١٠

دولـــة فلـسطين
وزارة التربية والتعليم

الفيـزيـــاء

الفترة الثانية

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولـــة فلـسطين
وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج

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

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

المحتويات

الفترة الثّانية	الفصل الأول	وصف الحركة	١
	الفصل الثاني	قوانين نيوتن	١٧

الفصل الأول:
وصف الحركة (Kinematics)

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

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

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

تعرفت سابقا تحديد موضع جسم ما بالنسبة لنقطة إسناد معينة،

استعن بخطوات رسم المتجه الواردة في البند (٢ – ٢).

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

الآن، حاول وضع تعريف ملائم لمتجه الموضع.

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

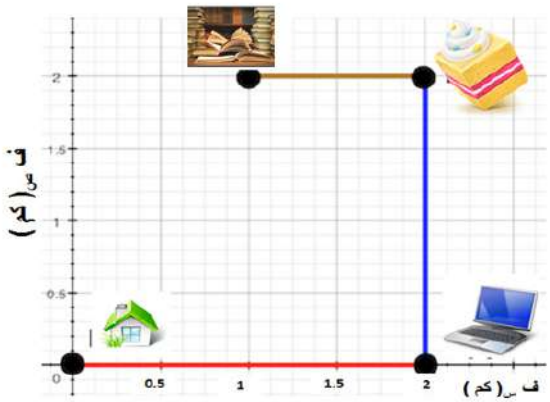
فكر

١- ما العناصر الأساسية لتحديد متجه الموضع لجسم ما؟

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

لتتعرف إلى الفرق بين مفهوم المسافة والإزاحة نفّذ النشاط الآتي:

نشاط (١): المسافة والإزاحة



الشكل (٣-١)

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

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

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

٣- ما المسافة الكلية ما بين منزله ومتجر الحلويات؟

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

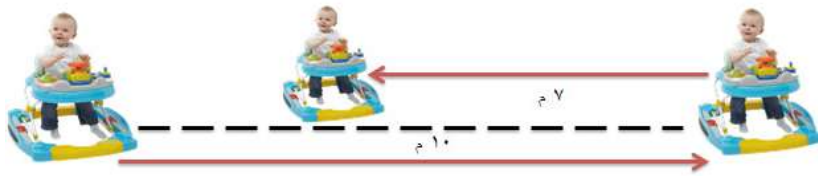
الآن، هل يمكنك التمييز بين إجابتك في ٢،١ مع ٤؟

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

مثال (١):

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

١- المسافة المقطوعة. ٢- إزاحة عربة الطفل.



الحلّ:

١. المسافة (ف) = الطول الحقيقي للمسار المقطوع

= المجموع الجبريّ للمسافات التي قطعتها عربة الطفل

= ١٠ + ٧ = ١٧ م

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

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

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

مثال (٢):

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

١- المسافة المقطوعة

٢- الإزاحة الكلية للسيارة الكلية.

الحلّ:

١- المسافة (ف) = طول المسار الحقيقي = محيط الدائرة = $\pi ٢$ نق

٢ × ٣,١٤ × ٥ = ٣١,٤ م

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

فكر

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

١-٢: السرعة المتوسطة (Average Velocity)

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

نشاط (٢): السرعة المتوسطة

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

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

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

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

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

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

يتضح لنا أن السرعة المتوسطة يُعطى بالعلاقة

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

ع : السرعة المتوسطة (م/ ث)

Δف: الإزاحة (م)

Δز: الزمن (ث)

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

إذا أردنا المقارنة بين سرعتي السيارتين بالمثال السابق:

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

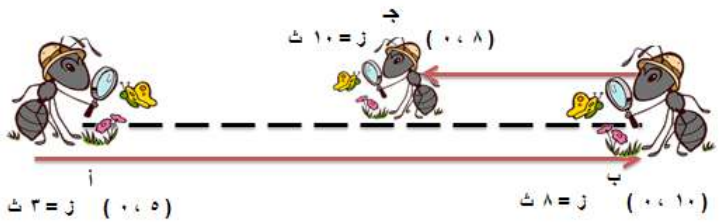
مثال (٣):

