج. اشتقاق وحدة طاقة الحركة = (٢/١) x ك x ع^{٢} بالنظام الدولي للوحدات.
طاقة الحركة = (٢/١) x ك x ع^{٢} = كغم . (م / ث)^{٢} ⟸ كغم . م^{٢} / ث^{٢} (جول)

٧. أكمل الخريطة المفاهيمية الآتية:



الفصل الثاني: المُتّجهات (Vectors)

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
الكمية الفيزيائية القياسية	هي الكمية الفيزيائية التي تحدد بمقدار ووحدة قياس مناسبة، ويمكن وصفها دون الحاجة إلى تحديد اتجاهها .
الكمية الفيزيائية المتجهة	هي الكميات الفيزيائية التي توصف بتحديد اتجاهها إضافة إلى المقدار ووحدة القياس .
القوة المحصلة $(\overleftarrow{ح})$	قوة وحيدة تحدث في الجسم الأثر نفسه الذي تحدثه القوة الأصلية المؤثرة عليه . (قوة تعمل عمل عدة قوى)
معكوس المتجه	متجه له مقدار المتجه الأصلي نفسه ولكنه يعاكسه في الاتجاه . الزاوية بين المتجه ومعكوسة ١٨٠° .

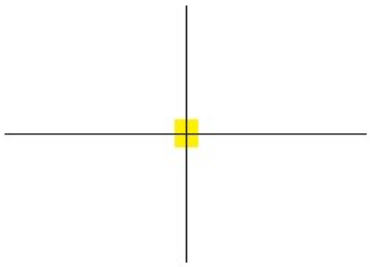
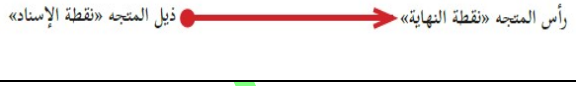
٢-١ : الكميات الفيزيائية :

الكميات الفيزيائية يمكن تقسيمها إلى كمية فيزيائية قياسية وكمية فيزيائية متجهة .

المقارنة	الكمية الفيزيائية القياسية	الكمية الفيزيائية المتجهة
المفهوم	هي الكمية الفيزيائية التي تحدد بمقدار ووحدة قياس مناسبة، ويمكن وصفها دون الحاجة إلى تحديد اتجاهها . (مقدار + وحدة قياس)	هي الكميات الفيزيائية التي توصف بتحديد اتجاهها إضافة إلى المقدار ووحدة القياس . (مقدار + وحدة قياس + اتجاه)
مثال	درجة الحرارة – الزمن – الطول – المسافة – كتلة - كثافة - الضغط – الكتلة .	السرعة - التسارع - القوة - الإزاحة – الوزن – شدة التيار الكهربائي - القدرة الكهربائية .

٢-٢ : رسم المُتجّهات :

لرسم المتجهات نحتاج إلى ما يلي :

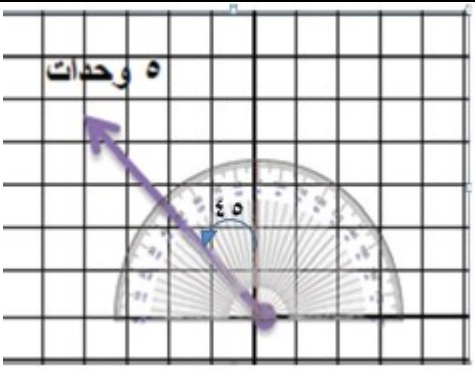
١. نقطة إسناد وتعتبر النقطة (. ، .) نقطة الإسناد بالنسبة للمستوى الديكارتي .	
٢.تحديد مقدار المتجه والذي يحدد بطول القطعة المستقيمة الواصلة بين نقطة الإسناد ورأس المتجه ويتناسب طولها مع طول المتجه الحقيقي باختيار مقياس رسم مناسب.	
٣. تحديد اتجاهه جغرافياً :هناك أربعة اتجاهات رئيسية هي الشرق والغرب والشمال والجنوب.	
٤. يتم تمثيل المتجه بقطعة مستقيمة موجهة طولها يتناسب مع قيمة المتجه تبدأ من نقطة البداية (ذيل المتجه) وتشير نحو نقطة النهاية (رأس المتجه)	

ملاحظة : يسمى المتجه الذي طوله وحدة واحدة متجه الوحدة.

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 مقاسه بالمنقلة.
٣. نرسم قطعة مستقيمة طولها ٥ وحدات



خصائص المُتجّهات :

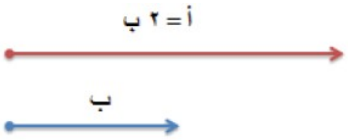
١. تكافؤ المُتجّهات :

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 وكان المتجهان متوازيين.

٢. ضرب المتجه في عدد:

يمكن الحصول على مضاعفات متجه من خلال ضربه بكمية عددية



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

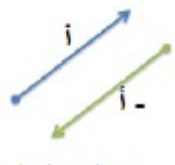
أي أن طول $\overleftarrow{أ}$ = ن ضعف من طول $\overleftarrow{ب}$.

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

مثال (٢) : المتجه $\overleftarrow{س}$ طوله ١٥ وحدة شرقاً، فما المتجه الذي يمثل ثلث طوله؟

الحلّ : المتجه الثلث هو: (١ / ٣) × $\overleftarrow{س}$ = (١ / ٣) × ١٥ = ٥ وحدات شرقا .

٣. معكوس المتجه (سالب المتجه) :



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

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

θ = **صفر**	المتجهان متوازيان .
θ = ١٨٠°	المتجهان متعاكسان .
θ = ٩٠°	المتجهان متعامدان .

مثال (٣) : المتجه $\overleftarrow{ب}$ = ٢٠ باتجاه الجنوب الغربي فما قيمة ـ ٢ $\overleftarrow{ب}$ ؟

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

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

٢ـ٣ : جمع المُتجّهات بيانيا :

القوة المحصلة $(\overleftarrow{ح})$	قوة وحيدة تحدث في الجسم الأثر نفسه الذي تحدثه القوة الأصلية المؤثرة عليه . (قوة تعمل عمل عدة قوى)

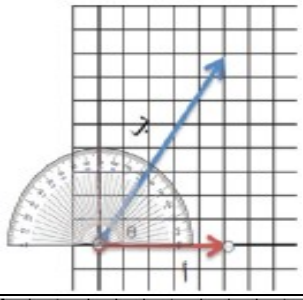
لجمع متجهين يجب أن يكون هذان المتجهان **من النّوع نفسه** فلا يمكن جمع متجه قوة مع متجه سرعة.

كيف يتم جمع متجهين بيانيا ؟

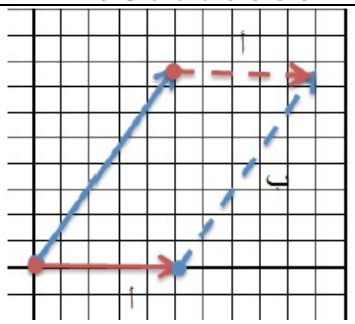
لجمع المُتّجهات بطريقة بيانيّة نتبع الخطوات الآتية:

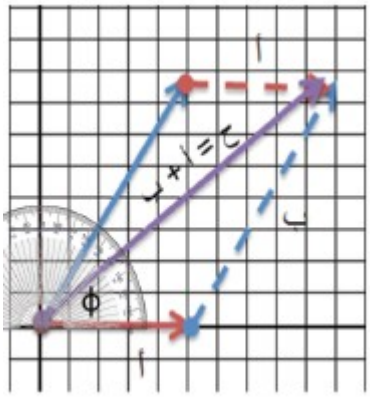
١. نرسم المتجه $\overleftarrow{أ}$ من أي نقطة ولتكن من نقطة الإسناد (٠ ، ٠) مثلاً.

٢. نرسم المتجه $\overleftarrow{ب}$ باتجاه يصنع θ مع محور السينات الموجب من نقطة الإسناد و تقاس بالمنقلة كما بالشكل .



٣. نكمل رسم متوازي الأضلاع من خلال رسم متجه موازٍ للمتجه $\overleftarrow{أ}$ من رأس $\overleftarrow{ب}$ ورسم متجه آخر موازٍ للمتجه $\overleftarrow{ب}$ من رأس المتجه $\overleftarrow{أ}$ عن طريق انسحاب المثلث كما في الشكل .



٤. نرسم قطراً لمتوازي الأضلاع الناتج يمتد من ذيل المتجه $\overleftarrow{أ}$ إلى رأس المتجه $\overleftarrow{ب}$ نسميه المحصلة $(\overleftarrow{ح})$	

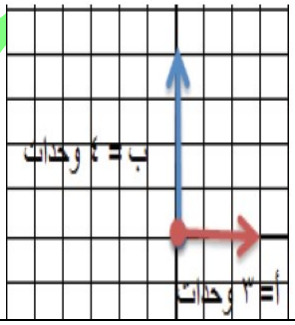
٥. نقيس طول المتجه $(\overleftarrow{ح})$ بالمسطرة ونضربه في مقياس الرسم المناسب فينتج طول المتجه $\overleftarrow{أ} + \overleftarrow{ب}$.

٦. نحدد اتجاه $(\overleftarrow{ح})$ عن طريق قياس الزاوية بينه وبين محور السينات الموجب بالمنقلة.

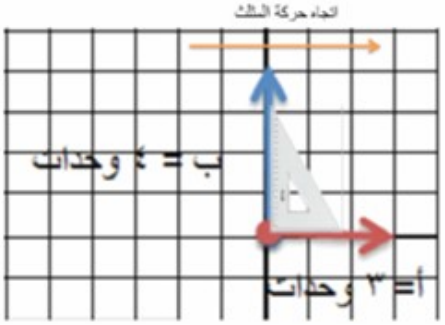
مثال (٤) : لديك المتجهان $\overleftarrow{أ}$ = ٣ وحدات شرقاً والمتجه و المتجه $\overleftarrow{ب}$ = ٤ وحدات شمالا . جد محصلة جمع المتجهين بيانياً بطريقة متوازي الأضلاع.

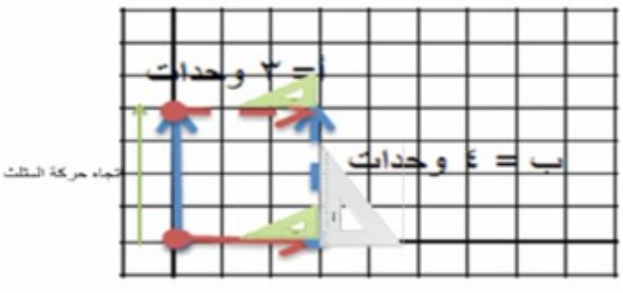
١. نرسم المتجه $\overleftarrow{أ}$ بطول ٣ وحدات شرقاً من نقطة الإسناد.

٢. من نقطة الإسناد نرسم المتجه $\overleftarrow{ب}$ العمودي على $\overleftarrow{أ}$ نحو الشمال بطول ٤ وحدات .

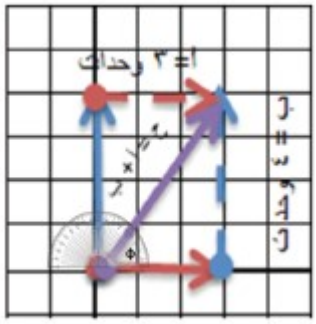


٣. نرسم متجهاً موازياً للمتجه $\overleftarrow{أ}$ من رأس $\overleftarrow{ب}$ و آخر موازياً للمتجه $\overleftarrow{ب}$ من رأس $\overleftarrow{أ}$ بانزلاق المثلث فوق المسطرة ، كما بالشكل .





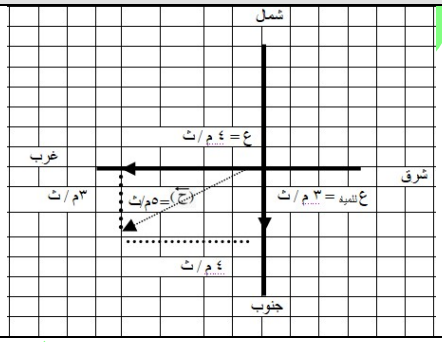
٤. نصل قطر متوازي الأضلاع من ذيل $\overleftarrow{أ}$ إلى رأس الموازي للمتجه $\overleftarrow{ب}$.



٥. نقيس طول القطر بالمسطرة فيكون مقدار المحصلة ٥ وحدات .

٦. نحدد اتجاهه بالمنقلة فتكون الزاوية (٥٣°) .

سؤال : يقطع قارب عرض النهر بسرعة ٤ م/ث باتجاه الغرب، وتتحرك مياه النهر بسرعة ٣ م/ث باتجاه الجنوب، جد بيانياً السرعة الكلية للقارب مقدارا واتجاها.



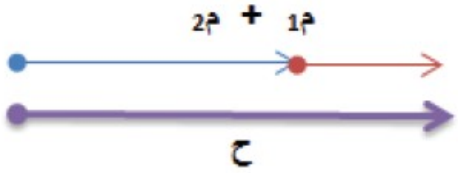
٤-٢ : جمع المُتجّهات حسابيا :

لجمع متجهين أو أكثر حسابياً نحتاج إلى معرفة الزاوية بين المتجهين .

١. **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 $م_٢$

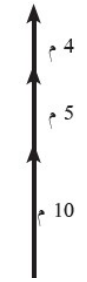


مثال (٥) : يجرّ عليّ صندوقاً بقوة ١٠٠ نيوتن نحو الشرق، ويساعده سعيد فيؤثر بقوة مقدارها ٥٠ نيوتن بالاتجاه نفسه، ما القوة الكلية المؤثّرة في الصندوق؟

$|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{ق_1}| + |\overleftarrow{ق_2}| = ١٠٠ + ٥٠ = ١٥٠$ نيوتن (باتجاه الشرق).

سؤال : إذا تحركت نملة على أرضية صالة باتجاه الشمال وكانت إزاحتها ١٠ م ثم ٥ م ثم ٤ م ، فما مقدار الإزاحة الكلية التي حققتها هذه النّملة عن موضعها الأصلي، مقداراً واتجاهاً؟ مع التوضيح بالرسم؟

$|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{ف_1}| + |\overleftarrow{ف_2}| + |\overleftarrow{ف_3}| = ١٠ + ٥ + ٤ = ١٩$ متر شمالا



٢. **جمع متجهين متعاكسين (الزاوية بينهما = ١٨٠ °) .**

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

$|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{م_1}| - |\overleftarrow{م_2}|$، باتجاه الأكبر قيمة « $\overleftarrow{م_1}$ »

مثال (٦) في لعبة شدّ الحبل يشدّ الفريق الأول باتجاه الشرق، ويؤثّر الفريق الثاني بقوة شدّ باتجاه الغرب، جد:

أ. محصلة الفريق الأول ؟

القوى جميعها في اتجاه الشرق محصلتها تساوي حاصل جمعها و باتجاه الشرق:
ق الفريق الأول = ٢٠ + ٤٠ + ٦٠ + ٨٠ = ٢٠٠ نيوتن شرقا .

ب. محصلة الفريق الثاني ؟

محصلة القوى جميعها باتجاه الغرب حاصل جمعها وباتجاه الغرب:
ق الفريق الثاني = ٨٠ + ١٠٠ + ١٦٠ + ٦٠ = ٤٠٠ نيوتن غربا .

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

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 x ١٠ ^٤ نيوتن بقوة مقدارها ٢.٥ x ١٠ ^٤ نيوتن باتجاه الأعلى، فما محصلة القوة التي تؤثّر على السيارة، مقداراً واتجاهاً؟

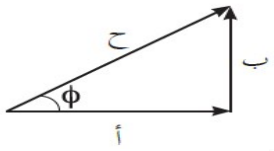
وزن السيارة لأسفل = ٢ x ١٠ ^٤ نيوتن .
القوة الرافعة لأعلى = ٢.٥ x ١٠ ^٤ نيوتن .

$$|\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{ق}_{\text{لأعلى}}| - |\overleftarrow{ق}_{\text{لأسفل}}| = ٢.٥ \times ١٠^{٤} - ٢ \times ١٠^{٤}$$

$$|\overleftarrow{ح}| = ٠.٥ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن لأعلى}$$

٣. **إيجاد محصلة متجهين متعامدين حسابياً (الزاوية بينهما = ٩٠ °) .**

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

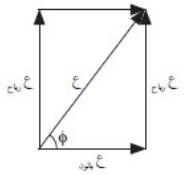


$$|\overleftarrow{ح}|^{٢} = |\overleftarrow{أ}|^{٢} + |\overleftarrow{ب}|^{٢}$$

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



$|\overleftarrow{ع}_{\text{الكلية}}| = \sqrt{|\overleftarrow{ع}_{\text{بالون}}|^{٢} + |\overleftarrow{ع}_{\text{رياح}}|^{٢}}$ ،

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

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

$|\overleftarrow{ع}_{\text{الكلية}}|^{٢} = |\overleftarrow{ع}_{\text{بالون}}|^{٢} + |\overleftarrow{ع}_{\text{رياح}}|^{٢}$

$= (٣)^{٢} + (٤)^{٢}$

لحساب الاتجاه:

$\phi = \text{ظا}^{-١}$ (المقابل/ المجاور)

$= \text{ظا}^{-١}\left(|\overleftarrow{ع}_{\text{رياح}}| / |\overleftarrow{ع}_{\text{بالون}}|\right)$

$= \text{ظا}^{-١}\frac{٤}{٣}$

$\phi = ٥٣$ مع الشرق

إياد خضر

أسئلة الفصل

١. وضوح المقصود بما يلي :

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
الكمية الفيزيائية القياسية	هي الكمية الفيزيائية التي تحدد بمقدار ووحدة قياس مناسبة، ويمكن وصفها دون الحاجة إلى تحديد اتجاهها .
الكمية الفيزيائية المتجهة	هي الكميات الفيزيائية التي توصف بتحديد اتجاهها إضافة إلى المقدار ووحدة القياس .
القوة المحصلة $(\overleftarrow{ح})$	قوة وحيدة تحدث في الجسم الأثر نفسه الذي تحدثه القوة الأصلية المؤثرة عليه . (قوة تعمل عمل عدة قوى)
معكوس المتجه	متجه له مقدار المتجه الأصلي نفسه ولكنه يعاكسه في الاتجاه . الزاوية بين المتجه ومعكوسة ١٨٠° .

٢. اختر الإجابة الصحيحة لكل واحدة من العبارات الآتية :

الكمية المتجهة تحدد ب:

أ	المقدار فقط.	ب	الاتجاه فقط.
ج	المقدار والاتجاه.	د	**المقدار والاتجاه ووحدة القياس.**

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

أ	ق	ب	**٢ ق**
ج	٠.٥ ق	د	$\sqrt{2}$ ق

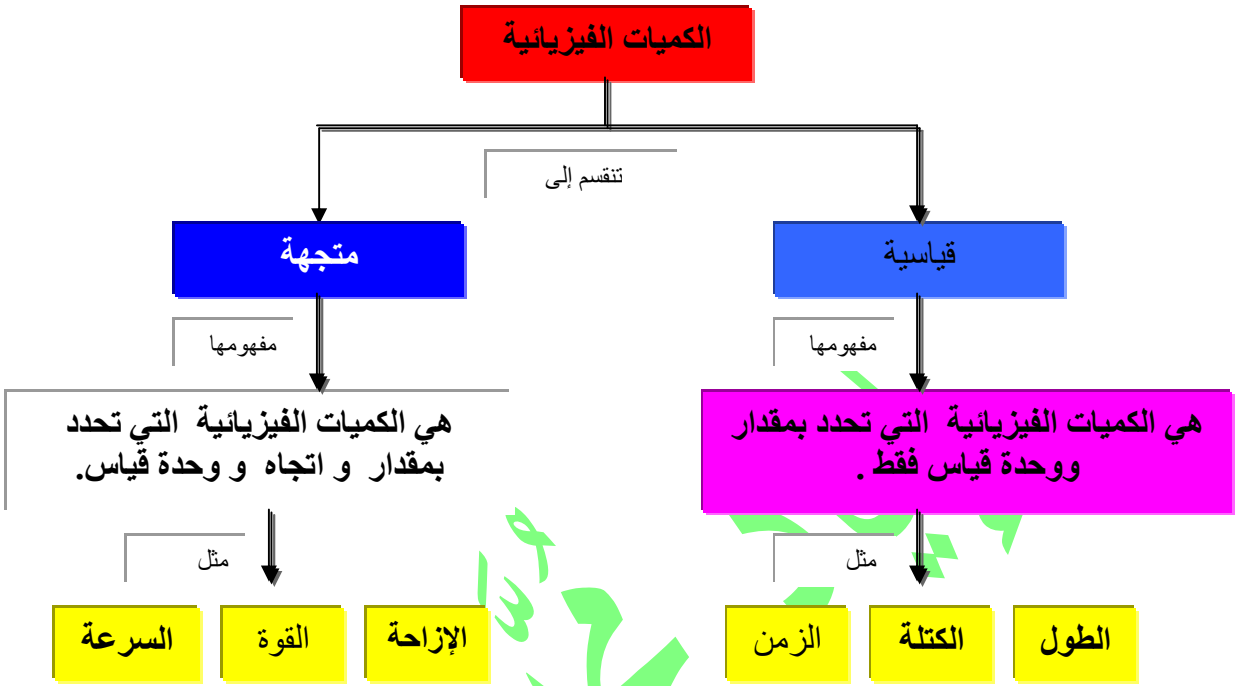
إذا كان المتجه $\overleftarrow{أ}$ **= ١٥ وحدة باتجاه الشرق والمتجه** $\overleftarrow{ب}$ **= ١٠ وحدات باتجاه الغرب، فإن اتجاه محصلتهما هو:**

أ	**الشرق**	ب	الغرب
ج	الشمال	د	الجنوب

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

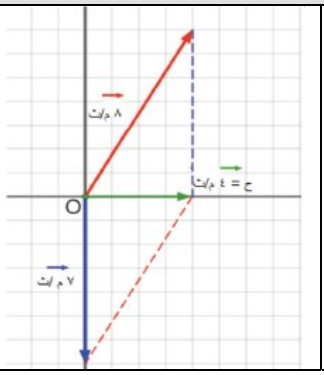
٣. أكمل الخريطة المفاهيمية الآتية:



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

مقدار القوة الأخرى حتى تصبح المحصلة = صفر هي ٤ نيوتن باتجاه الجنوب الشرقي .