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

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

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

الحلّ:



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

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

$= \frac{٥ - ١٠}{٣ - ٨}$

$= \frac{٥}{٥} =$ ١سم/ث باتجاه الشرق

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

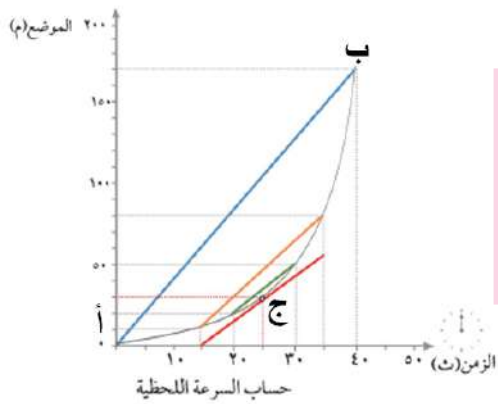
١-٣: السرعة اللحظيّة (Instantaneous Velocity)

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

لنفرض أن سيارة تتحرك من النقطة أ إلى النقطة ب وطُلب

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

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



الشكل (٣-٢)

فكر

س١: في أي لحظة تتساوى السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة؟

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

١-٤: التسارع (Acceleration)

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

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

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

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

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

$\overleftarrow{ع_٢}$: السرعة النهائية

$\overleftarrow{ع_١}$: السرعة الابتدائية

$\Delta ز$: التغير في الزمن (ث)

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

مثال (٤):

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

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

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

١-٥: وصف منحنيات الحركة

الحالة الأولى- الموضع ثابت:

مثال (٥):

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

ز (ث)	٠	٢	٤	٦
ف (م)	٢	٢	٢	٢

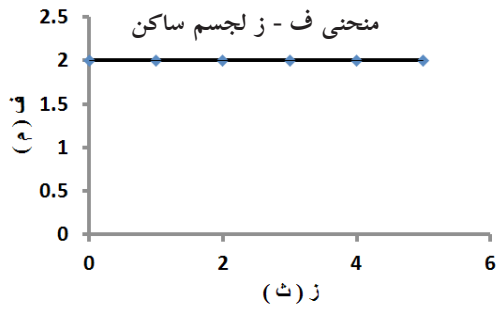
١- مثّل القراءات السابقة بيانياً.

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

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

الحلّ:

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



٢- نجد ميل الخط المستقيم وهو يساوي السرعة المتوسطة.

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

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

الحالة الثانية - الحركة بسرعة ثابتة:

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

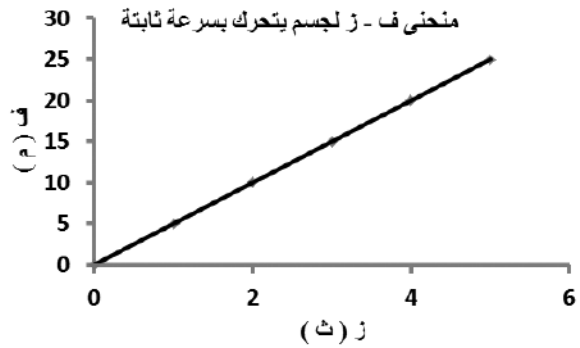
ز (ث)	١	٢	٣	٤	٥
ف (م)	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥

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

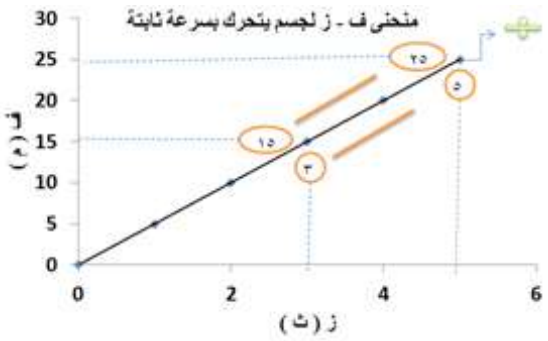
مثّل البيانات المُعطاة في الجدول تمثيلاً بيانياً حيث يمثل الزمن على محور السينات والموضع على محور الصادات.