٥. 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.

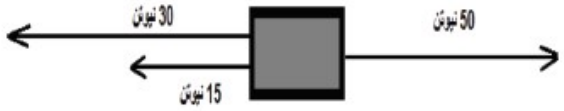


السرعة الكلية = ع المحصلة = الضلع المقابل للزاوية = ٣٠°

الضلع المقابل للزاوية ٣٠° = ٠.٥ x وتر المثلث
ع المحصلة = ٠.٥ x ٨

ع المحصلة = ٤ م / ث باتجاه الشرق .

٦. 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؟



- ٣٠ نيوتن ، ١٥ نيوتن في نفس الاتجاه .

إذن ح$_{١}$ = ٣٠ + ١٥ = ٤٥ نيوتن .

- ٤٥ نيوتن ، ٥٠ نيوتن متعاكستان .

إذن ح $_{\text{الكلية}}$ = ٥٠ + ٤٥ = ٥ نيوتن نحو الشرق (اتجاه القوة الأكبر) .

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

ح = ٣٠٠ نيوتن . ق$_{١}$ = ١٢٠ نيوتن ، ق$_{٢}$ = ؟؟

ح = ق$_{١}$ + ق$_{٢}$

٣٠٠ = ١٢٠ + ق$_{٢}$

ق$_{٢}$ = ٣٠٠ – ١٢٠ ⇐ ق$_{٢}$ = ١٨٠ نيوتن بالاتجاه نفسه .

إياد محمد خضر

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
متجه الموضع	الخط المستقيم المنطلق من نقطة الإسناد إلى موضع الجسم.
نقطة الإسناد	هي نقطة على المستوى الديكارتي إحداثها السيني والصادي صفر
المسافة	طول المسار الحقيقي الذي يسلكه الجسم خلال حركته. طول المسار المقطوع من موضع إلى موضع أخر .
الإزاحة	المتجه الواصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية .
السرعة المتوسطة	هي المعدل الزمني للإزاحة أو بأنها الإزاحة الكلية مقسومة على الزمن اللازم لقطعها، وتقاس بوحدة م/ث و تكون باتجاه الإزاحة نفسها.
السرعة اللحظية	هي سرعة جسم متحرك عند لحظة معينة .
السقوط الحر	هو سقوط جسم رأسيا من ارتفاع ما تحت تأثير وزنه فقط
متوسط التسارع	التغير في سرعة الجسم لمتجه بالنسبة للزمن ووحدة قياسها م / ث^{2} .
زمن التحليق	ضعفي زمن وصول الجسم لأقصى ارتفاع (مجموع زمني الصعود والسقوط) .
التسارع	هو التغير في السرعة بالنسبة للزمن .
التسارع الثابت	هو التسارع الذي يكون فيه معدل التغير في سرعة الجسم منتظما بالنسبة للزمن خلال حركته مقدارا و اتجاها .

إياد خضر

٣-١ : الموضع والإزاحة والمسافة :

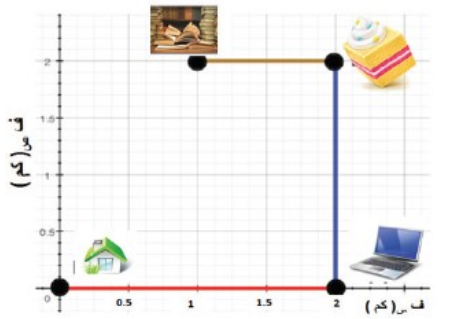
متجه الموضع	هو المتجه الواصل بين نقطة البداية(نقطة الإسناد)ونقطة النهاية . أو المتجه الذي يمكن تمثيله بالخط المستقيم المنطلق من نقطة الإسناد إلى موضع ذلك الجسم .
نقطة الإسناد	هي نقطة على المستوى الديكارتي إحداثها السيني والصادي صفر .
المسافة	طول المسار الحقيقي الذي يسلكه الجسم خلال حركته .
الإزاحة	هي المتجه الواصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية.

فكر : ما العناصر الأساسية لتحديد متجه الموضع لجسم ما؟

١. نقطة الإسناد(نقطة البداية.)
٢. نقطة النهاية.
٣. مقدار الكمية المتّجهة.
٤. اتجاه الكمية المتجهة.

نشاط ٤ : المسافة والإزاحة

الشكل 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؟

المسافة التي قطعها أحمد للانتقال من منزله نحو مكان عمله = ٢ كم .

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

المسافة التي قطعها للانتقال من مكان عمله نحو متجر الحلويات = ٢ كم .

٣. ما المسافة الكلية ما بين منزله ومتجر الحلويات؟

المسافة الكلية ما بين منزله ومتجر الحلويات = ٤ كم .

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

أقصر مسار يقطعه أحمد مباشرة من منزله باتجاه ليصل متجر الحلويات = ٢.٨٢ كم .(حسب نظرية فيثاغورث)

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

في (١) قطع مسافة ٢ كم من منزله لمكان عملة ، في (٢) قطع مسافة ٢ كم من مكان عملة إلى متجر الحلويات ، في (٤) أخذ طريقا مباشرا من منزله ليصل متجر الحلويات ليمثل طول وتر المثلث وحسب نظرية فيثاغورث تكون المسافة أقل من ٤ كم وتساوي ٢.٨٢ كم .

مثال (١) : يتحرك طفل في عربته مسافة ١٠م باتجاه الشرق ثم يرجع إلى الغرب مسافة ٧ م ، احسب:
١. المسافة المقطوعة ؟
المسافة (ف) = الطول الحقيقي للمسار المقطوع . = المجموع الجبريّ للمسافات التي قطعتها عربة الطفل = ١٠ + ٧ = ١٧ م
٢. إزاحة عربة الطفل؟
الإزاحة $\overleftarrow{(ف)}$ = المسافة بين نقطة البداية و نقطة النهاية مباشرة = حاصل جمع الاتجاهات. $\overleftarrow{ح} = \overleftarrow{ف_1} + \overleftarrow{ف_2}$ $\quad |\overleftarrow{ح}| = |\overleftarrow{ف_1}| - |\overleftarrow{ف_2}|$ ١٠ – ٣ = ٧ م شرق .

مثال (٢) : يدور سائق بسيارته حول دوار مدينة نابلس الذي نصف قطره ٥ م ، دورة كاملة حيث يشكل مساراً دائرياً، احسب ما يلي:
١. المسافة المقطوعة ؟
المسافة (ف) = الطول الحقيقي للمسار = محيط الدائرة = ٢ ط نق = ٢ × ٣.١٤ × ٥ = ٣١.٤ م
٢. الإزاحة الكلية للسيارة الكلية؟
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.
لا يمكن أن تكون إزاحة الجسم أكبر من المسافة التي يقطعها؛ لأن أكبر إزاحة يقوم بها الجسم عندما يتحرّك في خط مستقيم وفي الاتجاه نفسه، وعندها تكون الإزاحة تساوي المسافة المقطوعة.

٣-٢ : السرعة المتوسطة :

نشاط ٥ : السرعة المتوسطة

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

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

١. أيّ السيارتين أسرع؟ ولماذا؟
السيارة الحمراء .
٢. ما العامل الثابت في هذه الحالة؟ وما العامل المتغيّر؟
العامل الثابت هو المسافة ، **العامل المتغيّر هو** الزمن .
٣. ما علاقة السرعة بالعامل المتغيّر(طردية أم عكسية)؟
علاقة عكسية.

المرحلة الثانية : حُدِد زمن السباق ٣٠ دقيقة قطعت الحمراء خلالها إزاحة مقدارها ٢٠ كم شرقا ، والزرقاء ٣٠ كم شرقا . بر أيك:

١. أيّ السيارتين أسرع؟ ولماذا؟
الزرقاء .
٢. ما العامل الثابت في هذه الحالة؟ وما العامل المتغيّر؟
العامل الثابت هو الزمن ، **العامل المتغيّر هو** الإزاحة .
٣. ما علاقة السرعة بالعامل المتغيّر(طردية أم عكسية)؟
طردية .

العلاقة التي تربط بين السرعة والزمن و الإزاحة هي :

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

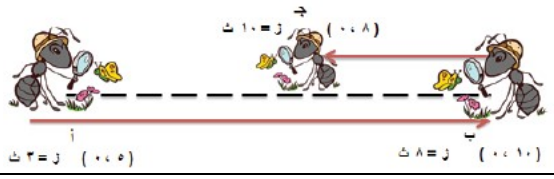
حيث :
ع = السرعة المتوسطة (م / ث) .
Δ ف : الإزاحة (م) .
Δ ز : الزمن (ث)

السرعة المتوسطة	هي المعدل الزمنيّ للإزاحة، أو بأنها الإزاحة الكلية مقسومة على الزمن اللازم لقطعها، وتقاس بوحدة م/ث و تكون باتجاه الإزاحة نفسها.

إذا أردنا المقارنة بين سرعتي السيارتين بالمثال السابق:

في الحالة الأولى:	في الحالة الثانية:
$\overleftarrow{ع}$ الحمراء = $\overleftarrow{ف}$ / ز = ٣٠ × ٦٠/٣٠/١٠٠٠ = ١٦,٦ م/ث شرقاً	$\overleftarrow{ع}$ الحمراء = $\overleftarrow{ف}$ / ز = ٦٠×٣٠/٢٠٠٠٠ = ١١,١م/ث شرقاً
$\overleftarrow{ع}$ الزرقاء = $\overleftarrow{ف}$ / ز = ٣٠٠٠٠ / ٦٠×٤٠ = ١٢,٥ م / ث شرقاً	$\overleftarrow{ع}$ الزرقاء = $\overleftarrow{ف}$ / ز = ٦٠×٣٠/٣٠٠٠٠ = 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 .

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

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

$$= \frac{١٠ - ٥}{٨ - ٣}$$

$$= \frac{٥}{٥} = ١ \text{ سم/ث باتجاه الشرق}$$

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

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

خضر

٣-٣ : السرعة اللحظية :

السرعة اللحظية	هي سرعة جسم متحرك عند لحظة معينة .

كيف يمكن حساب السرعة اللحظية لجسم ما؟

نفرض 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 النقطتين أ و ب وتعتبرها السرعة اللحظية عند ج.

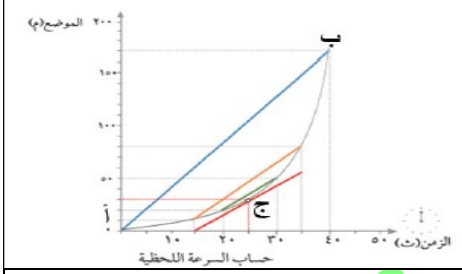
ما عليك سوى تقريب النقطتين أ و ب من بعضهما بعضا حتى توشكان على الانطباق عند النقطة ج حتى يؤول فرق الزمن بينهما إلى الصفر عندها تصبح السرعة المتوسطة مساوية للسرعة اللحظية والسرعة اللحظية تساوي ميل المماس للمنحنى (ف - ز)عند لحظة معينة.

فكر:

١. في أي لحظة تتساوى السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة؟

تتساوى السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة عندما تتحرك بسرعة ثابتة .

٢. احسب السرعة اللحظية للجسم عند ز = ٢٥ ث من الشكل ؟



ميل المماس = **Δ ف / Δ ز**

عند ز = ٢٥

ج = (ف ٢ - ف ١) ÷ (ز ٢ - ز ١)

ج = (٥٨ – ٠) ÷ (٣٥ – ١٥)

ج = ٥٨ ÷ ٢٠

ج = ٢.٩ م / ث .

٤-٣ : التسارع :

إذا لم تتغير سرعة الجسم ف إنه يبقى متحركاً بسرعة ثابتة، أما إذا تغيرت سرعته مع الزمن فهو يتسارع .
عندما تزداد السرعة فإن الجسم يتسارع وعندما تقل فإنه يتباطأ.

التسارع	هو التغير في سرعة الجسم المتجهة بالنسبة للزمن ويقاس التسارع بوحدة م/ث^{٢} .

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

$\overleftarrow{ت} = \overleftarrow{ع_{٢}} - \overleftarrow{ع_{١}} / ز_{٢} - ز_{١}$

$\overleftarrow{ت}$: 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)

أنواع التسارع :

١. تسارع موجب : أي أن السرعة تزداد .
٢. تسارع سالب : أي أن السرعة تتناقص .
٣. التسارع = صفر : أي أن السرعة ثابتة .

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.

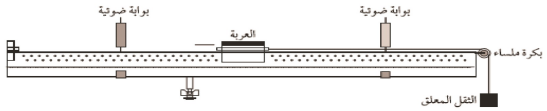
$\overleftarrow{ت} = \Delta \overleftarrow{ع} / \Delta ز$

$\overleftarrow{ت} = \overleftarrow{ع_{٢}} - \overleftarrow{ع_{١}} / ز_{٢} - ز_{١}$

$٣ = \overleftarrow{ع_{٢}} - ٠ / ٤ - ٠$

$\overleftarrow{ع_{٢}} = ٣ \times ٤ = ١٢$ م/ث

نشاط (٦) : حساب التسارع عمليا :

المواد والأدوات:	السكة الهوائية وملحقاتها وجهاز التوقيت .
الخطوات :	١. ركّب السكة الهوائية كما هو مبين في الشكل.  ٢. قم بقياس المسافة بين الأطراف الموضوعة على العربة . ٣. ضبط استواء السكة الهوائية أو بميزان التسوية. ٤. ركبّ البوابتين الضوئية على مسافة مناسبة من السكة الهوائية وربطهما بالعدد الرقميّ. ٥. ثبّت حاجزً على شكل حرف U على العربة ثم اعمل على قياس عرضه. ٦. ثبّت البكرة على طرف السّكة. ٧. اربط العربة بخيط خفيف يمرّ حول البكرة ويرتبط في نهايته خطاف صغير. ٨. شغّل العداد على وظيفة قياس التسارع في العداد. ٩. علقّ كتلة معروفة في طرف الخيط الحر (واحسب وزنها) والذي يمثلّ القوة لمؤثرة. ١٠. شغّل المضخّة الهوائية وترك العربة تتحرك خلال البوابتين الضوئيتين تحت تأثير ثقل لجسم. ١١. سجّل القراءات لثلاثة لتي تظهر على لعدد بالترتيب وهي على لنحو الآتي: • القراءة لأولى: زمن قطع الحاجز للبوابة لأولى ز ١ (عرض الحاجز ٥ سم أو ٣ سم). • القراءة الثانية: زمن قطع الحاجز للبوابة الثانية ز ٢ . • القراءة لثالثة: الزمن المستغرق لقطع المسافة بين البوابتين ز ٣ . المسافة (ف) بين طرفي العربة ١٠سم (٠.١)م ، ٥ سم (٠.٠٥) ، ٢ سم (٠.٠٢) م نختار إحداها ولتكن ٥سم (٠.٠٥ م) .

المسافة ف(م)	ز(ث)	
ف عرض الحاجز فوق العربة =	ز ١ البوابة الأولى=	ع ١ = ف/ز ١
	ز ٢ البوابة الثانية=	ع ٢ = ف/ز ٢
ف بين البوابتين الضوئيتين =	ز بين البوابتين=	ع = Δف / Δز

يتم تسجيل النتائج حسب التجربة العملية .

٣-٥ : وصف منحنيات الحركة :

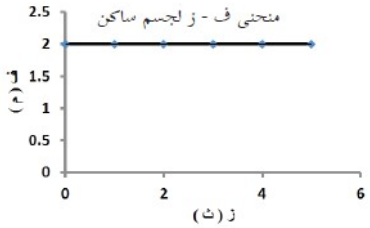
الحالة الأولى - الموضع ثابت:

مثال (٥) : **راقب صحفيّ سيارة إسعاف قطعت إزاحة ٢ م من حاجز عسكري وتوقفت، و أخذ يسجّل القراءات فكانت كما في الجدول الآتي:**

ز(ث)	٠	٢	٤	٦
ف(م)	٢	٢	٢	٢

١. مثّل القراءات السابقة بيانياً ؟

عند تمثيل البيانات نضع الزمن على محور السينات والإزاحة على محور الصادات نمثّل لكل نقطة من النقاط على الجدول .



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

نجد ميل الخط المستقيم وهو يساوي السرعة المتوسطة.

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

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

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

إياد محمد خضر

الحالة الثانية ـ الحركة بسرعة ثابتة:

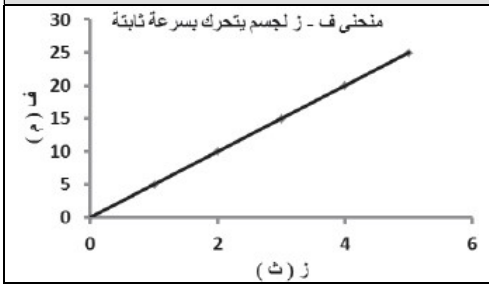
لنفرض أن سيارة تتحرك على خطّ مستقيم باتجاه الشرق وتُعطى المسافات التي تقطعها في أزمنة ثابتة كما هو مُعطى في الجدول الآتي:

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 ؟

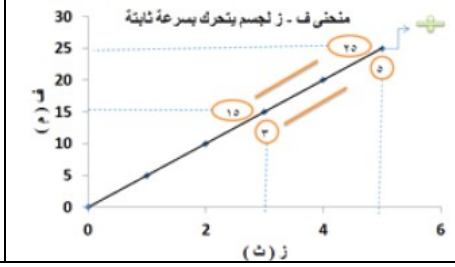
نعم ، $\overleftarrow{ع} = \overleftarrow{ف} / ز \Leftarrow \overleftarrow{ع} = ٥ / ١ = ٥$ م / ث

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

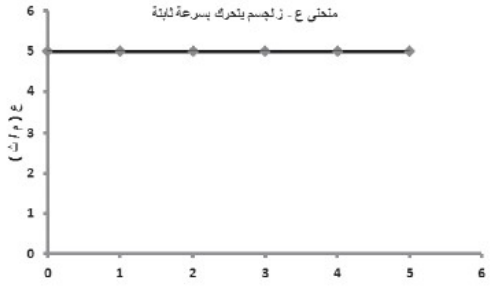


نختار نقطتين على محور الصادات ونجد الفرق بينهما ثم نجد الفرق بين النقطتين المقابلتين لهما على محور السينات، نقسّم الرقمين في الخطوتين السابقتين على بعضهما بعضا **Δ** ف / **Δ** ز .

نستنتج أن ميل الخطّ المستقيم لمنحنى(ف – ز) يمثّل السرعة المتوسطة لحركة السيارة.



نلاحظ أن المسافات تتزايد بصورة منتظمة مع تغير الزمن .لذلك نقول أن السرعة ثابتة لأن الفرق بين كل مسافتين متتاليتين = مقداراً ثابتاً .
وبما أن السرعة ثابتة لا تتغير بتغير الزمن فإن التسارع يساوي صفرا.



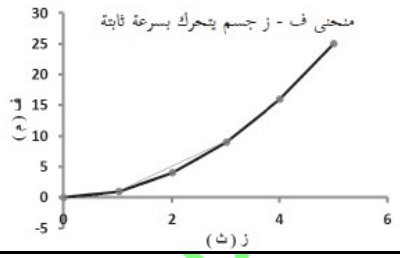
الحالة الثالثة ـ التغير في الموضع غير منتظم(السرعة متزايدة بانتظام):

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.

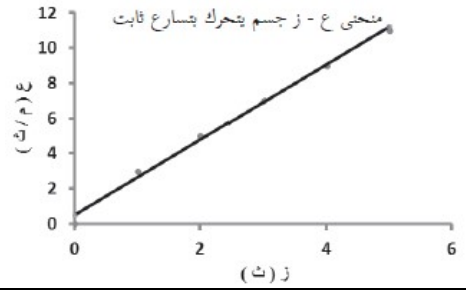
ز(ث)	٠	١	٢	٣	٤
ف(م)	١	١	٤	٩	١٦

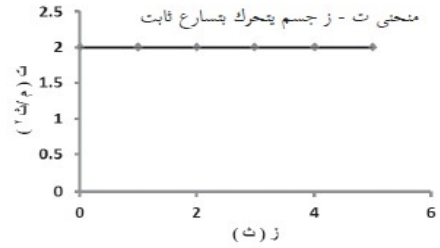
لحساب السرعة المتوسطة في الفترة (١ ، ٣) نأخذ نقطتين على المنحنى ونصل بينهما بخطٍ مستقيم ثم نجد ميله من الشكل .

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

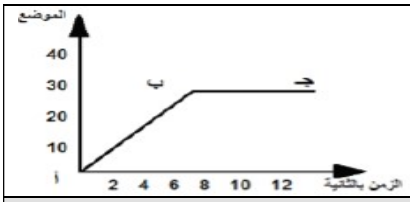


لوصف الحركة فإن ف تتزايد بصورة غير منتظمة مع الزمن في حين أن السرعة المتوسطة تتزايد بصورة منتظمة ويبقى التسارع ثابتاً مع الزمن





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؟

يتحرك الجسم بسرعة ثابتة في الفترة أ - ب.