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

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



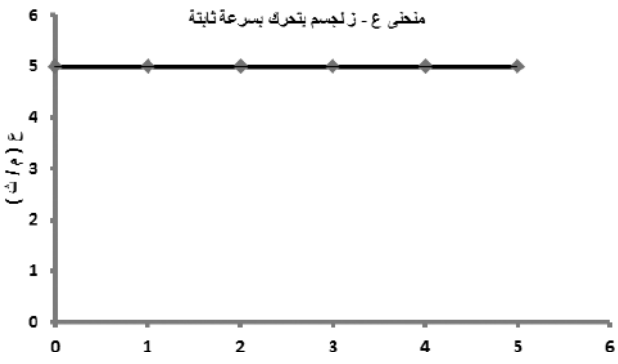
الشكل (٣/٣-أ)



الشكل (٣/٣-ب)

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

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



الشكل (٣ – ٣/ ج)

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

مثال (٦):

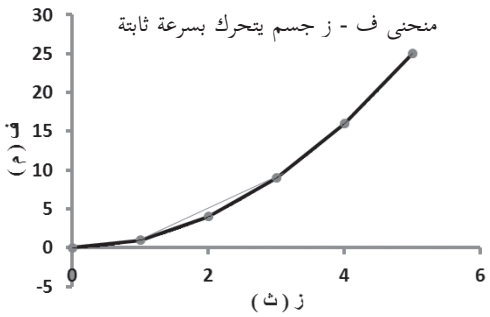
تتحرك سيارة سباق وفق الجدول الآتي الذي سجّله شخص موجود على مضمار السباق، مثل منحنى ف- ز بيانياً، ثم ارسم منحنى ع-ز، و منحنى ت – ز لهذه الحركة.

ز (ث)	٠	١	٢	٣	٤
ف (م)	٠	١	٤	٩	١٦

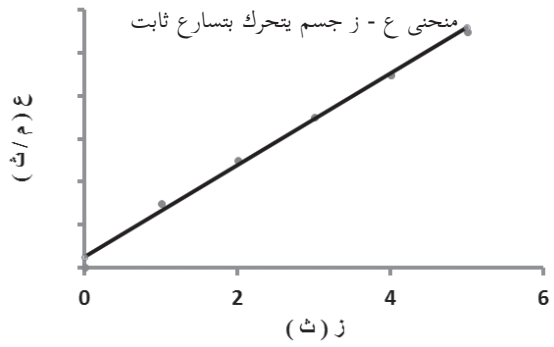
لحساب السرعة المتوسطة في الفترة (١ ، ٣) نأخذ نقطتين على المنحنى ونصل بينهما بخطّ مستقيم ثم نجد ميله من الشكل (٣-٤/أ).

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

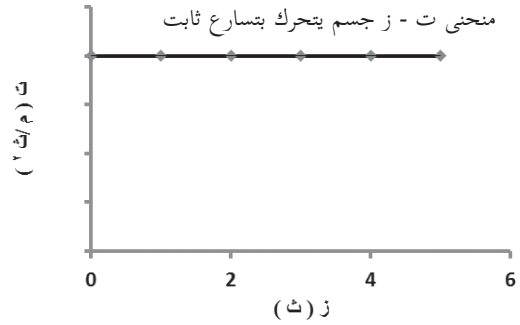
لوصف الحركة فإن ف تتزايد بصورة غير منتظمة مع الزمن في حين أن السرعة المتوسطة واللحظية ،عند تمثيل السرعة اللحظية مع الزمن فإننا نحصل على الشكل ٣-٤/ب ويكون التسارع ثابتاً مع الزمن كما في الشكل ٣-٤/ج.



الشكل (٣-٤/أ)



الشكل (٣-٤/ب)



الشكل (٣-٤/ج)

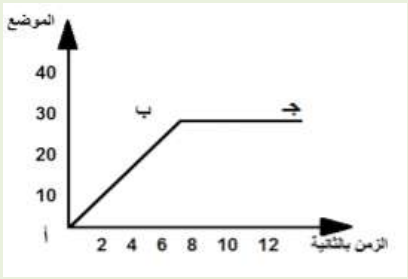
سؤال

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

١- في آيّ فترة يتحرك الجسم بسرعة ثابتة؟

٢- احسب سرعة الجسم في الفترة أب

٣- ارسم منحنى ع – ز.