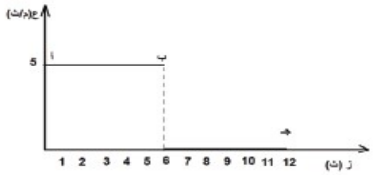
٢. احسب سرعة الجسم في الفترة أ- ب ؟

سرعة الجسم في الفترة أ – ب =

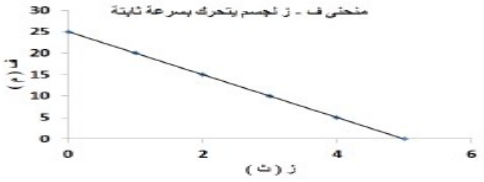
ع = Δ ف / Δ ز = (ف٢ – ف١) ÷ (ز٢ – ز١) = (٣٠ – ٠) ÷ (٦ – ٠)

ع = ٣٠ ÷ ٦ = ٥ م/ث .

٣. ارسم منحنى ع – ز ؟



س٢ : يمثّل الرسم البيانيّ المجاور العلاقة بين السرعة – الزمن ، أجب عن الأسئلة الآتية:



١. أمثّل حركة الجسم من حيث(السرعة -الزمن)؟

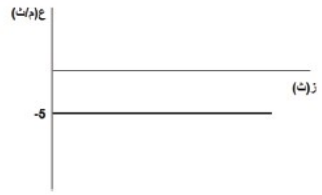
ز(ث)	٠	١	٢	٣	٤
ف(م)	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥

ع = Δ ف / Δ ز = (ف٢ – ف١) ÷ (ز٢ – ز١) =

(٢٠ – ٢٥) ÷ (١ – ٠)

ع = -٥ ÷ ١ = -٥ م/ث .

ز(ث)	١	٢	٣	٤	٥
ع (م/ث)	-٥	-٥	-٥	-٥	-٥



٢. ماذا تعني الإشارة السالبة للسرعة ؟

الإشارة السّالبة للسرعة :تعني أن الجسم يتحرّك في عكس اتجاه حركته الأولى.

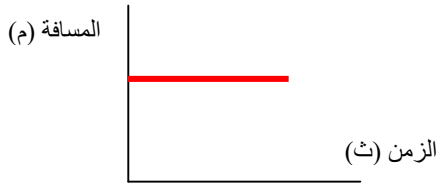
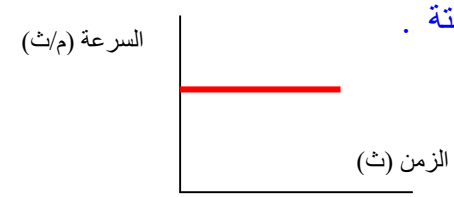
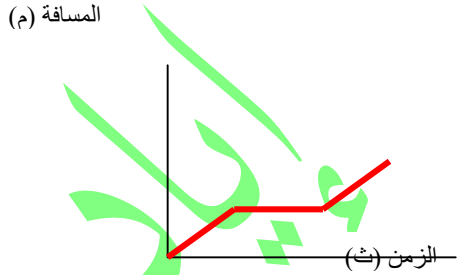
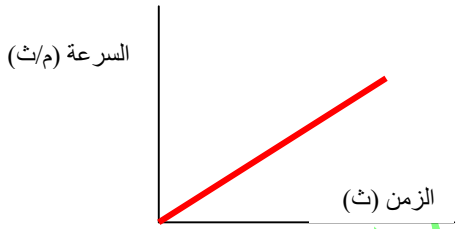
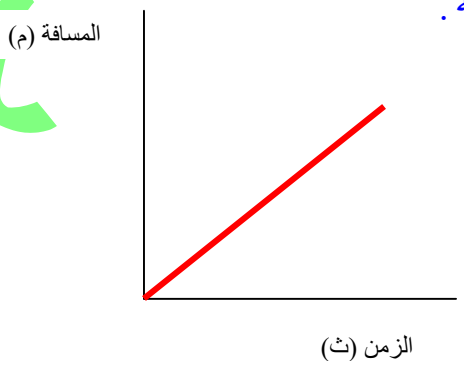
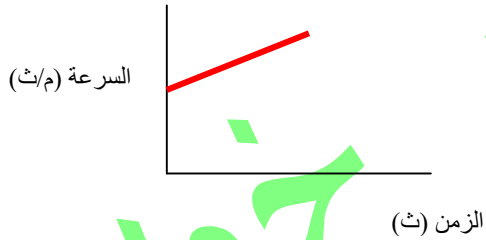
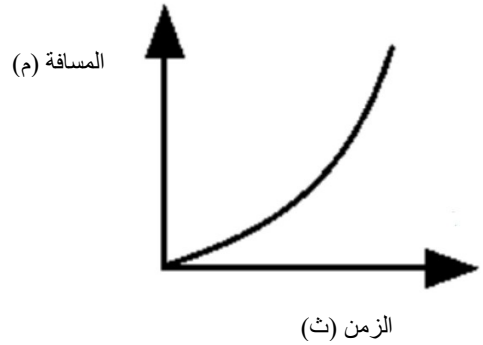
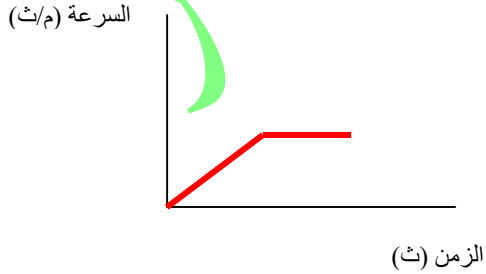
٣. كم يساوي التسارع؟

ت = Δ ع / Δ ز

ت = (ع٢ - ع١) ÷ (ز٢ – ز١) ⇐ (-٥ – (-٥)) ÷ (٥- ٠)

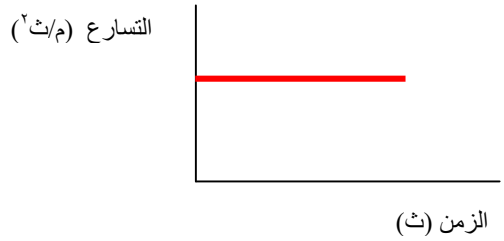
ت = (-٥ + ٥) ÷ ٥ ⇐ (صفر ÷ ٥) = صفر

ملخص لوصف منحنيات الحركة

منحنى المسافة والزمن لجسم ساكن .  	منحنى السرعة والزمن لجسم يتحرك بسرعة ثابتة . 
منحنى المسافة والزمن لجسم متحرك .  	منحنى السرعة والزمن لجسم بدأ الحركة من السكون و بسرعة ثابتة (تسارع ثابت) 
منحنى المسافة والزمن لجسم يتحرك بسرعة ثابتة .  	منحنى السرعة والزمن لجسم بدأ الحركة بسرعة ابتدائية معينة وبتسارع موجب منتظم. 
منحنى المسافة والزمن لجسم بدأ حركته من السكون و بسرعة ثابتة .  	منحنى السرعة والزمن لجسم بدأ الحركة من السكون بتسارع ثابت ثم ثبتت سرعته . 

إياد خضر

منحنى التسارع والزمن لجسم يتحرك السكون بتسارع ثابت .



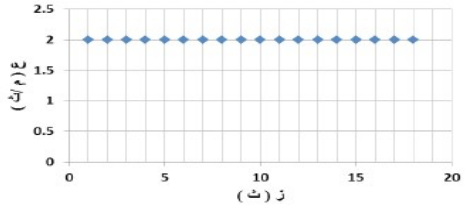
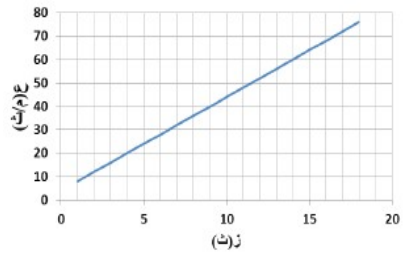
٦-٣ : الحركة بتسارع ثابت :

التسارع	هو التغير في السرعة بالنسبة للزمن .
التسارع الثابت	هو التسارع الذي يكون فيه معدل التغير في سرعة الجسم منتظما بالنسبة للزمن خلال حركته مقدارا و اتجاها . مثل : سقوط الأجسام سقوطا حرا 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:

الحالة الأولى	الحالة الثانية
	

في أيّ الحالتين تكون السرعة ثابتة؟
في الحالة الأولى .
في أيّ الحالتين يكون التسارع ثابتاً؟
في الحالة الثانية

استنتاج معادلة الحركة التي تربط بين السرعة والتسارع والزمن :

متوسط السرعة ($\overleftarrow{ت}$) = $\Delta \overleftarrow{ع} / \Delta$ ز ، في حالة التسارع الثابت فإن متوسط التسارع يساوي التسارع .

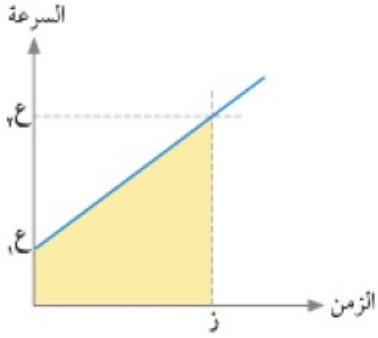
أي أن : $\overleftarrow{ت}$ = $\overleftarrow{ع_٢}$ - $\overleftarrow{ع_١}$ / ز

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

$\overleftarrow{ع_٢}$ = $\overleftarrow{ع_١}$ + $\overleftarrow{ت}$ ز

$\overleftarrow{ع_٢}$ = السرعة النهائية .
$\overleftarrow{ع_١}$ = السرعة الابتدائية.
$\overleftarrow{ت}$ = التسارع.
ز = الزمن .

استنتاج معادلة الحركة بتسارع ثابت التي تربط بين الإزاحة والزمن والتسارع :



$\overleftarrow{ف}$ = المساحة تحت منحنى (ع – ز) = مساحة شبه المنحرف

= $\frac{١}{٢}$ × (مجموع القاعدتين) × الارتفاع

= $\frac{١}{٢}$ × ($\overleftarrow{ع_١}$ + $\overleftarrow{ع_٢}$) × ز

لكن من معادلة الحركة ١ فإن $\overleftarrow{ع_٢}$ = $\overleftarrow{ع_١}$ + $\overleftarrow{ت}$ × ز

$\overleftarrow{ف}$ = $\frac{١}{٢}$ × ($\overleftarrow{ع_١}$ ز + $\overleftarrow{ع_١}$ + $\overleftarrow{ت}$ × ز) × ز)

$\frac{١}{٢}$ × (٢$\overleftarrow{ع_١}$ × ز + $\overleftarrow{ت}$ × ز٢)

$\overleftarrow{ف}$ = $\overleftarrow{ع_١}$ × ز + (٢/١ × $\overleftarrow{ت}$ × ز^{٢})

استنتاج معادلة الحركة بتسارع ثابت التي تربط بين الإزاحة والسرعة والتسارع :

ف = $\overline{ع}$ × ز ، $\overline{ع}$ = $\frac{ع_٢ + ع_١}{٢}$

$ع_٢$ = $ع_١$ + ت × ز ، ز = $\frac{ع_٢ - ع_١}{ت}$

ف = $\frac{ع_٢ + ع_١}{٢}$ × ز

ف = $\frac{ع_٢ + ع_١}{٢}$ × $\frac{ع_٢ - ع_١}{ت}$

$\overleftarrow{ع_٢}^{٢}$ = $\overleftarrow{ع_١}^{٢}$ + ز + ٢ $\overleftarrow{ت}$ ف)

تستخدم هذه المعادلة في حالة الزمن الغير معلوم .

مثال (٧) : يتحرك جسم من السكون بتسارع ثابت مقداره ٢.٥ م/ث^{٢} إذا أصبحت سرعته ٥ م / ث خلال زمن معين احسب :

١. الفترة الزمنية لحركة الجسم ؟

$$\overleftarrow{ع_{٢}} = \overleftarrow{ع_{١}} + \overleftarrow{ت} \times ز$$

$$٥ = ٠ + ٢,٥ \times ز$$

$$ز = ٢ث$$

٢. الإزاحة التي قطعها الجسم خلال فترة الحركة ؟

$$ع_{٢}^{٢} = ع_{١}^{٢} + (٢ \times ت \times ف)$$

$$٥^{٢} = ٠^{٢} + ٢ \times ٢,٥ \times ف$$

$$٢٥ \div ٥ = ف \qquad ف = ٥ م$$

مثال (٨) يقطع جسم إزاحة ١٠ م خلال زمن مقداره ٢ث من بدء حركته، إذا كان الجسم يتحرك بتسارع ثابت مقداره ٤ م/ث^{٢} **احسب :**

١. السرعة الابتدائية للجسم ؟

$$\overleftarrow{ف} = \overleftarrow{ع_{١}} \times ز + \frac{١}{٢} \times \overleftarrow{ت} \times ز^{٢}$$

$$١٠ = \overleftarrow{ع_{١}} \times ٢ + \frac{١}{٢} \times ٤ \times ٢^{٢}$$

$$(١٠ - ٨) \div ٢ = \overleftarrow{ع_{١}} \quad \ldots\ldots \quad \overleftarrow{ع_{١}} = ١م/ث$$

٢. سرعته النهائية عند ٢ ث ؟

$$\overleftarrow{ع_{٢}} = \overleftarrow{ع_{١}} + (\overleftarrow{ت} \times ز)$$

$$= ١ + ٤ \times ٢ = ٩م/ث$$

٣-٧ : الحركة الرأسيّة في مجال الجاذبيّة الأرضيّة :

عندما يسقط جسم ما من ارتفاع معين فإنه يتحرك تحت تأثير قوتين :
الأولى : وزن الجسم واتجاهه لأسفل .
الثانية : مقاومة الهواء واتجاهها عكس اتجاه الحركة .

ملاحظة : الجسم يسقط تحت تأثير وزنه فقط.

أولا :السقوط الحر:

السقوط الحر	هو 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} .
- جميع الأجسام الساقطة سقوط حر لها نفس التسارع بغض النظر عن الكتلة حسب شرح جاليلو .
- هذه النظرية سائرة على كل الأجسام ولكن فقط في حالة الورقة يجب تقليل مقاومة الهواء لضمان السقوط الحر لها .

نشاط (٧) : 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، سجِّل 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 ثم أجب عن السؤال التالي :هل تسارع الأجسام المختلفة الساقطة سقوطاً حراً نحو الأرض يكون متساوياً أم مختلفاً؟
الملاحظة :	* 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. * جميع الأجسام الساقطة سقوط حر لها نفس التسارع بغض النظر عن الكتلة حسب شرح جاليلو .

نشاط (٨) : حساب تسارع الجاذبية الأرضية :

المواد والأدوات: جهاز السقوط الحر وملحقاته.

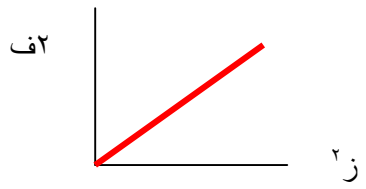
الخطوات :

١. صلْ العداد الزمني بمصدر الكهرباء.
٢. ضع الوصلات الخاصة بالبوابات الضوئية في أماكنها (P_1،P_2) والوصلة الخاصة بالمغناطيس في الفتحة الثالثة.
٣. شغّل الجهاز بالضغط على زر التشغيل.
٤. اضغط مفتاح المغناطيس S_6 إلى وضع التشغيل.
٥. ضع الكرة المعدنية على المغناطيس الكهربائي فيجذبها ثم اضبط الوضع الرأسي عن طريق خيط (البلبل)المرفق بالجهاز.
٦. اضبط مفتاح الوظيفة على وضع التسارع .
٧. اضغط مفتاح المغناطيس على وضع إيقاف ليفقد مغناطيسيته وتسقط الكرة خلال البوابتين فتبدأ القراءات بالظهور وهما قراءتان متتاليتان:
   - القراءة الأولى: زمن قطع الكرة للمسافة (ف١) من نقطة السقوط للبوابة الأولى ز١ .
   - القراءة الثانية: زمن قطع الكرة للمسافة (ف٢) من نقطة السقوط للبوابة الأولى ز٢ .
٨. كرر الخطوة السابقة لارتفاعات مختلفة وسجّل القراءات في الجدول الآتي :الآن ارسم العلاقة بين (٢ف – ز^{٢}) ثم احسب الميل للعلاقة
   - ماذا يمثّل الميل في العلاقة السابقة؟
   - ما مصادر الخطأ في التجربة؟

ف(م)	٢ف	Δ ز (ث)	ز^{٢} (ث^{٢})
٠.٤	٠.٨	٠.٢٨٩	٠.٠٨٣
٠.٦	١.٢	٠.٣٥٢	٠١٢٣
٠.٨	١.٦	٠.٤٠٦	٠.١٦٤
١	٢	٠.٤٥٦	٠٢٠٧

الملاحظة :

الميل = Δ ٢ف / Δ ز^{٢}
الميل = (٠.٨ – ٢) / (٠.٢٠٧ – ٠.٠٨٣)
الميل = ١.٢ / ٠.١٢٤
الميل = جـ = ٩.٧ م / ث^{٢} (تسارع الجاذبية الأرضية).



إياد محمد خضر

- في حالة الجسم الساقط سقوطاً حرا فإن سرعته الابتدائية على الأغلب =صفراً و ت = - جـ = - ١٠ م / ث^{٢} . وكذلك الحال لبقية الكميات المتجهة(ف، ع.)
- **عند سقوط جسم من السكون سقوطا حرا تزداد سرعته** وذلك لأن الجسم يتأثر بقوة جذب الأرض التي تكسبه عجلة منتظمة تعمل على زيادة سرعته تدريجيا حتى تصل إلى أقصى قيمة لحظة اصطدامه بالأرض .
- **تصل الأجسام المتماثلة بالكثافة سطح الأرض في نفس الزمن عند سقوطها** معا وذلك لأن تسارع الجاذبية الأرضية ثابت ولا يعتمد على الكتلة .
- **تسقط الريشة في زمن أكبر من زمن سقوط الحجر** وذلك بسبب مقاومة الهواء للريشة .

ماذا نعني بقولنا أن : تسارع الجاذبية الأرضية يساوي ٩.٨ م / ث^{٢} ؟
أي أن سرعة الجسم الساقط نحو الأرض تزداد بمعدل ٩.٨ م / ث^{٢} .

معادلات حركة الأجسام في مجال الجاذبية الأرضية على النحو الآتي :
ع$_{٢}$ = ع$_{١}$ + جـ ز .
ع$^{٢}_{٢}$ = ع$^{٢}_{١}$ + ٢ جـ ف .
ف = ع$_{١}$ ز + ١/٢ جـ ز^{٢} .

مثال (٩) : سقط صندوق من طائرة ثابتة على ارتفاع ٢ كم سقوطا حراً، (بإهمال مقاومة الهواء)احسب:

١.السرعة النهائية التي يصل بها للأرض ؟

ع$^{٢}_{٢}$ = ع$^{٢}_{١}$ + ٢ × جـ × ف

= ٠ + ٢- × ١٠ × ٢٠٠٠-

= ٤ × ١٠^{٤}

ع$_{٢}$ = ٢٠٠م/ ث باتجاه الأسفل

٢. زمن وصوله الأرض ؟

$\overleftarrow{ع_{٢}} = \overleftarrow{ع_{١}} + \overleftarrow{جـ} \times ز$

٢٠٠- = ٠ - ١٠ × ز

ز = ٢٠ث

ثانيا :المقذوف الرأسي :

- عند قذف جسم لأعلى فإن حركته تكون عكس الجاذبية الأرضية ولذلك يكون التسارع بالاتجاه المعاكس للحركة أثناء الصعود ت = - جـ = - ١٠ م / ث^{٢}
- 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 ، احسب:

١.السرعة الابتدائية التي قذف بها الجسم ؟

$ع_{٢}^{٢} = ع_{١}^{٢} + ٢ \times جـ \times ف$

$٠ = ع_{١}^{٢} - ٢ \times ١٠ \times ٢٠$

$ع_{١}^{٢} = ٤٠٠$

$ع_{١} = ٢٠$م/ ث باتجاه الأعلى

٢. زمن وصوله لأقصى ارتفاع ؟

$\overleftarrow{ع_{٢}} = \overleftarrow{ع_{١}} + \overleftarrow{جـ} \times ز$

$٠ = ٢٠ - ١٠ \times ز$

$ز = ٢ + ث$

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

١. سرعة وصول الجسم عند سطح الأرض؟

ع$_{١}$ = صفر ، ع$_{٢}$ = ؟؟ ، ز = ٣ ث ، جـ = ١٠ م/ث^{٢}

ع$_{٢}$ = ع$_{١}$ + جـ ز = ٠ + ١٠ × ٣ = ٣٠ م / ث (باتجاه الأسفل) .

٢. الارتفاع الذي سقط منه الجسم

ع$_{١}$ = صفر ، ع$_{٢}$ = ٣٠ ، ف= ؟؟ ، جـ = ١٠ م/ث^{٢}

ع$_{٢}^{٢}$ = ع$_{١}^{٢}$ + ٢ جـ ف

٣٠ = ٠ + ٢ × ١٠ × ف

٣٠ = ٢٠ف

ف = ٣٠ / ٢٠ ← ف = ١.٥ م .

أسئلة الفصل

١. وضوح المقصود بما يلي :

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
الإزاحة	المتجه الواصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية.
التسارع	التّغير في سرعة الجسم بالنسبة للزمن، ويقاس التّسارع بوحدة م / ث^{٢} ويكون باتجاه السّرعة نفسها عندما تزداد السّرعة، فإن الجسم يتسارع وعندما تقلّ فإنه يتباطأ.
السقوط الحر	هو سقوط جسم رأسياً من ارتفاع ما تحت تأثير وزنه فقط بإهمال مقاومة الهواء.

٢. اختر الإجابة الصحيحة لكل واحدة من العبارات الآتية :

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

أ	٤	ب	صفرا
ج	$٤\sqrt{٢}$	د	$٨\sqrt{}$

المساحة تحت منحنى ع – ز تساوي:

أ	الموضع	ب	**الإزاحة**
ج	التسارع	د	السرعة

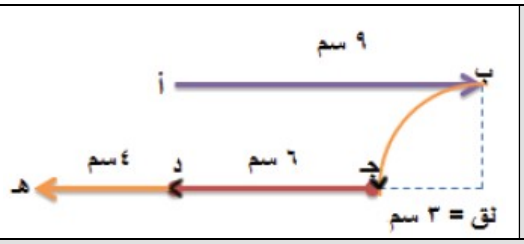
عند سقوط كرتين مختلفتين في الكتلة من الارتفاع نفسه, وبإهمال مقاومة الهواء، فإن العبارة الصحيحة التي تتعلق بزمن وصولهما:

أ	زمن الكرة الكبيرة < زمن الكرة الصغيرة	ب	**زمن الكرة الكبيرة = زمن الكرة الصغيرة**
ج	زمن الكرة الكبيرة > زمن الكرة الصغيرة	د	لا علاقة للزمنين ببعضهما بعضا.

قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة ع ١، فإن الزمن اللازم للجسم ليصل أقصى ارتفاع يساوي:

أ	**ع$_{١}$ / جـ**	ب	٢ع$_{١}$ / جـ
ج	جـ / ع$_{١}$	د	٢جـ / ع$_{١}$

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



المسافة التي قطعتها الحشرة في رحلتها.

المسافة = أب + ب ج + ج د + د هـ

المسافة = ٩ + (٠.٢٥ × ٢ ط نق) + ٦ + ٤

المسافة = ٩ + (٠.٢٥ × ٢ × ٣.١٤ × ٣) + ٦ + ٤

المسافة = ٩ +٤.٧١+٦+٤

المسافة = ٢٣.٧١ سم .

الإزاحة الكلية للحشرة.

الإزاحة = الوتر أ هـ

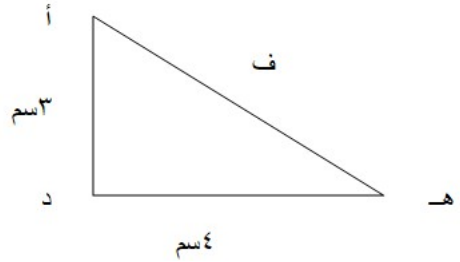
من نظرية فيثاغورث :

$(\text{أهـ})^{٢} = (\text{أد})^{٢} + (\text{دهـ})^{٢}$

$(\text{أهـ})^{٢} = (٣)^{٢} + (٤)^{٢}$

$(\text{أهـ})^{٢} = ٢٥$

(أهـ) = ٥ سم .

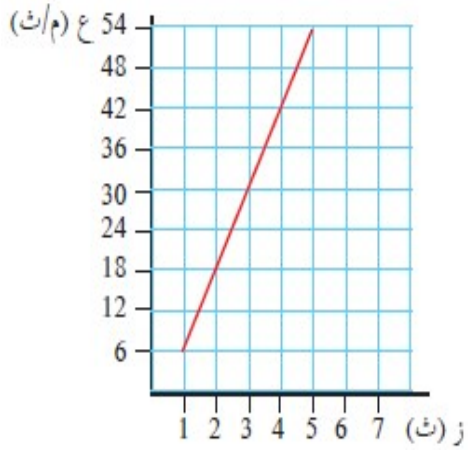


٤. أكمل الجدول الآتي لتتمكن من التمييز بين الإزاحة والمسافة لجسم تحرّك من موضعه:

وجه المقارنة	الإزاحة	المسافة
مفهومها	المتّجه الواصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية.	طول المسار الحقيقي الذي يقطعه الجسم.
نوع الكمية الفيزيائية	أساسية - متّجهة	أساسية - قياسية
متى تكون صفرا	عندما يعود الجسم لنقطة البداية.	عندما لا يتحرك الجسم من موضعه
وحدة القياس	متر + الاتجاه	متر

٥.يمثّل الجدول التالي النتائج التي توصّل إليها أسامة عند دراسته حركة عربة كتلتها (١ كغم) تتحرك على مستوى أفقيّ أملس .اعتماداً على النتائج التي حصل عليها أسامة، ارسم الخطّ البيانيّ الذي يمثّل حركة العربة ثم احسب إزاحة العربة وتسارعها.

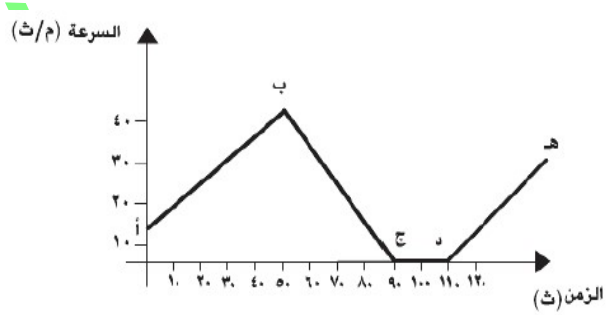
الزمن (ث)	١	٢	٣	٤	٥
السرعة (م /ث)	٦	١٨	٣٠	٤٢	٥٤



الإزاحة = مساحة شبه المنحرف
الإزاحة = ١/ ٢ (مجموع القاعدتين) × الارتفاع
الإزاحة = ١/ ٢ (٥٤ + ٦) × ٤
الإزاحة = ٣٠ × ٤ = ١٢٠ م .

التسارع = Δ ع / Δ ز
التسارع = (ع$_٢$ – ع$_١$) ÷ (ز$_٢$ – ز$_١$)
التسارع = (٥٤ – ٦) ÷ (٥ – ١)
التسارع = ٤٨ ÷ ٤
التسارع = ١٢ م / ث^٢ .

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



الفترة	أ ـ ب	ب – جـ	جـ ـ د	د – هـ
السرعة	تتزايد بانتظام	تتناقص بانتظام	صفر	تتزايد بانتظام
التسارع	ثابت	ثابت	صفر	ثابت

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

١. تسارع الجسم ؟

ع١ = ٥ م/ث ، ف = ١٥٠ م ، ع٢ = ٢٥ م / ث

ع٢٢ = ع١٢ + ٢ × ت × ف

(٢٥)٢ = (٥)٢ + ٢ × ت × ١٥٠
٦٢٥ = ٢٥ + ٣٠٠ ت
٣٠٠ ت = ٦٢٥ _ ٢٥
٣٠٠ ت = ٦٠٠
ت = ٢ م / ث٢ (وهو المطلوب) .

٢. الزمن اللازم لقطع الإزاحة ؟

ع٢ = ع١ + ت × ز
٢٥ = ٥ + ٢ ز
٢ ز = ٢٥ _ ٥
٢ ز = ٢٠
ز = ١٠ ث .

٣. الإزاحة التي قطعها في الثانية العاشرة فقط ؟

أولاً : نحسب الإزاحة التي قطعها حتى الثّانية التّاسعة (ز = ٩ ث) :

ف = ع١ × ز + (٠.٥ × ت × ز٢)
ف = ٥ × ٩ + (٠.٥ × ٢ × (٩)٢)
ف = ٤٥ + ٨١ = ١٢٦ م

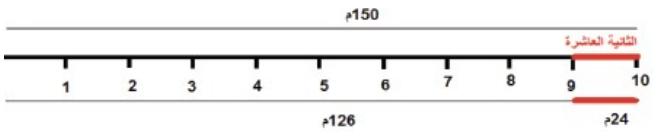
ثانيا : تكون الإزاحة في الثّانية العاشرة فقط =الإزاحة التي قطعها الجسم في ١٠ ث ناقص الإزاحة التي قطعها الجسم في ٩ ث .

ف خلال الثانية العاشرة = ف الكلية بعد ١٠ ثواني – ف بعد ٩ ثواني

نحسب الإزاحة التي قطعها حتى الثّانية التّاسعة (ز = ١٠ ث)

ف = ع١ × ز + (٠.٥ × ت × ز٢)
ف = ٥ × ١٠ + (٠.٥ × ٢ × (١٠)٢)
ف = ٥٠ + ١٠٠ = ١٥٠ م

ف خلال الثانية العاشرة = ف الكلية بعد ١٠ ثواني – ف بعد ٩ ثواني
ف خلال الثانية العاشرة = ١٥٠ _ ١٢٦ = ٢٤ م



إياد محمد خضر

٨. قذف جسم رأسياً لأعلى فكان أقصى ارتفاع وصله ٤٥ م ، جد :

١. السرعة الابتدائية التي قذف بها الجسم ؟

ع$_{٢}$ = صفر ، ف = ٤٥ م ، جـ = - ١٠ م / ث^{٢}

(ع$_{٢}$)^{٢} = (ع$_{١}$)^{٢} + ٢ × - جـ × ف (جـ سالبة وباقي القيم موجبة)

صفر = (ع$_{١}$)^{٢} + ٢ × - ١٠ × ٤٥

(ع$_{١}$)^{٢} = ٩٠٠ ⇐ ع$_{١}$ = ٣٠ م / ث .

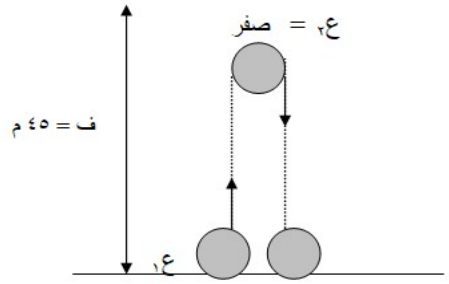
٢. زمن وصوله لأقصى ارتفاع ؟

ع$_{٢}$ = ع$_{١}$ + جـ ز

صفر = ٣٠ + (- ١٠) ز

- ٣٠ = - ١٠ ز

ز = ٣ ث



٣. زمن التحليق للجسم؟

زمن التحليق = ٢ × زمن الصعود

زمن التحليق = ٢ × ٣

زمن التحليق = ٦ ث .

إياد محمد خضر

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
القوة	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 .
قوة الوزن	مقدار القوة التي تؤثّر بها الأرض في الأجسام فتسحبها نحو مركزها .
قوة التلامس العمودية	هي القوة العمودية التي يؤثّر بها السطح على جسم موضوع عليه عند تلامسهما وتكون دائما عمودية على السطح .
قوة الشد في الحبال والخيوط	هي قوة تنشأ في حبل ما نتيجة التأثير عليه بقوة، ويكون الشد خارجاً من الجسم و باتجاه الحبل .
قوة المرونة للنابض	هي خاصية للأجسام تتغير بها أشكالها عندما تؤثر عليها قوة و بها تعود لإشكالها الأصلية عندما تزول القوة المؤثرة عليها .
قوة الاسترجاع	هي قوة تساوي وتعاكس القوة الخارجية المؤثرّة على النابض .
ثابت مرونة النابض	مقدار القوة اللازمة لإحداث استطالة مقدارها ١ متر في نابض مرن .
حد المرونة	حد معين من الطول إذا تجاوزه النابض لا يستطيع العودة إلى وضعه الأصلي بل يبقى عند طوله الجديد .
القوة المركزية	هي القوة التي تنشأ عندما يتحرك الجسم في مسار دائريّ حيث يكون اتجاهها باتجاه مركز الدائرة .
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 : $\overleftarrow{ت} = \overleftarrow{\Delta ع} / \Delta ز$.
التسارع المركزي	هو التسارع الذي يكون باتجاه مركز المسار الدائري الذي يدور فيه.
الزمن الدوري	هو الزمن اللازم للجسم ليكمل دورة واحدة كاملة على محيط الدائرة .
التردد	هو عدد الدورات التي يدورها الجسم خلال ثانية واحدة ووحدة قياسه هيرتز أو $ث^{-١}$. أو هو مقلوب الزمن الدوري .
قانون نيوتن الأول	الجسم الساكن يبقى ساكنا والجسم المتحرك بسرعة ثابتة يبقى كما هو ما لم تؤثر عليه قوى خارجية .
قانون نيوتن الثاني	التسارع الذي يتحرك به جسم يتناسب طرديا مع القوة المؤثرة على الجسم وعكسيا مع كتلته .
قانون نيوتن الثالث	لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومعاكسه في الاتجاه .
القصور الذاتي للأجسام	هو الممانعة التي يبديها الجسم لتغيير حالته الحركية بفعل كتلته.
كتلة القصور	هي الكتلة الناتجة عن قسمة القوة المؤثرة على التسارع ، وهي خاصية فيزيائية تُقاس بوحدة الكيلوغرام.

- تتحرك الأجسام الساكنة إذا أثرت عليها قوة ما ، و تُغيّر هذه القوة من مقدار سرعة الجسم أو اتجاهه أو كليهما .
- يعتمد مقدار التّسارع الحاصل للجسم على كل من القوة المؤثّرة وكتلة ذلك الجسم .

١-٤ : القوة :

القوة	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 .
وحدة القياس نيوتن	هي القوة اللازمة لإكساب كتلة مقدارها واحد كيلو غرام تسارعا مقداره واحد م / ث^{٢} باتجاهها .

- تقاس بعض القوى بالميزان النابضيّ .
- **وحدة قياس القوة** : نيوتن و تكافئ كجم . م / ث^{٢} .

ماذا نقصد بأن القوة المؤثرة على جسم تساوي ١٠ نيوتن ؟
أي أنه إذا أثرنا على جسم كتلته واحد كغم بقوة مقدارها ١٠ نيوتن أكسبته تسارع ١٠ م / ث^{٢} .

أنواع القوى المختلفة في الطبيعة :

١. قوة الوزن ($\overleftarrow{و}$) .
٢. قوة التلامس العمودية (ر) .
٣. قوة الاحتكاك (قح) .
٤. قوة الشدّ في الحبال والخيوط.
٥. قوة المرونة للنابض .
٦. القوة المركزية .
٧. القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية.

١. قوة الوزن ($\overleftarrow{و}$)

قوة الوزن ($\overleftarrow{و}$)	مقدار القوة التي تؤثّر بها الأرض في الأجسام فتسحبها نحو مركزها .

العوامل التي تعتمد عليها قوة الوزن :

١. **كتلة الجسم :** تزداد قوة الوزن للجسم كلما ازدادت كتلته .
٢. **تسارع الجاذبية الأرضية.**

يُقاس الوزن باستخدام الميزان النابضي : و (ك × جـ) .

٢. قوة التلامس العمودية ($\overleftarrow{ر}$)

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

٣.قوة الاحتكاك (قح)

قوة الاحتكاك	هي الممانعة التي يبديها الجسم لتغيير حالته بفعل أيّ قوة خارجية و تكون قوة الاحتكاك عكس اتجاه الحركة دائماً.

- تنشأ قوة الاحتكاك بسبب وجود نتوءات على سطحي الجسمين المتلامسين فتتداخل النتوءات معاً وتعيق الحركة.

٤.قوة الشد في الحبال والخيوط

قوة الشد في الحبال والخيوط	هي قوة تنشأ في حبل ما نتيجة التأثير عليه بقوة، ويكون الشد خارجاً من الجسم و باتجاه الحبل .

٥.قوة المرونة للنابض

قوة المرونة للنابض	هي خاصية للأجسام تتغير بها أشكالها عندما تؤثر عليها قوة و بها تعود لإشكالها الأصلية عندما تزول القوة المؤثرة عليها .

- إذا عُلّق جسم بنابض وكانت إزاحته بمقدار (س) من موضع الاتزان فإن النابض يؤثّر عليه بقوة تحاول إعادته إلى هذا الموضع وتسمّى بقوة الاسترجاع .

قوة الاسترجاع	هي قوة تساوي وتعاكس القوة الخارجية المؤثرّة على النابض .
قانون هوك	مقدار الزيادة في طول النابض يتناسب طرديا مع مقدار القوة المسببة له .

يُعبر عن قوة الاسترجاع رياضيّاً بالمعادلة: $\overleftarrow{ق} = - أ \overleftarrow{س}$

حيث أن :

ق : قوة الاسترجاع .

أ : ثابت المرونة للنابض (نيوتن / م) .

س : مقدار الزيادة في الطول .

الإشارة السالبة : تشير إلى أن اتجاه القوة يعاكس اتجاه الإزاحة.

ثابت مرونة النابض	مقدار القوة اللازمة لإحداث استطالة مقدارها ١ متر في نابض مرن .

- 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 .
- تتناسب الاستطالة طردياً مع مقدار القوة المؤثرة .
- عند 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.

حد المرونة	حد معين من الطول إذا تجاوزه النابض لا يستطيع العودة إلى وضعه الأصلي بل يبقى عند طوله الجديد .

مثال (١) : كتلة سعاد ٦٠ كغم، تجلس على كرسي فانضغط نابض الكرسي بمقدار ٣ سم .

١. احسب ثابت النابض الموجود في الكرسي؟

ق = الوزن = أ س

٦٠٠ نيوتن = أ × ٠.٠٣ م

أ = ٦٠٠ ÷ ٠.٠٣

أ = ٢٠٠٠٠ نيوتن / م

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

ق = الوزن = أ سَ

٩٠٠ = ٢٠٠٠٠ × سَ

سَ = ٩٠٠ ÷ ٢٠٠٠٠

سَ = ٠.٠٤٥ م .

فكر : في فوائد الاحتكاك ؟

١. يسهل حركة وسائل المواصلات المختلفة، مثل السّيارات، من خلال إنشاء قوة احتكاك بين الأرض والعجلات.
٢. يساعد وسائل النّقل على التّوقف بشكل آمن.
٣. يُسهم في تثبيت التّربة على قمم الجبال، وتثبيت البنايات مكانها.
٤. يساعد على الوقوف بشكل ثابت، كما يساعد على السّير.
٥. يساعد في إمساك الأشياء، وعدم إسقاطها.

٦.القوة المركزية

القوة المركزية	هي القوة التي تنشأ عندما يتحرك الجسم في مسار دائريّ حيث يكون اتجاهها باتجاه مركز الدائرة .

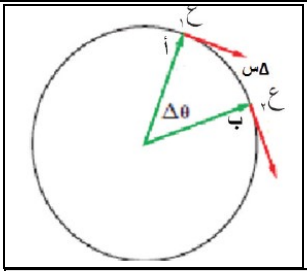
- اتجاه التسارع يكون باتجاه المركز، وبالتالي فإن القانون الثاني لنيوتن يمكن تطبيقه على الحركة الدائرية المنتظمة (ق المحصلة = ك ت مركزي) .

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 : $\overleftarrow{ت_م} = \overleftarrow{\Delta ع} / \Delta ز$.

التسارع المركزي	هو التسارع الذي يكون باتجاه مركز المسار الدائري الذي يدور فيه.

سمي التسارع المركزي بهذا الاسم لأنه يكون دائما باتجاه مركز المسار الذي يدور فيه الجسم .

العلاقة الرياضية التي تبين العلاقة بين التسارع المركزي وسرعة الجسم :



- 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 .

$$ت_م = ع^2 / نق$$

$$ت_{المركزية} = ك \times ع^2 / نق$$

$ت_م$ = التسارع المركزي .

ع = سرعة الجسم .

نق = نصف قطر المسار .

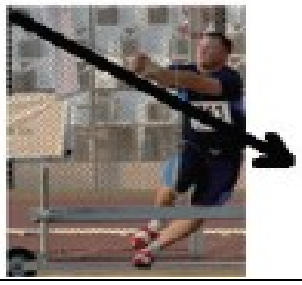
س : تتحرك الأقمار الصناعية حول الأرض في مدارات دائرية وبتسارع مركزيّ ما الذي يحافظ على حركتها على بعد ثابت حول الأرض؟

الذي يحافظ على حركتها على بعد ثابت حول الأرض سرعتها الكبيرة حيث كلما زادت السرعة قل تأثير الجاذبية الأرضية عليها وبالتالي ترتفع لأعلى .

الزمن الدوري	هو الزمن اللازم للجسم ليكمل دورة واحدة كاملة على محيط الدائرة

الزمن الدوري (ن) = ٢ ط نق / ع

التردد	هو عدد الدورات التي يدورها الجسم خلال ثانية واحدة ووحدة قياسه هيرتز أو ث$^{-1}$.

فكر : في الصورة المجاورة أين ستتجه الكرة عندما يُفلتُ اللاعب المطرقة من يده؟	
تتجه الكرة في اتجاه المماس لنقطة الإفلات باتجاه الدوران .	

مثال (٢) : كرة كتلتها (١٥٠ غم) مربوطة بخيط وتدور في مسار دائري نصف قطره (٠.٦ م) تصنع (٣٠ دورة) في الدقيقة .

١. احسب تسارعها المركزي؟

ك = ١٥٠ غم ، نق = ٠.٦ م ، عدد الدورات = ٣٠ دورة / دقيقة ⟸ ن = ٢ ثانية ، ت = ؟؟

ع = ٢ط نق / الزمن الدوري
ع = ٢ × ٣.١٤ × ٠.٦ ÷ ٢
ع = ٣.٧٦٨ / ٢
ع = ١.٨٨ م / ث

التسارع ت م = ع^{٢} / نق
ت م = (١.٨٨)^{٢} / ٠.٦
ت م = ٥.٨٩ م/ث^{٢}

فكر : في المثال السابق، إذا تغير نصف القطر إلى (١.٢ م) وبقيت الفترة الزمنية كما هي، كم يصبح مقدار التسارع المركزيّ؟

ك = ١٥٠ غم ، نق = ١.٢ م ، عدد الدورات = ٣٠ دورة / دقيقة ⟸ ن = ٢ ثانية ، ت = ؟؟

ع = ٢ط نق / الزمن الدوري
ع = ٢ × ٣.١٤ × ١.٢ ÷ ٢
ع = ٧.٥٣٦ / ٢
ع = ٣.٧٦٨ م / ث

التسارع ت م = ع^{٢} / نق
ت م = (٣.٧٦٨)^{٢} / ١.٢
ت م = ١٤.١٩٧ / ١.٢

ت م = ١١.٨٣ م/ث^{٢}

إياد محمد خضر

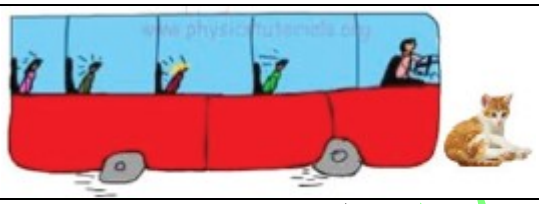
٤-٢ : القانون الأول لنيوتن :

تأمل المشاهدات اليومية الآتية ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

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

قطعة الأثاث لا تمتلك القدرة على تغير حالتها الحركية ما لم تؤثر عليها قوة خارجية ولذلك سيعمل نيوتن على التأثير عليها بقوة خارجية لتحريكها .

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



لأن الركاب الموجودون في السيارة المتحركة يكتسبون سرعة السيارة نفسها وعندما تتوقف فجأة تكون أجسام الركاب قاصرة عن تغيير حالتها الحركية ، وتبقى أجسام الركاب في حالة حركة مستمرة نحو الأمام ما لم تكن مربوطة بحزام الأمان .

- 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.
- أن الجسم المتحرك بسرعة ثابتة وبخط مستقيم تبقى سرعته كما هي ما لم يتأثر بقوة توقفه أو تغيّر من مقدار سرعته أو اتجاهها.
- يسمى قانون نيوتن الأول بقانون القصور الذاتي لأن الجسم يكون قاصرا عن تغيير حالته من السكون أو الحركة بنفسه .

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

قانون نيوتن الأول رياضيا : Σ ق = صفر

القصور الذاتي للأجسام	هو الممانعة التي يبديها الجسم لتغيير حالته الحركية بفعل كتلته.

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

بضرب العصا بقوّة أفقية وبسرعة، وبالتالي تسقط الكرة على الأرض في مكانها نفسه بسبب القصور الذاتي.

٢-٤ : القانون الثاني لنيوتن :

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

ويمكن كتابة العلاقة الرياضيّة للقانون الثاني لنيوتن كما يلي:

$$\Sigma \text{ق} = \text{ك} \times \text{ت}$$

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

- كلما زادت كتلة الجسم زادت القوة اللازمة لتحريكه .

كتلة القصور	هي الكتلة الناتجة عن قسمة القوة المؤثرة على التسارع ، وهي خاصية فيزيائية تُقاس بوحدة الكيلوغرام.

مثال (٣) : يسحب سعيد طاولة كتلتها ٢٠ كغم باتجاه الغرب بقوة مقدارها ٣٠ نيوتن ويسحب سمير بقوة مقدارها ٢٠ نيوتن بالاتجاه نفسه، احسب :تسارع الطاولة مقداراً واتجاهاً.

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 × ت

ت = ٥٠ / ٢٠

ت = ٢.٥ م / ث^{٢} باتجاه الغرب .

مثال (٤) : يسحب شخص دلو ماء كتلته ٣٠ كغم من بئر لأعلى بقوة مقدارها ٤٥٠ نيوتن احسب : تسارع الجسم بإهمال مقاومة الهواء ووزن الحبل.

محصلة قوتين متعاكستين في الاتجاه = حاصل طرحهما

الوزن $(\overleftarrow{و})$ = ك × جـ ⇐ و = ٣٠ × ١٠ = ٣٠٠ نيوتن .

$\overleftarrow{ح} = \overleftarrow{ق_{١}} - \overleftarrow{و}$

$\overleftarrow{ح}$ = ٤٥٠ − ٣٠٠ = ١٥٠ نيوتن باتجاه الأعلى .

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

١٥٠ = ٣٠ × ت

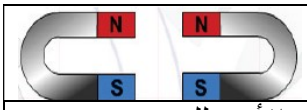
ت = ١٥٠ / ٣٠

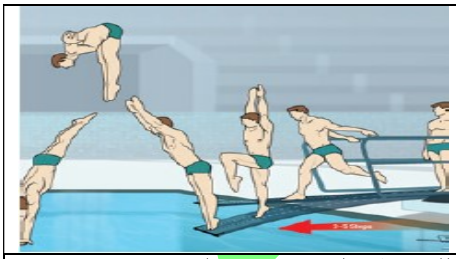
ت = ٥ م / ث^{٢} باتجاه الأعلى .

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؟
لا تتغيّر كتلة الجسم على سطح القمر. وزن الجسم على سطح الأرض و = ك × جـ و = ٦٠ × ١٠ = ٦٠٠ نيوتن . وزن الجسم على سطح القمر و = ك × ٦/١ جـ و = ٦٠ × ١ / ٦ = ١٠٠ نيوتن . يقل وزن الجسم على سطح القمر .

بعض التطبيقات على القانون الثاني لنيوتن:
١. المظلات وعمليات الهبوط بواسطة المنطاد حيث يهبط الجسم تحت تأثير قوتين، وزنه ومقاومة الهواء. ٢. المصعد الكهربائي .

٤-٣ : القانون الثالث لنيوتن :

ماذا يحدث للمغناطيس عند تقريب الأقطاب المتشابهة من بعضها؟ ولماذا؟	
عند تقريب الأقطاب المتشابهة من بعضها تتنافر فيتجه أحداهما لليسار والأخر لليمين .	

ماذا يحدث لأقدام القافز ورأسه في الماء حسب الصورة وكذلك لمنصة الغوص، ولماذا ؟	
السباح حين ينحني للأمام ترتد قدماه للخلف كقوة رد فعل للحفاظ على توازن الجسم . منصة السباحة تنزل لإسفل بفعل وزن السباح ثم ترتد لأعلى كقوة رد فعل .	

ما العلاقة بين قوتي الفعل وردّ الفعل؟ هل هما متساويان أم أن إحداهما أكبر من الآخر في المقدار؟
أن قوتي الفعل و ردّ الفعل متساويتان في المقدار. يشترط في قوتي الفعل و ردّ الفعل أن يكون خطّ عملهما مشتركاً.

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

قانون نيوتن الثالث رياضيا :

$ق_{١} = - ق_{٢}$ (الإشارة السالبة تعني أن القوة الأولى عكس القوة الثانية)

أن القوتين(الفعل ورد الفعل)يمكن تطبيقهما إذا توفرت هذه الشروط :

١. أن تكون على شكل زوج من قوة الفعل وقوة ردّ الفعل و تؤثّران على جسمين مختلفين.
٢. أن تكون قوة ردّ الفعل مساوية لقوة الفعل مقداراً وتعاكسها اتجاهاً.
٣. أن يكون خطّا عمل قوة الفعل وقوة ردّ الفعل منطبقين ومشتركين.

تطبيقات القانون الثالث لنيوتن:

١. 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.
٢. سحب الماء بالمجداف فعل ومقاومة الماء للمجداف قوة رد فعل .
٣. اندفاع الغاز من الصاروخ قوة فعل وانطلاق الصاروخ بسرعة قوة رد فعل .
٤. اصطدام السيارة بالحائط قوة فعل وتأثير الحائط عليها بقوة معاكسة قوة رد فعل .
٥. وزن الشخص السباح قوة فعل وقوة دفع الماء للشخص قوة رد فعل .

فكر : لا تعتبر عملية فتح صنبور الماء و إغلاقه تطبيقا على القانون الثالث لنيوتن.

عملية فتح الصّنبور تحتاج إلى قوتين متساويتين في المقدار، ومتعاكستين في الاتجاه، لكن خط عملهما غير مشترك.

سؤال : حددْ قوتي الفعل ورد الفعل في الأشكال الآتية:

قوّة الفعل : الرجل يدفع القارب بقدمه للخلف. **قوّة رد الفعل :** القارب يدفع الرجل للأمام ليصل إلى الشّط.	**قوّة الفعل :** يدفع الرجل الأرض بقدمه للخلف. **قوّة رد الفعل :**تدفع الأرض جسم الرجل للأمام.

أسئلة الفصل

١. وضوح المقصود بما يلي :

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
القوة	كمية فيزيائية متجهة تعبّر عن مؤثّر خارجيّ، قد يعمل على تغيير حالة الجسم، حيث تغيّر شكله أو مقدار سرعته واتجاهها أو جميعها معاً، وتقاس القوة بالميزان النابضيّ بوحدة قياس تسمّى نيوتن.
القصور الذاتي	الجسم السّاكن يبقى ساكناً، والجسم المتحرك بسرعة ثابتة وخط مستقيم يبقى كذلك ما لم تؤثّر عليه محصلة قوى خارجية تعمل على تغيير مقدار سرعته أو اتجاهها أو كليهما معاً.
التردد	عدد الدورات التي يدورها الجسم خلال ثانية واحدة ووحدة قياسه الهيرتز.
الحركة الدائرية	حركة جسم في مسار دائريّ بسرعة ثابتة مقداراً متغيرة اتجاهاً.
التّسارع المركزيّ	تسارع الجسم باتجاه مركز الحركة الدائرية المنتظمة، وينشأ من تغيّر اتجاه السّرعة.

٢. اختر الإجابة الصحيحة لكل واحدة من العبارات الآتية :

تُقاس القوة بوحدة:

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

الصيغة الرياضية للقانون الثالث لنيوتن:

أ	ق$_{١}$ = ق$_{٢}$	ب	ق$_{١}$ + ق$_{٢}$ = صفر
ج	**ق$_{١}$ = - ق$_{٢}$**	د	ق$_{١}$ - ق$_{٢}$ = ٥

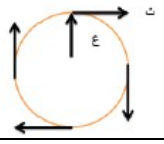
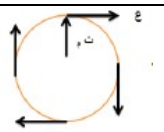
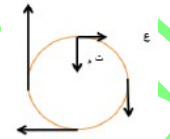
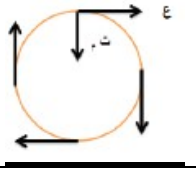
جسم كتلته(ك)تؤثر به قوة شد للأعلى بمقدار ثلاثة أمثال وزنه، فإن مقدار التسارع الذي يتحرك به الجسم يساوي:

أ	**٢ جـ.**	ب	٣ جـ.
ج	٢/١ جـ.	د	جـ.

القوتان المتبادلتان بين جسمين هما قوتا الفعل وردّ الفعل:

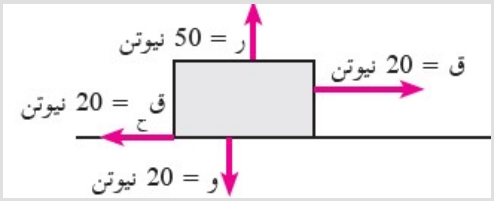
أ	القوتان تؤثران معا على كل من الجسمين.	**ب**	**كل قوة تؤثر على جسم من الجسمين.**
ج	القوتان تؤثران معا على أحد الجسمين.	**د**	القوتان تؤثّران بالتناوب على كل من الجسمين.

إذا تحرك جسم على محيط دائرة بسرعة خطية ٣.١٤ م/ث فقطع دورة كاملة في ثانيتين فإن نصف قطر الدائرة بوحدة المتر يساوي:			
أ	٠.٢٥	ب	٠.٥
ج	**١**	د	٢

الرسمة الصحيحة التي توضح التّغير في سرعة و تسارع الجسم في الحركة الدائرية المنتظمة، هي:			
أ		ب	
ج		د	

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 تم:			
أ	**ت م**	ب	٢/١ **ت م.**
ج	٢ **ت م.**	د	**٤ ت م.**

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



قوة التلامس العمودية.

الجسم يتحرك بسرعة ثابتة وبالتالي ت = صفراً.

ر = و= ٥٠ نيوتن

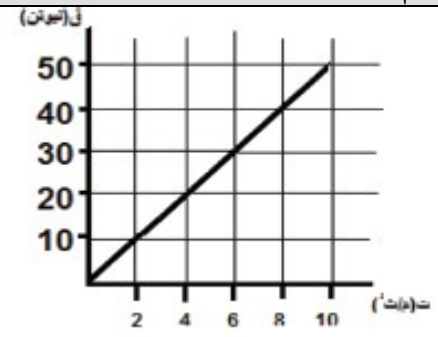
قوة الاحتكاك.

ق ح = ق = ٢٠ نيوتن .

٤. 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.



الكتلة = الميل = Δ ق / Δ ت

Δ ق = ق$_{٢}$ - ق$_{١}$ = ٢٠ – ١٠ = ١٠ نيوتن .
Δ ت = ت$_{٢}$ - ت$_{١}$ = ٤ – ٢ = ٢ م / ث^{٢}

الكتلة = الميل = ١٠ / ٢ = ٥ كغم .

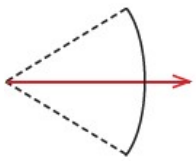
٥. قارن بين الكتلة والوزن من حيث وحدة القياس، الأداة المستخدمة في القياس، نوعها من الكميات الفيزيائية.

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس	الأداة المستخدمة	نوعها من الكميات الفيزيائية.
الكتلة	كغم	ميزان ذو كفتين	أساسية - قياسية
الوزن	نيوتن	الميزان النابضي الزنبركي	أساسية - متجهة

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

حسب قانون نيوتن الثّالث فإن لكل قوّة فعل قوّة رد فعل مساوية لها في المقدار، ومعاكسة لها في الاتجاه، فتنشأ قوة الفعل من انطلاق القذيفة للأمام، و رد الفعل يكون بارتداد المدفع للخلف.

٧. 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؟



حسب قانون هوك، فإن قوة الاسترجاع تتناسب طردياً مع مقدار الاستطالة، وبالتالي يكتسب السهم الذي استطال ٢٥ سم قوّة استرجاع أكبر من الآخر، مما يؤدّي إلى أن يقطع مدى أفقياً أكبر.

٨. قمران صناعيان مختلفان في الكتلة يدوران حول الأرض في المدار نفسه، هل الزمن الدوري لهما متساوٍ؟ فسر ذلك.

الزمن الدوري يعتمد على سرعة القمر الصّناعي ونصف قطر المدار ولا يعتمد على الكتلة، وبالتالي يكون لهما الزمن الدوري نفسه.
حسب العلاقة : ن = ٢ ط نق / ع

٩. جد الزمن الدوريّ والتردد لجسم يدور في دائرة نصف قطرها ١٠٠ م وبسرعة ٤ م / ث ؟

نق = ١٠٠ م . ع = ٤ م / ث

ن = ٢ ط نق / ع

ن = (٢ × ٣.١٤ × ١٠٠) / ٤

ن = ٦٢٨ / ٤

ن = ١٥٧ ثانية .

التردد = مقلوب الزمن الدوري = ١ / ١٥٧ = ٠.٠٠٦٣٦ هيرتز .

أسئلة الوحدة

١. اختر الإجابة الصحيحة لكل واحدة من العبارات الآتية :

العلم الذي يختص بدراسة المادة في حالاتها المختلفة والعمليات القائمة عليها هو:			
أ	النانو تكنولوجي.	ب	**المواد.**
ج	الموائع.	د	الالكترونيات.

إذا كانت كثافة الزئبق ١٣.٦ غم / سم^{٣} فإن مقدارها في النظام الدوليّ:			
أ	**١٣٦٠٠**	ب	٠.١٣٦
ج	١٣٦	د	١٣٦٠

المقارنة بين طول شخص ما بطول معروف، هي:			
أ	الدقة.	ب	التقدير.
ج	**القياس.**	د	المعايرة.

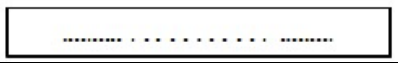
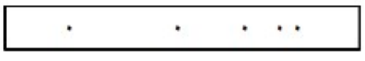
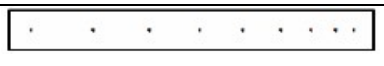
الجزء من الورنية والذي يشكل حرف T مع الذراع المدرج هو:			
أ	**الفك الثابت.**	ب	الفك المتحرك.
ج	قياس العمق.	د	برغي التثبيت.

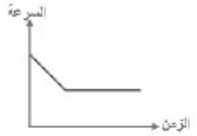
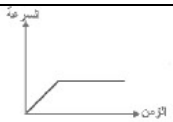
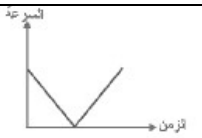
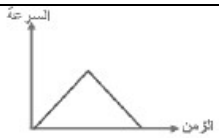
إن حاصل جمع متجهين متعاكسين بالاتجاه يكون:			
أ	أكبر منهما و باتجاه الأكبر قيمة.	ب	أكبر منهما و باتجاه الأقل قيمة.
ج	**أصغر منهما و باتجاه الأكبر قيمة.**	د	أصغر منهما و باتجاه الأصغر قيمة.

إذا تحرك جسم ١٠ م شرقاً ثم عاد للنقطة نفسها التي انطلق منها فإن إزاحته تساوي:			
أ	**صفرا.**	ب	١٠ م .
ج	٢٠ م .	د	٥ م .

إذا كان موضع الجسم ثابتاً فإن سرعته:			
أ	تتزايد.	ب	**صفر**
ج	تتناقص	د	١ م /ث

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	٣/١

أي من الأشرطة الآتية يمثل جسماً يتحرك بسرعة ثابتة:			
أ		ب	
ج		د	

أيّ الخطوط البيانيّة التالية يمثل العلاقة بين مقدار السرعة والزمن لجسم مقذوف إلى أعلى ثم عودته إلى سطح الأرض:			
أ		ب	
ج		د	

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}

يتحرك جسم كتلته ك في خطّ مستقيم بسرعة ثابتة مقدارها ١٠ م / ث محصلة القوة المؤثرة عليه تساوي:			
أ	٢٠	ب	٥
ج	**صفر**	د	٢

سحب جسم كتلته ٢ كغم لأعلى بقوة ٦٠ نيوتن فإن مقدار تسارعه ت يكون : (جـ = ١٠ م/ث^{٢})			
أ	١٥	ب	**٢٠**
ج	٣٠	د	٦٠

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.

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

٢. وضوح المقصود بالمصطلحات الآتية::

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
الفيزياء الفلكية	أحد فروع علم الفيزياء الذي يتناول فيزياء الكون والنجوم وتحركاتها و أقدراها وكثافتها ولمعانها، وما يتبع هذا العلم من أجهزة.
نقطة الإسناد	نقطة على المستوى الديكارتي، أحداثها السّيني والصّادي = صفراً، وهي النقطة التي يبدو أن الجسم يتحرك أو ساكن بالنسبة لها.
متجه الوحدة	المتّجه الذي مقداره وحدة واحدة.
السرعة اللحظية	سرعة الجسم عند لحظة معينة، وتساوي مقدار السرعة المتوسطة عندما يؤول فرق الزمن بين نقطتين للصّفر.
الإزاحة	المتجه الواصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية.
نيوتن	القوّة التي إذا أثّرت في جسم كتلته ١ كغم أكسبته تسارعاً مقداره١ م /ث^{٢} باتجاهها نفسه.

٣. علل :

أ. التسارع كمية متجهة ومشتقة.

كمية متجهة : لأنه يعبر عنه بعدد ووحدة قياس واتجاه .
كمية مشتقة؛ لأنها تشتق من كميات أساسية وهي الطول والزمن .

ب. الورنية أكثر دقة من المسطرة العادية.

لأنها تقيس لأقرب رقمين عشريين بوحدة السنتيمتر.

جـ . تسقط الريشة في زمن أكبر من زمن سقوط الحجر.

لأن الريشة تتعرض أثناء سقوطها لقوة مقاومة الهواء أكبر مما يتعرض له الحجر.

٤. يركب فارس حصاناً فسار به مسافة ٨ كم شرقا 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؟

حسب قانون فيثاغورث

$(ف)^{٢} = (١٧)^{٢} + (٨)^{٢}$

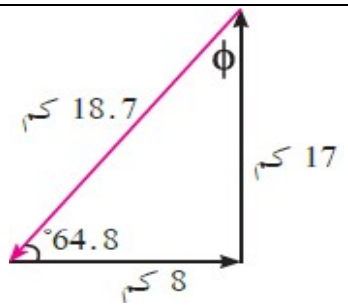
$(ف)^{٢} = (٢٨٩) + (٦٤)$

$(ف)^{٢} = ٣٥٣$ كم

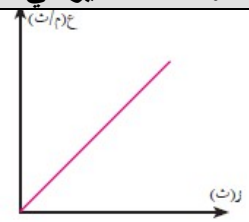
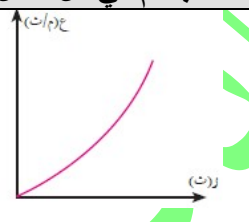
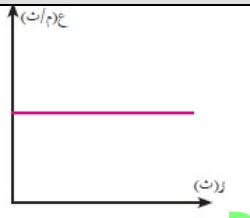
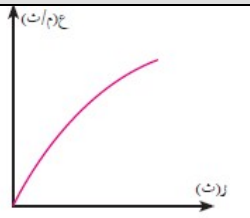
ف = ١٨.٧٨ كم .

ظا θ = ١٧ / ٨

θ = ٢٥.٥ ° مع الجنوب .



٥ . صف التغيّر في حركة الجسم في كل شكل من الأشكال الآتية:

			
السّرعة تتزايد بانتظام. **التّسارع** ثابت (+)	**السّرعة** تتزايد. **التّسارع** ثابت (+)	السّرعة ثابتة بانتظام. التّسارع صفر	**السّرعة** تتناقص. **التّسارع** ثابت (+)

٦ . جمع طالب البيانات الآتية في الجدول الآتي أثناء استخدامه لجهاز السقوط الحر، أكمل الجدول ثم مثل منحنى (٢ ف – ز^{٢}) بيانياً، ثم احسب قيمة تسارع الجاذبية الأرضية من الرسم البيانيّ

الارتفاع (ف) م	٠.٤	٠.٦	٠.٨	٠.٩	١
ضعف الارتفاع (٢ف)	٠.٨	١.٢	١.٦	١.٨	٢
الزمن (ز) ث	٠.٢٨٩	٠.٣٥٢	٠.٤٠٦	٠.٤٣١	٤٥٦.
مربع الزمن (ز^{٢})	٠.٠٨٣	٠.١٢	٠.١٦	٠.١٨	٠.٢٠٧

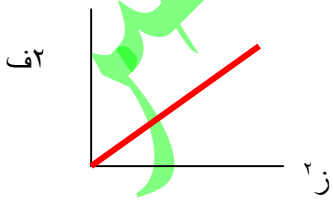
ميل الخطّ المستقيم = التسارع = Δ ٢ف / Δ (ز^{٢})

Δ٢ف = (٢ - ٠.٨) = ١.٢ .

Δ (ز^{٢}) = ٠.٢٠٧ – ٠.٠٨٣ = ٠.١٢٤

ميل الخطّ المستقيم = ١.٢ / ٠.١٢٤

ميل الخطّ المستقيم = ٩.٨ م /ث^{٢}

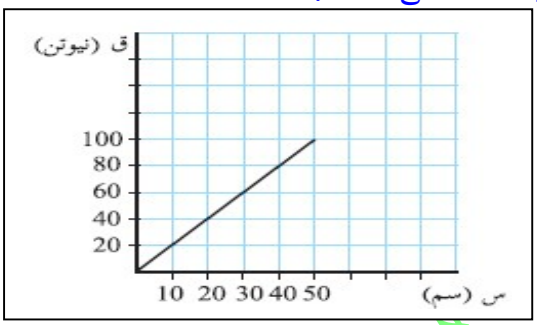


٧.قام طالب بتجربة لتعيين ثابت النابض وجمع البيانات الآتية:

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.)

ملاحظة : يتم تحويل الاستطالة بالمتر . وذلك بالقسمة على ١٠٠ .



ميل الخطّ المستقيم يمثل ثابت النابض

ثابت النابض = Δ ق / Δ س

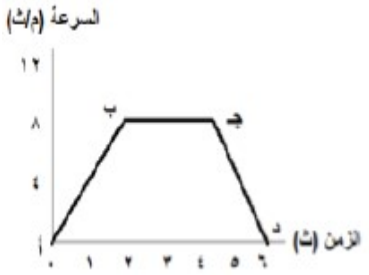
Δق = (١٠٠ – ٤٠) = ٦٠

Δ س = ٠.٥ – ٠.٢ = ٠.٣ م

ثابت النابض = ٦٠ / ٠.٣

ثابت النابض = ٢٠٠ نيوتن / م .

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



تسارع السيارة حتى الثانية ٢ ؟

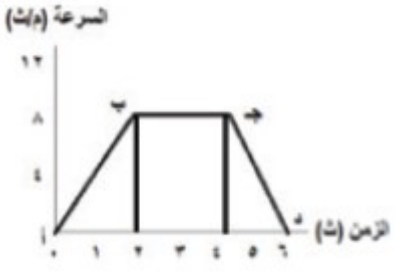
ت = Δع / Δ ز

ت = (٨ – ٠) / (٢ – ٠)

ت = ٨ / ٢

ت = ٤ م / ث^{٢} .

إزاحة السيارة في الفترة ب – جـ ؟



ف = ٨ × (٤ – ٢) = ١٦ م

صف تغير الموضع والتسارع في الفترة جـ - د ؟

في الفترة جـ د :عند النقطة جـ كانت سرعة السّيارة ٨ **م / ث** ثم بدأت بالتناقص تدريجياً، وبشكل منتظم، والتّسارع تناقصي ثابت.

٩. سقط جسم كتلته (١ كغم) سقوطاً حراً من ارتفاع (٢٠ م) عن سطح الأرض، بإهمال مقاومة الهواء واعتبار جـ = ١٠ م /ث^{٢} ا حسب:
الزمن الذي يحتاجه الجسم حتى يصل سطح الأرض.
ك = ١كغم ، ع$_{١}$ = صفر ، ف = ٢٠ م ، جـ = ١٠ م / **ف = ع$_{١}$ ز + ١/٢ جـ ز^{٢}** ٢٠ = صفر× ز + ١/٢ × ١٠ × ز^{٢} ٢٠ = ٥ ز^{٢} ز^{٢} = ٢٠ / ٥ ⇐ **ز = ٢ ثانية**
سرعة الجسم قبل أن يصل سطح الأرض مباشرة.
ع$_{٢}$ = ع$_{١}$ + جـ ز ع$_{٢}$ = صفر + ١٠ × ٢ ⇐ ع$_{٢}$ = **٢٠ م / ث**
وزن الجسم.
و = ك × جـ و = ١ × ١٠ = **١٠ نيوتن .**

١٠. جسم يدور في مسار دائريّ قطره (٥٠ م) بسرعة ١٠ م / ث ا حسب:
الزمن الدوريّ للجسم.
نق = ٥٠ / ٢ = ٢٥ م ، ع = ١٠ م / ث **ن = ٢ ط نق / ع** ٢ ط نق = ٢ × ٣.١٤ × ٢٥ = ١٥٧ ن = ١٥٧ / ١٠ **ن = ١٥.٧ ثانية**
تردد حركة الجسم.
التردد = ١ / ن التردد = ١ / ١٥.٧ **التردد = ٠.٠٦ هيرتز .**
التّسارع المركزيّ للجسم.
ت$_{م}$ = ع^{٢} / نق ت$_{م}$ = ١٠٠ / ٢٥ **ت$_{م}$ = ٤ م / ث^{٢}**

١١. يتحرك القمر في مدار دائريّ حول الأرض نصف قطره (٣٨٤٠٠٠ كم) في زمن قدره (٢٧.٣ يوم) ا حسب تسارعه ؟

نحسب سرعة القمر من العلاقة ع = ٢ ط نق / ن

نق = ٣٨٤٠٠٠ كم × ١٠٠٠ = ٣٨٤٠٠٠٠٠٠ م (نحول من كم إلى متر بالضرب في ١٠٠٠).

ن = ٢٧.٣ × ٢٤ × ٦٠ × ٦٠ = ٢٣٥٨٧٢٠ ث (تم تحويل الزمن لثانية)

٢ط نق = ٢ × ٣.١٤ × ٣٨٤٠٠٠٠٠٠ = ٢٤١١٥٢٠٠٠٠٠

ع = ٢٤١١٥٢٠٠٠٠٠ / ٢٣٥٨٧٢٠

ع = ١٠٢٢.٣ م / ث

نحساب التسارع من العلاقة $ت_م = ع^2 / نق$

$ت_م = (١٠٢٢.٣)^2 / ٣٨٤٠٠٠٠٠٠$

$ت_م = ١٠٤٥١٨٤.٢٠٨ / ٣٨٤٠٠٠٠٠٠$

$ت_م = ٢.٧ \times ١٠^{-٣}$ م / ث^2

١٢. تدور سيارة حول دوار مدينة رام الله الذي نصف قطره (١٥ م) تقريبا بسرعة ٣ م / ث ا حسب:

التسارع المركزي للسيارة.

نق = ١٥ م ، ع = ٣ م / ث

$ت_م = ع^2 / نق$

$ت_م = (٣)^2 / ١٥$

$ت_م = ٩ / ١٥ \Leftarrow$ **$ت_م = ٠.٦$ م / ث^2**

الزمن الدوريّ.

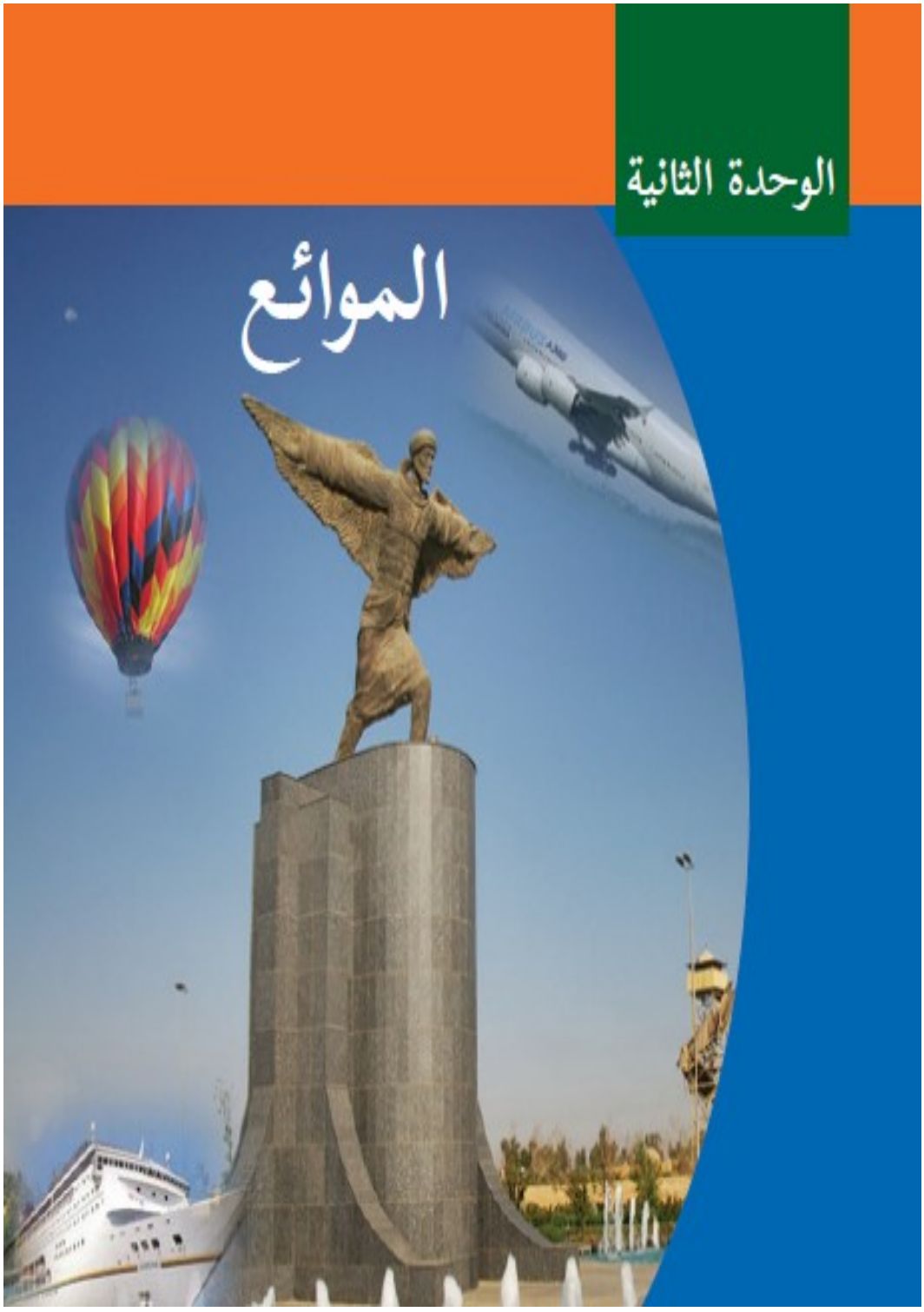
نحسب الزمن الدوري من العلاقة ن = ٢ ط نق / ع

٢ ط نق = ٢ × ٣.١٤ × ١٥ = ٩٤.٢

ن = ٢ ط نق / ع

ن = ٩٤.٢ / ٣

ن = ٣١.٤ ثانية .


الوحدة الثانية
الموائع

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
ميكانيكا الموائع	هو العلم الذي يعنى بدراسة خواص وصفات السوائل والغازات .
المادة	هي كل شيء يشغل حيزا من الفراغ .
المائع	هو كلّ مادة تتصف بخاصية الجريان أو الانتشار.
الضغط	هو مقدار القوة التي تؤثّر عموديا على وحدة المساحة ، ويقاس الضغط بوحدة الباسكال وهي تساوي نيوتن /م^{2} .
الباسكال	هو ضغط قوة عمودية مقدارها واحد نيوتن على وحدة المساحات .
ضغط السائل عند نقطة	هو وزن السائل الممتد المؤثر عموديا على وحدة المساحة داخل السائل عند تلك النقطة .
مبدأ باسكال	إذا وقع ضغط خارجيّ على سائل محصور فإن هذا الضغط ينتقل إلى أجزاء السائل جميعها بالتساوي.
الفائدة الميكانيكية	هي النسبة بين مساحة الاسطوانة الكبرى إلى مساحة الاسطوانة الصغرى . أو هي النسبة بين القوة على المكبس الكبير إلى القوة على المكبس الصغير .
قاعدة أرخميدس	أي جسم مغمور في سائل كليا أو جزئيا يفقد من وزنه بمقدار قوة الطفو له ومقدارها يساوي وزن السائل المزاح .
قاعدة أرخميدس	أي جسم مغمور في مائع (سائل أو غاز) يفقد من وزنه بمقدار قوة دفع المائع له (وزن المائع المزاح) .
الهيدروميتر	وهو عبارة عن أنبوب زجاجيّ مدرج، في نهايته انتفاخ (مستودع زجاجي) يحوي قطعاً رصاصية .

الموائع السكونية (Statistic Fluids)

ميكانيكا الموائع	هو العلم الذي يعنى بدراسة خواص وصفات السوائل والغازات .

الموائع إما ساكنة أو متحركة.

١ – ١ : ضغط المائع :

للمادة حالات ثلاث وهي المعروفة للطلاب ولكن يوجد حالات أخرى وهي :

١. حالة البلازما التي تتشكل داخل الشّمس والنجوم (المادة خليط من أيونات العنصر)تنتج بفعل الضّغط والحرارة الشديدين التي تتعرّض إليهما المادة.
٢. حالة الجل .

حالات المادة	قوى التماسك	الشكل	الحجم	المسافات الجزيئية
الصلبة	كبيرة جدا	ثابت	ثابت	صغيرة جدا
السائلة	ضعيفة	متغير	ثابت	كبيرة نسبيا
الغازية	ضعيفة جدا	متغير	متغير	كبيرة جدا

- السوائل والغازات تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه بسبب ضعف قوى الترابط بين جزيئاتها .
- السوائل تتصف بخاصية الجريان .
- الغازات تتصف بخاصية الانتشار.
- العلاقة بين قوى التماسك والمسافات بين الجزيئات عكسية فكلما زادت قوى التماسك قلت المسافات بين الجزيئات .
- ضعف قوى التماسك بين جزيئات كل من السوائل والغازات يجعلها سهلة للاستجابة للمؤثرات الخارجية .

المائع	هو كلّ مادة تتصف بخاصية الجريان أو الانتشار.

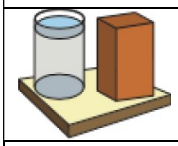
للتعرّف إلى ضغط المائع ننفذ النشاطين التاليين :

نشاط (١) ضغط الماء	
المواد والأدوات:	قارورة بلاستيكية بلا غطاء، كأس زجاجي أو كأس بلاستيك شفاف، مسمار، ملقط خشبي، مصدر حراريّ ، ماء 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 ، ماذا تلاحظ؟ وما سبب ارتفاع الماء في القارورة إلى مستوى أعلى من مستوى الثقب وموازاته لمستوى الماء في الكأس؟
الملاحظة :	إن ضغط الماء في الحوض الزجاجي سبب ارتفاع الماء في القارورة البلاستيكية من أسفل الى أعلى .

فكر : كيف يمكن أن تملأ قارورة بلاستيكية بالماء دون أن تُدخِل الماء من فوهتها ويبقى داخل القارورة؟
عن طريق ثقب القارورة من الأسفل، ووضعها في حوض مملوء بالماء، حيث يكون مستوى الماء مساوياً تقريباً لمستوى الفوهة، مع ترك فوهة القارورة دون غطاء، حيث يضغط الهواء الجويّ على الماء في الحوض فيدخل إلى القارورة من الثّقب ويستمر في الارتفاع حتى يتساوى ارتفاع الماء في الحوض مع ارتفاع الماء في القارورة.

نشاط (٢) ضغط الماء	
المواد والأدوات:	معجون بلاستيسين، ماء ساخن، ماصة، قارورة زجاجية، ماء ملون ، كأس زجاجيّ.
الخطوات:	١. خذ قطعة من معجون البلاستيسين واجعلها بشكل اسطواني ثم لفّها حول الماصة من منتصفها. ٢. املأ القارورة الزجاجية بالماء الساخن وانتظر قليلاً و املأ الكأس الزجاجي الكبير جزئياً بالماء الملوّن. ٣. ثبت الماصة بواسطة المعجون على فوهة القارورة، ثم اقلبها للأسفل، بحيث يتم غمر الماصة في كأس الماء الملون، ولاحظ ما يحدث، ما تفسيرك لذلك؟
الملاحظة :	إن فرق ضغط الهواء بين خارج القارورة وداخلها هو الذي أدّى إلى ارتفاع الماء فيها.

كيف ينشأ ضغط المائع؟



- يتولد ضغط على قاعدة الكأس نتيجة تأثير وزن الماء.

يتولد ضغط على قاعدة متوازي المستطيلات الخشبي من تأثير وزنه.

يمكن حساب الضغط من العلاقة الآتية:

الضغط = القوة / المساحة

ض = ق / أ

ض : الضغط ، يقاس بوحدة الباسكال .

ق : القوة المؤثرة عمودياً بوحدة نيوتن.

أ : مقدار المساحة التي تؤثر عليها القوة وتقاس بوحدة متر مربع.

الضغط	هو مقدار القوة التي تؤثّر عموديا على وحدة المساحة ، ويقاس الضغط بوحدة الباسكال وهي تساوي نيوتن /م^{٢} .
الباسكال	هو ضغط قوة عمودية مقدارها واحد نيوتن على وحدة المساحات .

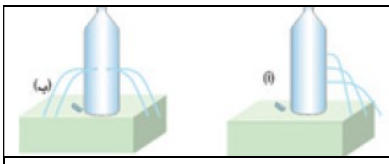
وحدات أخرى يقاس بها الضغط :

١. البار = ١٠^{٥} باسكال.
٢. الميلي بار = ١٠٠ باسكال.
٣. التور ≅ ١ ملم زئبق.
٤. ضغط جوي(ض .) = ١.٠١٣ × ١٠^{٥} باسكال = ٧٦٠ ملم زئبق .

إياد محمد خضر

١ ــ ٢ : ضغط السائل :

تأمّل الشكل والذي يمثل قارورتين متماثلتين مملوئتين بنفس كمية الماء، ولاحظ ضغط السائل على جدران الوعاء من خلال تدفق الماء من الثقوب في القارورتين ، ماذا تلاحظ ؟



تدفق الماء من القارورة (ب) اكبر من تدفقه في القارورة (أ) .

نشاط (٣) العلاقة بين عمق النقطة داخل السائل وضغطه

المواد والأدوات:

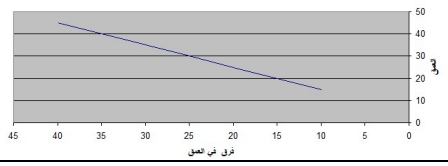
حوض زجاجي، ومسطرة، و أنبوب مطاطي، وماء، وورقة رسم بيانيّ، ،حامل خشبيّ، وزيت، وقمع زجاجيّ، وغشاء مطاطيّ(بالون)، و أنبوب زجاجي على شكل حرف U

الخطوات:

١. ثبّت مسطرة بشكل عمودي على القاعدة ثم ثبّت الأنبوب الزجاجي رأسياً على الحامل حيث تقع ورقة الرسم البياني خلفه ثم ضع الزيت في الأنبوب.
٢. ثبت غشاء المطاط على فوهة القمع الزجاجيّ.
٣. صل القمع الزجاجي بأحد طرفي الأنبوب المطاطيّ وصِلْ الطرف الآخر للأنبوب المطاطيّ بإحدى شعبتي الأنبوب الزجاجيّ.
٤. ثبّتْ المسطرة على جانب الحوض الزجاجيّ للمساعدة في قراءة العمق.
٥. اغمر القمع في الحوض الزجاجي المملوء بالماء حيث تكون فوهته إلى أسفل .
٦. سجّل في جدول مقدار كل عمق ومقدار الفرق في الزيت بين شعبتي الأنبوب الزجاجيّ.
٧. كرر الخطوة ٥ مرات عديدة وسجّل القيم كما في الخطوة ٦ وعلى أعماق مختلفة. (**النتائج حسب التجربة العملية**)

المحاولة	ل(عمق النقطة داخل السائل) سم	Δ ل (سم)
١	صفر	صفر
٢	١٠	١٥
٣	٢٠	٢٥
٤	٣٠	٣٥
٥	٤٠	٤٥

٨. ارسم باستخدام برنامج (Excel) أو باستخدام ورق الرسم البيانيّ العلاقة بين الفرق في مستوى الزيت وعمق القمع داخل السائل.



٩. استنتج من الرسم البياني الذي حصلت عليه العلاقة بين ضغط السائل وعمقه.

العلاقة بين ضغط السائل وعمقه علاقة طردية

	١٠. إذا تمت إدارة فوهة القمع الزجاجي بشكل جانبي وعلى الارتفاع نفسه، هل تتغير قيمة ضغط السائل؟ فسّر إجابتك. نعم ، لأن المساحة التي يؤثر عليها الضغط تقل . حيث أن الضغط يتناسب عكسيا مع المساحة .
الملاحظة :	يزداد الضغط مع زيادة البعد الرأسي عن سطح السائل .

ضغط السائل عند نقطة	هو وزن السائل الممتد المؤثر عموديا على وحدة المساحة داخل السائل عند تلك النقطة .

سؤال : سمكتان إحداهما كبيرة والأخرى صغيرة تحت سطح الماء وعلى العمق نفسه، أيهما يكون الضغط عليها أكبر؟ فسّر إجابتك؟

الضغط متساوٍ؛ لأنهما تقعان على العمق نفسه للسائل نفسه.

سؤال : لماذا يتم تركيب فتحة الماء في الخزان الذي يزود المنزل بالماء بال أسفل بالقرب من القاعدة؟

لأن ضغط السائل يكون أكبر ما يمكن حيث يزداد الضغط بإزدياد العمق.

نشاط (٤) العلاقة بين كثافة السائل وضغطه

المواد والأدوات:	قمع زجاجيّ، ،غشاء مطاطيّ(بالون)، وسوائل مختلفة(ماء، جليسيرين، كحول)، و أنبوب زجاجي على شكل حرف U . كؤوس زجاجية كبيرة متماثلة، ومسطرة، أنبوب مطاطيّ، وورقة رسم بيانيّ، وماء ملون وحامل خشبي.
الخطوات:	١. ثبّتْ غشاء المطاط على فوهة القمع الزجاجيّ، وثبّتْ الأنبوب الزجاجيّ على الحامل الخشبيّ. ٢. صِلْ القمع الزجاجيّ بأحد طرفي الأنبوب المطاطيّ وصل الطرف الآخر للأنبوب المطاطيّ بإحدى شعبتي الأنبوب الزجاجيّ بعد أن تضع فيه الماء الملون. ٣. اغمر القمع لتكون فوهته إلى أسفل إلى أن تصل إلى عمق معين في الكأس الذي فيه الماء،ومن ثم سجّل الفرق في مستوى الماء الملون في شعبتي الأنبوب الزجاجيّ كما في الجدول . ٤. أعد التجربة حيث تغمر القمع في الكؤوس التي تحتوي على كل من الجليسرين والكحول إلى العمق نفسه كما في الخطوة ٣ ، وسجّل في كلّ مرة الفرق في مستوى الماء الملوّن في شعبتي الأنبوب الزجاجيّ. ٥. ارسم العلاقة بين الفرق في مستوى الماء الملون في شعبتي الأنبوب الزجاجيّ وكثافة السوائل باستخدام برنامج Excel أو باستخدام ورقة الرسم البيانيّ. ٦. من الرسم البيانيّ الذي حصلت عليه، ما العلاقة بين كثافة السائل وضغطه؟

(**النتائج حسب التجربة العملية**)

السائل	كثافة السائل (كغم / م^{٣})	الفرق في مستوى الماء الملون (سم)
ماء	١٠٠٠	١٥
جليسيرين	١٢٦٠	٥
كحول	٧٥٠	٢

.١١

الملاحظة : يزداد الضغط مع زيادة كثافة السائل .

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

يقلّ حجم البالون، وقد ينفجر؛ لأن ضغط الماء يكون أكبر من ضغط الهواء في داخله.

العوامل التي يعتمد عليها ضغط السائل :

١. ارتفاع عمود السائل كلما زاد ارتفاع عمود السائل زاد الضغط الذي يؤثر به السائل .(علاقة طردية)
٢. نوع السائل أي الكثافة ، كلما زادت كثافة السائل زاد ضغطه .(علاقة طردية)
٣. تسارع الجاذبية الأرضية ، ولكن قيمة الجاذبية الأرضية في المكان الواحد ثابتة. (علاقة طردية)

العلاقة التي يتم من خلالها حساب ضغط السائل عند نقطة :

نفرض أن السائل يؤثر على مساحة مقدارها (أ) وعلى عمق (ل) من سطح السائل و أن كثافة السائل (ث) فإن :

ضغط السائل = وزن السائل ÷ المساحة

ض = ق ÷ أ

ق = وزن السائل = ك × جـ .

ق = ح × ث × جـ

ق = أ × ل × ث × جـ

وبما أن : ض = ق ÷ أ

ومنه : ض = أ × ل × ث × جـ / أ

ض $_{س}$ = ل × ث × جـ

ك = كتلة الجسم .
جـ = تسارع الجاذبية الأرضية (م / ث^{٢})
ح = حجم عمود السائل .
ث = الكثافة للسائل (كغم / م^{٣}) .
أ = مساحة قاعدة عمود السائل .
ل = ارتفاع عمود السائل (متر) .
ض = ضغط (باسكال)

ملاحظة : ضغط السائل يكون عمودياً على جدران الوعاء الموضوع فيه السائل.

ضغط المعيار (ض س)	هو الضغط الناشئ عن وزن عمود السائل عند نقطة معينة .
الضغط المطلق (ض م)	وهو عبارة عن الضغط الجوي مضافاً إليه ضغط السائل .

الضغط المطلق(ض م) = الضغط الجوي(ض.) + ضغط السائل(ض س)

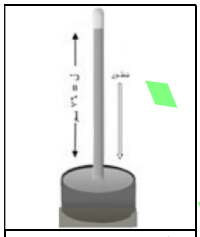
ض م = ض. +ض س

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

$$\text{معدل الضغط} = \frac{\text{الضغط عند السطح} + \text{الضغط عند القاعدة}}{٢}$$

- 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 **واحد متر** بالزئبق تماماً، ومن ثم نكّسه في حوض الزئبق بشكل رأسي دون أن يسمح بانسكاب الزئبق من الأنبوب، فانخفض مستوى الزئبق في الأنبوب واستقر عند ارتفاع ٧٦ سم .
- **استخدم تورشيللي الزئبق في صناعة البارومتر لعدة أسباب :**

١. الزئبق ذو كثافة عالية فيكون طوله مناسب ويسهل استخدام الجهاز .
٢. ضغط بخار الزئبق صغير في درجات الحرارة العاجية فيمكن إهماله .
٣. غير شفاف ولا يلتصق بجدران الأنبوب .



بارومتر زئبقي

يمكن حساب قيمة الضغط الجويّ من العلاقة:

ض. = ض الزئبق
ض. = ث ل جـ
ض. = ١٣٥٩٥ × ٠,٧٦ × ٩,٨
ض. = ١,٠١٣ × ١٠^٥ باسكال

- قيمة الضغط الجويّ قد تزيد أو تقلّ عن هذه القيمة تبعاً للارتفاع أو الانخفاض عن مستوى سطح البحر وتبعاً لدرجة الحرارة .
- يقل الضغط الجوي كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر لأنه يقل ارتفاع عمود الزئبق في البارومتر .
- يزداد الضغط الجوي كلما انخفضنا عن مستوى سطح البحر لأنه يزداد ارتفاع عمود الزئبق في البارومتر .
- من الأجهزة المستخدمة في قياس الضغط الجويّ البارومتر المعدنيّ و البارومتر الزئبقي .
- عند وضع البارومتر الزئبقي في مكان مفرغ من الهواء يصبح الضغط الجوي يساوي صفر .

فكر : وضع شريحة زجاجية على إحدى نهايتي أنبوب 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؟
يتولّد ضغط السّائل من الاتجاهات جميعها؛ لذلك لا تسقط الشّريحة.

مثال (١) : سدّ يحجز الماء خلفه، إذا علمت أن ارتفاع الماء فيه ٥٠ م وطول قاعدته ٢٠٠ م جد ما يلي: علما بأن : ض . = ١ × ١٠^{٥} باسكال ، ث للماء = ١٠٠٠ كغم / م^{٣}
١. الضغط المطلق عند سطح الماء خلف السد؟
ض $_{م١}$ = ض $_{ج}$ + ث ل جـ = ١ × ١٠^{٥} + ١٠٠٠ × صفر × ١٠ ض $_{م١}$ = ١ × ١٠^{٥} باسكال .
٢. الضغط المطلق عند قاعدة السد ؟
ض $_{م٢}$ = ض $_{ج}$ + ث ل جـ = ١ × ١٠^{٥} + ١٠٠٠ × ٥٠ × ١٠ ض $_{م٢}$ = ٦ × ١٠^{٥} باسكال عند القاعدة .
٣. القوة المؤثرة على الجدار الداخلي للسد؟
القوة المؤثّرة على الجدار = معدل الضغط × مساحة الجدار معدل الضغط = (ض$_{١}$ + ض$_{٢}$) ÷ ٢ معدل الضغط = (١ × ١٠^{٥} + ٦ × ١٠^{٥}) ÷ ٢ معدل الضغط = ٣.٥ × ١٠^{٥} باسكال . مساحة الجدار = القاعدة × الارتفاع . مساحة الجدار = ٢٠٠ × ٥٠ مساحة الجدار = ١٠٠٠٠ م^{٢} القوة المؤثّرة على الجدار = معدل الضغط × مساحة الجدار ق = ٣.٥ × ١٠^{٥} × ١٠٠٠٠ نيوتن .

إياد محمد خضر

سؤال : **بركة سباحة مستطيلة القاعدة طولها ٢٠ م وعرضها ١٥ م وارتفاع الماء فيها ٣ م**
جد ما يلي: علما بأن : ض . = ١ × ١٠^٥ باسكال ، ث للماء = ١٠٠٠ كغم / م^٣

١. مقدار الضغط عند سطح البركة.؟

ض السطح = ض . + ث ل جـ
= ١ × ١٠^٥ + ١٠٠٠ × صفر × ١٠
ض السطح = ١ × ١٠^٥ باسكال .

٢. مقدار الضغط عند قاعدة البركة.؟

ض القاعدة = ض. + ث ل جـ
= ١ × ١٠^٥ + ١٠٠٠ × ٣ × ١٠
ض القاعدة = ١.٣ × ١٠^٥ باسكال عند القاعدة .

٣. القوة المؤثرة على قاعدة البركة.؟

القوة المؤثّرة على قاعدة البركة = الضغط المطلق × مساحة القاعدة
مساحة القاعدة = ٢٠ × ١٥
مساحة القاعدة = ٣٠٠ م^٢
الضغط المطلق = ١.٣ × ١٠^٥
القوة المؤثّرة على قاعدة البركة = الضغط المطلق × مساحة القاعدة
القوة المؤثّرة على قاعدة البركة = ١.٣ × ١٠^٥ × ٣٠٠
القوة المؤثّرة على قاعدة البركة = ٣.٩ × ١٠^٧ نيوتن .

٤. القوة المؤثرة على كل جانب من جوانبها الداخلية ؟

لحساب القوة المؤثرة على كل جانب :

أولا : نحسب معدل الضغط الجانبي :

معدل الضغط الجانبي = (ضغط السطح + ضغط القاعدة) ÷ ٢
معدل الضغط الجانبي = (١ × ١٠^٥ + ١.٣ × ١٠^٥) ÷ ٢
معدل الضغط الجانبي = ١.١٥ × ١٠^٥ باسكال .

ثانيا : نحسب مساحة كل جانب :

مساحة الجانب الأول = ٢٠ × ٣ = ٦٠ م^٢ .
مساحة الجانب الثاني = ١٥ × ٣ = ٤٥ م^٢ .

القوة المؤثرة على الجانب الأول = معدل الضغط الجانبي × مساحة الجانب الأول
القوة المؤثرة على الجانب الأول = ١.١٥ × ١٠^٥ × ٦٠
القوة المؤثرة على الجانب الأول = ٦٩ × ١٠^٥ **نيوتن .**

القوة المؤثرة على الجانب الثاني = معدل الضغط الجانبي × مساحة الجانب الثاني
القوة المؤثرة على الجانب الثاني = ١.١٥ × ١٠^٥ × ٤٥
القوة المؤثرة على الجانب الثاني = ٥١.٧٥ × ١٠^٥ **نيوتن .**

إياد محمد خضر

نشاط (٥) : مبدأ باسكال

الأدوات :	أداة باسكال وماء	
الخطوات:	١. املأ جهاز باسكال المبين في الشكل المجاور بالماء. ٢. ضع المكبس في مكانه ومن ثم ابد أ بالضغط عليه ولاحظ ما يحدث،كيف تفسر ذلك؟	
الاستنتاج	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 مبد أ باسكال.		

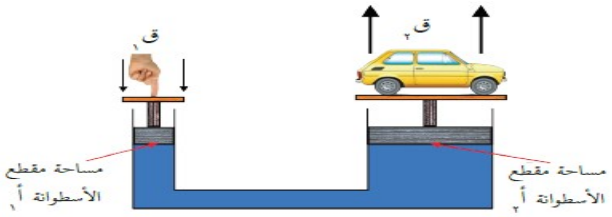
مبدأ باسكال	إذا وقع ضغط خارجيّ على سائل محصور فإن هذا الضغط ينتقل إلى أجزاء السائل جميعها بالتساوي.

بعض التطبيقات العملية على مبدأ باسكال :

١. المكبس الهيدروليكي .
٢. كوابح السيارات(الفرامل) .
٣. معاصر الزيتون .
٤. كرسي عيادات الأسنان .
٥. الضغط على علبة معجون الأسنان .

إياد محمد خضر

المكبس الهيدروليكي:



يتكوّن المكبس الهيدروليكي الذي تستخدم فيه السوائل(وعادة الزيت)من اسطوانتين إحداهما صغيرة ومساحة مقطعها (أ١) و الأخرى كبيرة ومساحة مقطعها (أ٢) ، وعندما تؤثر قوة(ق١) على الاسطوانة الصغرى 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 مبد أ باسكال، فإن :

ق١ / أ١ = ق٢ / أ٢

ق٢ / ق١ = أ٢ / أ١

أ٢ / أ١ : تسمى الفائدة الميكانيكية للمكبس الهيدروليكي .
ق٢ / ق١ : تسمى الفائدة الميكانيكية للمكبس الهيدروليكي .

الفائدة الميكانيكية	هي النسبة بين مساحة الأسطوانة الكبرى إلى مساحة الاسطوانة الصغرى . أو هي النسبة بين القوة على المكبس الكبير إلى القوة على المكبس الصغير .

- مبدأ باسكال لا يطبق على ا لغازات لأنها قابلة للانضغاط أي يقل حجمها إذا زاد الضغط الواقع عليها .
- الفائدة الميكانيكية للمكبس دائما أكبر من الواحد الصحيح لإن مساحة مقطع المكبس الكبير أكبر من مساحة المكبس الصغير .
- لا تصل كفاءة المكبس الهيدروليكي إلى ١٠٠ % بسبب وجود الفقاعات الغازية في السائل المستخدم .
- الفائدة الميكانيكية ليس لها وحدة قياس .

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

مكبس الأسطوانة الصّغرى يتحرك مسافة أكبر؛ لأن المسافة التي يتحركها المكبس تتناسب عكسياً مع مساحة مقطعه، ومع القوّة المؤثّرة عليه.

مثال (٢) : مكبس هيدروليكي استخدم لرفع سيارة كتلتها ٢٠٠٠ كغم فإذا علمت أن مساحة مقطع اسطوانته الصغرى ٢٠ سم^{٢} ومساحة مقطع اسطوانته الكبرى ٢٠٠٠ سم^{٢} احسب القوة اللازمة لرفع السيارة ؟

القوة (ق$_{٢}$) = وزن السيارة = الكتلة × جـ = ٢٠٠٠ × ٩.٨ = ١٩٦٠٠ نيوتن .

ق$_{١}$ = ؟؟ ، ق$_{٢}$ = ١٩٦٠٠ ، أ$_{١}$ = ٢٠ سم^{٢} ، أ$_{٢}$ = ٢٠٠٠ سم^{٢}

ق$_{١}$ / أ$_{١}$ = ق$_{٢}$ / أ$_{٢}$

ق$_{١}$ / ٢٠ = ١٩٦٠٠ / ٢٠٠٠

ق$_{١}$ / ٢٠ = ٩.٨

ق$_{١}$ = ٩.٨ × ٢٠ = ١٩٦ نيوتن .

سؤال : إذا كان قطر الاسطوانة الكبرى لمكبس هيدروليكي ١,٠ م 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.

قطر الاسطوانة الكبرى ١.٠ م ، نق$_{٢}$ = ١.٠ / ٢ = ٠.٠٥ م .

أ$_{٢}$ = ط نق^{٢} = ٣.١٤ × (٠.٠٥)^{٢} = ٧.٨٥ × ١٠$^{-٣}$ م^{٢} .

أ$_{١}$ = ١٠ سم^{٢} = ١٠ ÷ ١٠٠٠ = ١ × ١٠$^{-٣}$ م^{٢} .

ق$_{١}$ = ٥٠٠ نيوتن . ق$_{٢}$ = ؟؟

ق$_{١}$ / أ$_{١}$ = ق$_{٢}$ / أ$_{٢}$

٥٠٠ / ١ × ١٠$^{-٣}$ = ق$_{٢}$ / ٧.٨٥ × ١٠$^{-٣}$

ق$_{٢}$ = ٥٠٠ × ٧.٨٥ = ٣٩٢٥ نيوتن .

٢. مقدار الضغط أسفل كلّ اسطوانة.

ض١ = ض٢

ق$_{١}$ / أ$_{١}$ = ٥٠٠ / ١ × ١٠$^{-٣}$ = ٥ × ١٠^{٥}

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

عند الضغط على الفرامل فإن ضغط الزيت ينتقل من الاسطوانة الرئيسية إلى الاسطوانات الفرعية المتصلة بالعجلات فتضغط على المكابس المتصلة بالفحمات فتؤدي إلى تخفيف السرعة وتوقيف حركة العجلات .

١ ـ ٤ : قاعدة أرخميدس :

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

تحتوي السفينة على تجويف كبير مملوء بالهواء، فيكون متوسط كثافتها أقلّ من كثافة الماء؛ فتطفو على سطح الماء.

قاعدة أرخميدس :

أي جسم مغمور في سائل كليا أو جزئيا يفقد من وزنه بمقدار قوة الطفو له ومقدارها يساوي وزن السائل المزاح .

- تنشأ قوة الطفو من اختلاف مقدار ضغط السائل على السطحين السفلي والعلوي للجسم المغمور حيث يكون الضغط على السطح السفلي أكبر بسبب العمق .
- العوامل التي يعتمد عليها مقدار قوة طفو السائل للجسم المغمور :

١. حجم الجسم المغمور .
٢. كثافة السائل .

الجسم المغمور كلياً في سائل:

قوة الطفو = وزن السائل المزاح

قوة الطفو = الوزن الحقيقي - الوزن الظاهري

ق د = و ح - و ظ = ح ث س جـ

ق د = ح ث س جـ

(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
(جـ): تسارع الجاذبية الأرضية
(ث ح) > ث س (و ظ ≠ صفر)
(ث ح) = ث س (و ظ = صفر)

ماذا نعني : أن قوة دفع سائل على جسم مغمور فيه = ١٠ نيوتن ؟

أي أن وزن السائل المزاح بواسطة الجسم = ١٠ نيوتن

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 ؟

ق د = و ح - و ظ = ٢٠ ـ ١٢ = ٨ نيوتن

٢. كثافة السائل ؟

ق د = ح ث س جـ

ث س = ٨ / ٠.٠٠١ × ١٠ = ٨ × ٠.٠١ = **٨٠٠ كغم / م^{٣}**

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

١. حجم قطعة الحديد ؟

وزن الماء المزاح = ٢٠٠ نيوتن ، ث الحديد = ٧٨٧٠ كغم / م^{٣} ، ث الماء = ١٠٠٠ كغم / م^{٣} ، حجم الحديد = ؟؟؟

حجم قطعة الحديد = حجم الماء المزاح

وزن الماء المزاح = حجم الماء المزاح × ث الماء × جـ

٢٠٠ = حجم الماء المزاح × ١٠٠٠ × ١٠

حجم الماء المزاح = ٢٠٠ / ١٠٠٠٠ = ٠.٠٢ م^{٣} .

حجم قطعة الحديد = حجم الماء المزاح = ٠.٠٢ م^{٣} .

٢. وزنها في الهواء ؟

نحسب كتلة الحديد = كثافة الحديد × حجم الحديد

كتلة الحديد = ٧٨٧٠ × ٠.٠٢ = ١٥٧.٤ كغم .

وزن الحديد = كتلة الحديد × جـ

وزن الحديد = ١٥٧.٤ × ١٠ = ١٥٧٤ نيوتن .

٣. قوة الطفو ؟

قوة الطفو = وزن الماء المزاح = ٢٠٠ نيوتن .

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 .
- من التطبيقات عليها في الحياة القوارب والسفن والبواخر.

بما أن الجسم الطافي متزنٌ .

القوى للأعلى =القوى للأسفل .

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

ق د = و ح = و س

ح ج × ث ج × جـ = ك × جـ = ح س × ث س × جـ

ح ج × ث ج = ح س × ث س

حجم الجسم × كثافة الجسم = حجم السائل المزاح × كثافة السائل

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؟	
ترتفع البيضة أكثر؛ لأن كثافة الماء تزداد بزيادة كمية الملح، مما يزيد من قوّة دفع الماء على البيضة.	

ماذا نعني أن : قوة دفع السائل لجسم طافي = ١٠ نيوتن ؟
أي أن وزن السائل المزاح بواسطة الجسم = ١٠ نيوتن .

يمكن تحديد طفو الأجسام أو انغمارها بدلالة كثافة الجسم :

- سوف يطفو الجسم إذا كانت كثافة الجسم أصغر من كثافة السائل .
- سوف ينغمر الجسم ويواصل النزول إلى القاع إذا كانت كثافة الجسم أكبر من كثافة السائل .
- يعلق الجسم في السائل إذا كانت كثافة الجسم تساوي من كثافة السائل .

مثال (٤) : كرة من المطاط حجمها ٠.٠٣ م^{٣} وكثافة مادتها ٨٠٠ كغم / م^{٣} غمرت في سائل كثافته ١٢٠٠ كغم / م^{٣}، احسب حجم الجزء المغمور من الكرة.

ح $_{ج}$ = ٠.٠٣ م^{٣} ، ث $_{ج}$ = ٨٠٠ كغم / م^{٣} ، ح $_{س}$ = ؟؟ ، ث $_{س}$ = ١٢٠٠ كغم / م^{٣}

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

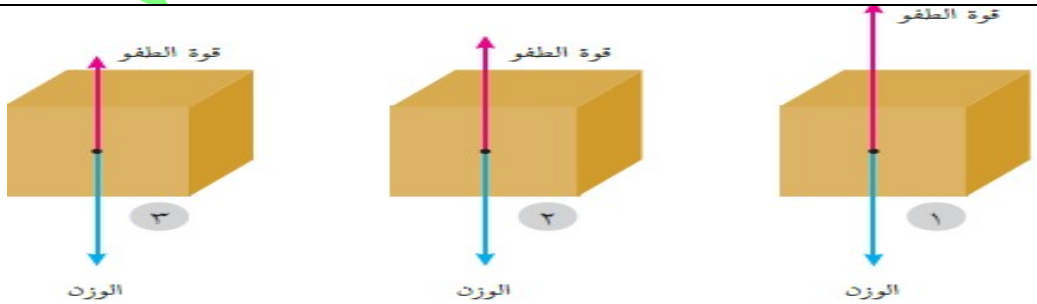
$$٠.٠٣ \times ٨٠٠ = ح_{س} \times ١٢٠٠$$

$$٢٤ = ح_{س} \times ١٢٠٠$$

$$ح_{س} = ٢٤ / ١٢٠٠$$

$$ح_{س} = ٠.٠٢ \text{ م}^{٣}$$

فكر : ناقش الأشكال الآتية عند وضع الجسم داخل سائل في الحالات الثلاث؟



١	٢	٣
قوة الطفو أكبر من وزن المكعب أي أن كثافة الجسم أصغر من كثافة السائل. يطفو المكعب على السّطح.	قوة الطفو تساوي وزن المكعب أي أن كثافة الجسم تساوي كثافة السائل. يعلق المكعب على السّطح.	قوة الطفو أصغر من وزن المكعب أي أن كثافة الجسم أكبر من كثافة السائل. ينغمر المكعب كليا في السائل.

الجسم المغمور في الهواء:

- يتعرّض الجسم المغمور في الهواء الجويّ لقوة دفع إلى أعلى تعمل على تقليل وزنه .
- إذا كانت قوة دفع الجسم أكبر من وزنه فإنه يرتفع إلى أعلى .
- إذا كانت قوة دفع الجسم أقل من وزنه فإنه يهبط إلى أسفل .
- إذا كانت قوة دفع الجسم مساوية لوزن الجسم فإن الجسم يعلق في الهواء .

هذه التعميمات توصل إليها العالم اليوناني أرخميدس و أصبحت تعرف فيما بعد **بقاعدة أرخميدس** لتشمل السوائل والغازات والتي تنص على ما يلي:

قاعدة أرخميدس	أي جسم مغمور في مائع (سائل أو غاز) يفقد من وزنه بمقدار قوة دفع المائع له (وزن المائع المزاح) .

علل / يرتفع البالون المملوء بغاز الهيدروجين في الهواء الجوي إلى أعلى بينما لا يرتفع البالون المملوء بغاز ثاني أكسيد الكربون؟

لأن قوة دفع البالون المملوء بغاز الهيدروجين أكبر من وزن البالون ولذلك يرتفع لأعلى بينما قوة دفع البالون المملوء بغاز ثاني أكسيد الكربون أقل من وزن البالون لذلك فهو ينخفض لأسفل .

١ـ٥ : تطبيقات على قاعدة أرخميدس

١. الهيدروميتر (قياس كثافة السوائل) :

الهيدروميتر	وهو عبارة عن أنبوب زجاجيّ مدرج، في نهايته انتفاخ (مستودع زجاجي) يحوي قطعاً رصاصية .

مبدأ عمل الهيدروميتر :

يعمل على مبدأ طفو جسم صلب على سطح سائل ، فكلما كانت كثافة السائل أقل غاص الهيدروميتر في السائل أكثر (علاقة عكسية) .

علل / يحوي الهيدروميتر كرات الرصاص؟

لكي تساعده على الاتزان في وضع رأسي .

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

الشكل المجاور يبين جهاز الهيدروميتر وهو مغمور في سوائل مختلفة، حسب ذلك الشكل أيّ السوائل أكبر كثافة و أيها أقل كثافة؟	
السائل الأول أقل كثافة . السائل الثالث أكبر كثافة .	

سؤال : ١. ما هي وحدات تدريج الهيدروميتر؟
وحدة تدريج الهيدروميتر هي غم / سم^{٣}
سؤال :٢. لماذا يكون ترتيب تدريج الهيدروميتر من الأعلى إلى الأسفل؟
لأن الجهاز يعمل على فكرة و آلية غمر الأجسام الصلبة وسط السائل ، فكلما غمر أكثر كانت الكثافة أقل والعكس صحيح .

٢. السفينة :

كيف تطفو السفينة على سطح الماء وهي مصنوعة من الفولاذ في حين يغوص المسمار؟
تحوي السفينة على تجويف كبير مملوء بالهواء ولذلك يكون متوسط كثافة السفينة أقل من كثافة الماء لذلك تطفو .

- فسر أرخميدس طفو السفينة على سطح ما من خلال الفرق بين كثافة الماء ومتوسط كثافة السفينة ، حيث يجب أن يكون متوسط كثافة السفينة أقل من كثافة الماء ، لكن إذا كان متوسط كثافة السفينة أكبر من كثافة الماء تغرق السفينة .

العوامل المؤثرة في السفينة ولها علاقة بطفوها :

١. وزن السفينة لأسفل .
٢. قوة الدفع لأعلى .

علل / نأخذ متوسط كثافة السفينة وليس كثافة السفينة ؟
لأن السفينة تحتوي كثافتين : كثافة الحديد المصنوعة منه وكثافة الهواء الذي يشغل حيزا كبيرا من السفينة .

علل / تغرق السفينة عند حدوث ثقب في جسمها ؟
تنغمر السفينة بالماء ويصبح متوسط كثافة السفينة أكبر من كثافة الماء فتغوص السفينة تحت الماء .

فكر : فسّر ما يحدث لسفينة محملة بالبضائع عندما تعبر من البحر الأحمر إلى البحر الأبيض المتوسط عبر قناة السويس .ما سبب ذلك؟
تعتبر مياه قناة السويس أقل ملوحة من مياه البحر المتوسط والبحر الأحمر،وبالتالي فإن كثافة مياهها أقل من كثافة البحر، أي أن السفينة تنغمر أكثر في مياه قناة السّويس، لذا يتم تخفيف حمولة السّفن عند عبورها عبر القناة.

٣. العوامة الميكانيكية :

- 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.

آلية عمل عوامة خزان الماء :
(ماذا يحدث للكرة المجوفة عند امتلاء الخزان بالماء وملامستها لسطح الماء ؟)

عندما يمتلئ الخزان بالماء ترتفع الكرة إلى أعلى بفعل قوة دفع الطفو وتقوم ذراعها بدفع المحبس و إغلاق الفتحة التي يتدفق عبرها الماء إلى الخزان .

ماذا يحدث عند انخفاض مستوى الماء في الخزان؟

إذا انخفض ارتفاع الماء في الخزان فإن العوامة تهبط إلى أسفل وتقوم ذراعها بسحب المحبس وفتح الطريق للماء لينزل إلى الخزان .

هناك تطبيقات أخرى على قاعدة أرخميدس منها الغواصة والبالون والمنطاد.

بحث : ابحث في آلية عمل كل من الغواصة والبالون والمنطاد واكتب تقريراً حول ذلك؟

آلية عمل الغواصة :

تحتوي الغواصة على خزانات مملوءة بالهواء أي أن الغواصة لها كثافتين : كثافة الحديد وكثافة الهواء ، لذا يطلق عليها متوسط الكثافة ، فعندما تمتلئ الخزانات بالماء تصبح متوسط كثافة الغواصة أكبر من متوسط كثافة الماء فتتغوص في الماء و عندما يريد البحار الصعود يقوم بإفراغ الماء فتصبح متوسط كثافة الغواصة أقل من متوسط كثافة البحر فتصعد وتطفو .

آلية عمل البالون :

يحتوي البالون على غاز الهيليوم أو الهيدروجين الذي كثافته صغيرة جدا ويحتوي على كثافة البلاستيك المصنوع منه لذا يطلق على كثافة البالون بمتوسط الكثافة وليس كثافة البالون وعليه :

١. يصعد البالون إلى أعلى عندما يكون متوسط كثافته أقل من كثافة الهواء .
٢. يهبط البالون إلى أسفل عندما يكون متوسط كثافته أكبر من كثافة الهواء .

آلية عمل المنطاد :

المنطاد عبارة عن كيس يُملأ بهواء ساخن أو غاز خفيف لتمكينه من الارتفاع في الهواء .
يرتفع المنطاد في الجو، لأن الهواء الساخن، أو الغاز الموجود بداخله أخف وزنًا، وأقل كثافة من الهواء المحيط بالمنطاد من الخارج، ويشبه ارتفاع المنطاد في الهواء الجوي تمامًا طفو قطعة من الفلين فوق سطح الماء.

أسئلة الوحدة

١. وضوح المقصود بما يلي :

المفاهيم والمصطلحات	الدلالة اللفظية للمفهوم
الضغط	مقدار القوّة المؤثّرة عمودياً على وحدة المساحة.
ضغط المعيار	الضغط الناشئ عن وزن عمود السّائل عند نقطة معينة.
المائع	كلّ مادة تتصف بخاصية الجريان أو الانتشار.
مبد أ باسكال	إذا وقع ضغط خارجيّ على سائل محصور؛ فإن هذا الضغط ينتقل إلى أجزاء السائل جميعه بالتساوي.
قاعدة أرخميدس	أي جسم مغمور في سائل كلياً أو جزئياً يفقد من وزنه بمقدار قوة الطّفو له، ومقدارها يساوي وزن السائل المزاح.

٢. اختر الإجابة الصحيحة لكل واحدة من العبارات الآتية :

تكون قوى التجاذب بين الجزيئات متوسطة في الحالة:

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

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.

وحدة قياس الضغط في النظام الدولي، هي:

أ	البار.	ب	الميلي بار.
ج	التور.	د	**الباسكال.**

تعتمد قوة الطفو لجسم مغمور في سائل على:

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

من التطبيقات العملية على مبدأ باسكال:

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

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.

المادة التي لا يمكن استخدامها في المكبس الهيدروليكي:			
أ	الماء.	ب	الزيت
ج	**الهواء.**	د	الزئبق.

عند غمر ٣ كرات متماثلة في أحجامها من(الحديد، النحاس، الألمنيوم (في الماء فإن قوة الطفو تكون:			
أ	أكبر ها للحديد.	ب	أكبر ها النحاس.
ج	أكبر ها الألمنيوم.	د	**متساوية للكرات جميعها.**

٣. علل ما يلي تعليلاً علمياً صحيحاً:

أ. 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.

لأن كثافة الماء أكبر من كثافة الزّيت، وبالتالي يكون ضغط الماء على الزّيت أكبر من ضغط الزّيت على الماء.

ب. السباحة في ماء البحر الميت أسهل من السباحة في ماء البحر الأبيض المتوسط.

لأن كثافة مياه البحر الميت أكبر من كثافة البحر الأبيض المتوسط، فتكون قوّة الطّفو له أكبر.

ج. تستطيع السمكة الصعود والهبوط داخل الماء.

لأن جسم السّمكة يحتوي على مثانة هوائية، فعندما تمتلئ المثانة الهوائيّة بالماء تهبط السمكة لأسفل(متوسط كثافة جسم السمكة يزداد)، وعند تفريغ المثانة الهوائية من الماء، ترتفع السمكة لأعلى(متوسط كثافة جسم السّمكة يقلّ) .

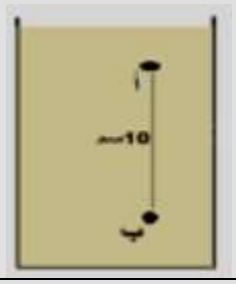
د. يبنى السد حيث يكون جداره عند القاعدة أكثر سمكاً من أعلى السد.

حتى يتحمّل ضغط الماء؛ لأن ضغط الماء يزداد كلما زاد العمق.

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

الضّغط متساوٍ على قاعدة الأوعية الثّلاثة، لأن ضغط السّائل لا يعتمد على مساحة القاعدة، و إنما يعتمد على كثافة السّائل، وعمق السّائل (ملاحظة :القوّة تعتمد على مساحة القاعدة.)

٥. 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 ١٠ سم أسفل النقطة (أ)، علماً أن جـ = ١٠ م / ث^{٢} . جد ما يلي:



١. عمق النقطة (أ) .

ث السائل = ٨٠٠ كغم / م^{٣} ، ض أ = ٦٠٠ باسكال .

ض أ = ث السائل × ل أ × جـ

٦٠٠ = ٨٠٠ × ل أ × ١٠

٦٠٠ = ٨٠٠٠ ل أ

ل أ = ٦٠٠ / ٨٠٠٠

ل أ = ٠.٠٧٥ م = ٧.٥ سم .

٢. الضغط عند النقطة (ب) .

ل ب = ل أ + ١٠ سم

ل ب = ٧.٥ + ١٠ سم = ١٧.٥ سم = ٠.١٧٥ م

ض ب = ث السائل × ل ب × جـ

ض ب = ٨٠٠ × ٠.١٧٥ × ١٠

ض ب = ١٤٠٠ باسكال .

إياد محمد خضر

٦. برميل أسطوانيّ الشكل مساحة قاعدته ٠.٧ م^{٢} وارتفاعه ٨٠ سم ، مُلِيء كليّا بالزيت، فإذا علمت أن كثافة الزيت ٨٥٠ كغم / م^{٣} . جد ما يلي:
علماً أن جـ = ١٠ م / ث^{٢} . جد ما يلي:

١. ضغط المعيار على قاعد البرميل ؟

ث الزيت = ٨٥٠ كغم / م^{٣} ، ل للبرميل = ٨٠ سم = ٠.٨ م ، أ القاعدة = ٠.٧ م^{٢} .
ض المعياري للقاعدة = ث الزيت × ل للبرميل × جـ
ض المعياري للقاعدة = ٨٥٠ × ٠.٨ × ١٠ = ٦٨٠٠ باسكال .

٢. معدل الضغط المعياري الجانبيّ على البرميل ؟

معدل الضغط الجانبي = (ضغط السطح + ضغط القاعدة) / ٢
معدل الضغط الجانبي = (صفر + ٦٨٠٠) / ٢
معدل الضغط الجانبي = ٣٤٠٠ باسكال .

٣. القوة المؤثرة على قاعدة البرميل من الزيت.

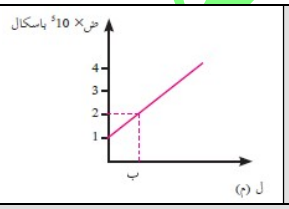
ق القاعدة = ض المعياري للقاعدة × أ القاعدة
ق القاعدة = ٦٨٠٠ × ٠.٧ = ٤٧٦٠ نيوتن .

٤. القوة المؤثرة من الزيت على المساحة الجانبية للبرميل.

أ = ط نق^{٢}
٠.٧ = ٣.١٤ نق^{٢}
نق^{٢} = ٠.٧ / ٣.١٤
نق^{٢} = ٠.٢٢٢ ⇐ نق = ٠.٤٧ متر.

محيط القاعدة = ٢ ط نق
محيط القاعدة = ٢ × ٣.١٤ × ٠.٤٧ = ٢.٩٥ متر .
المساحة الجانبية = محيط القاعدة × الارتفاع
المساحة الجانبية = ٢.٩٥ × ٠.٨ = ٢.٣٦ م^{٢} .
ق المساحة الجانبية = معدل الضّغط الجانبي × المساحة الجانبية
ق المساحة الجانبية = ٣٤٠٠ × ٢.٣٦ = ٨٠٢٤ نيوتن .

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



١. الضغط الجوي عند سطح الماء ؟

الضغط الجوي عند سطح الماء = ١ × ١٠ ^{٥} باسكال

٢. عمق النقطة ب تحت سطح الماء ؟

ض ب = ض. + ث × ل ب × جـ
٢ × ١٠ ^{٥} = ١ × ١٠ ^{٥} + ١٠٠٠ × ل ب × ١٠
ل ب = { (٢ × ١٠ ^{٥}) - (١ × ١٠ ^{٥}) } ÷ ١٠٠٠
ل ب = ١٠ ^{٥} ÷ ١٠ ^{٤} ⇐ ل ب = ١٠ متر

٣. ماذا يمثل ميل المنحنى ؟

ض = ض. + ث × ل ب ×جـ. ، المقطع الصادي يمثل ض. المقطع السيني يمثل ل .
الميل يمثل (ث × جـ)

٨ . في الشكل المجاور وعاء زجاجي مملوء بالماء تؤثر قوة مقدارها ١٢ نيوتن في سدادته التي مساحتها ٦ سم^{٢} فإذا علمت أن مساحة قاعدته ٦٠٠ سم^{٢} جد ما يلي:	

١. مقدار القوة المؤثرة في قاعدته ؟

بتطبيق مبدأ باسكال(باعتبار السّدادة هي الأسطوانة الصّغرى، والقاعدة هي الأسطوانة الكبرى)

ق$_{١}$ = ١٢ نيوتن ، أ$_{١}$ = ٦ سم^{٢} ، ق$_{٢}$ = ؟؟ أ$_{٢}$ = ٦٠٠ نيوتن

ق$_{١}$ / أ$_{١}$ = ق$_{٢}$ / أ$_{٢}$

١٢ / ٦ = ق$_{٢}$ / ٦٠٠

ق$_{٢}$ = ١٢٠٠ نيوتن .

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

تنكسر القاعدة .

٩. يطفو مكعب من الخشب كثافته ٨٠٠ كغم / م^{٣} وطول ضلعه ٢٠ سم 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.

ث الخشب = ٨٠٠ كغم / م^{٣} ، ث الماء = ١٠٠٠ كغم / م^{٣} ، ل = ٢٠ سم = ٠.٢ م

حجم المكعّب (ح ج) = ل^{٣} = (٠.٢) ^{٣} = ٠.٠٠٨ م^{٣} .

حجم الجزء المغمور = حجم متوازي مستطيلات ارتفاعه يساوي ارتفاع الجزء المغمور= مساحة القاعدة(مربع) × الارتفاع.

كتلة مكعب الخشب = ث الخشب × ح الخشب = ٨٠٠ × ٠.٠٠٨ = ٦.٤ كغم

ح ج × ث ج = ح س × ث س

٠.٠٠٨ × ٨٠٠ = ح س × ١٠٠٠

ح س = ٠.٠٠٦٤ م^{٣} = حجم الجزء المغمور .

حجم الجزء المغمور= مساحة القاعدة(مربع) × الارتفاع.

٠.٠٠٦٤ = (٠.٢) ^{٢} × الارتفاع (ارتفاع الجزء المغمور)

ارتفاع الجزء المغمور = ٠.٠٠٦٤ / ٠.٠٤ = ٠.١٦ متر .

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

قوة دفع الماء = وزن مكعب الخشب + وزن الكتلة (نتعامل مع الجسم كجسم مغمور

ح الخشب × ث الماء × جـ = ك الخشب × جـ + ك الكتلة × جـ

٠.٠٠٨ × ١٠٠٠ = ك الخشب + ك الكتلة

٨ = ٦.٤ + ك الكتلة

ك الكتلة = ٨ – ٦.٤ = ١.٦ كغم

١٠. وعاء زجاجيّ مملوء جزئياً بالماء، وضع على ميزان كما في الشكل المجاور(أ) فكانت قراءة الميزان ٥ نيوتن، ثم عُلّق مكعب فلزي طول ضلعه ٥ سم في ميزان نابضي، وغمر كلياً في الماء كما في الشكل(ب)، فكانت قراءة الميزان النابضي ٢ نيوتن .جد ما يلي:

١. كثافة المكعب الفلزي ؟

قراءة الميزان (أ) = ٥ نيوتن (وزن الماء + وزن الوعاء) ، ث الماء = ١٠٠٠ كغم / م^{٣} .

قراءة الميزان النابضي(ب) = ٢نيوتن (الوزن الظاهري للمكعب).

ح الجسم = (٠.٠٥)^{٣} = ١.٢٥ × ١٠ $^{-٤}$.

أولا : نحسب وزن المكعب الفلزي:

و المكعب – و ظ = ث الماء × ح الجسم × جـ

و المكعب - ٢ = ١٠٠٠ × ١.٢٥ × ١٠ $^{-٤}$ × ١٠

و المكعب - ٢ = ١.٢٥ ⇐ و المكعب = ١.٢٥ + ٢ = ٣.٢٥ نيوتن .

ثانيا : نحسب كتلة المكعب الفلزي:

ث الجسم = ك / ح = ٣.٢٥ / ١.٢٥ × ١٠ $^{-٤}$ ⇐ ث الجسم = ٢٦٠٠ كغم / م^{٣} .

٢. قراءة الميزان ؟

قراءة الميزان= (وزن الماء + وزن الوعاء) + وزن السّائل المُزاح

وزن الماء المزاح = قوة الطّفو

= ث الماء × ح الجسم × جـ

= ١٠٠٠ × ١.٢٥ × ١٠ $^{-٤}$ × ١٠

= ١.٢٥ نيوتن .

قراءة الميزان = ٥ + ١.٢٥ = ٦.٢٥ نيوتن .

تم بحمد الله