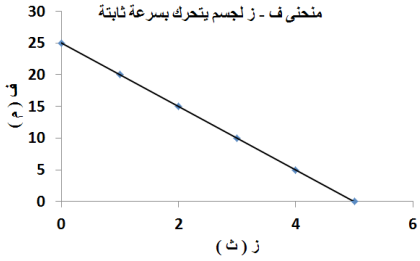


سؤال

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

ب- ماذا تعني الإشارة السالبة للسرعة؟

ج- كم يساوي التسارع؟



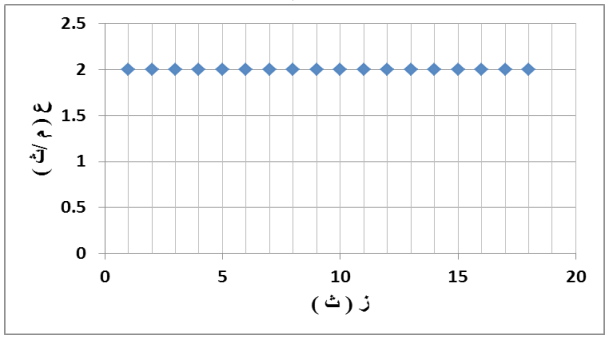
١-٦: الحركة بتسارع ثابت (Motion in Constant Acceleration)

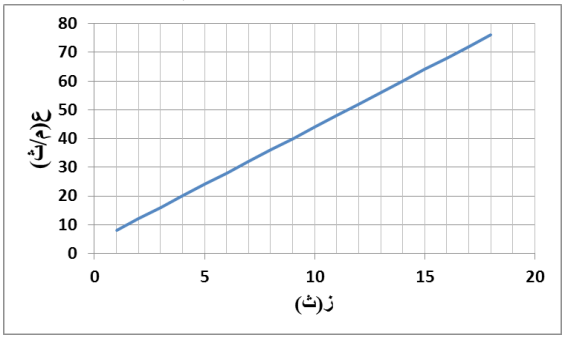
درست في البنود السابقة من الفصل أن التسارع هو التغير في السرعة بالنسبة للزمن، إذا كان التغير في السرعة اللحظية منتظماً بالنسبة للزمن، مقداراً واتجاهاً فإن الجسم يتحرك بتسارع ثابت كما هو الحال في سقوط الأجسام سقوطاً حراً تحت تأثير وزنها.

يمكن وصف حركة الجسم من خلال معادلات تسمى معادلات الحركة.

معادلات الحركة بتسارع ثابت

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





في أيّ الحالتين تكون السرعة ثابتة؟

في أيّ الحالتين يكون التسارع ثابتاً؟

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

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

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

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

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

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

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

مثال (٧):

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

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

مثال (٨):

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

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

١-٧: السقوط الحر في مجال الجاذبيّة الأرضيّة (Freely Falling Under Gravity Field)

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

أولا: سقوط جسم رأسياً إلى أسفل:

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

للإجابة عن هذا السؤال نفِّذ النشاط الآتي:

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

المواد والأدوات:

ورقة، قطعة نقد ومفرغة الهواء.

الخطوات:

١- ضع قطعة النقد والورقة داخل المفرغة ثم اقلبها رأسا على عقب، 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 ثمّ أجب عن السؤال التالي: هل تسارع الأجسام المختلفة الساقطة سقوطاً حراً نحو الأرض يكون متساوياً أم مختلفاً؟

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

ولحساب مقدار تسارع الجاذبية الأرضية نفِّذ النشاط الآتي:

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

مثال (٩):

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

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

ثانياً: المقذوف الرأسيّ:

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

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

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

مثال (١٠):

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

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

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

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

أسئلة الفصل

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

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

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

أ- ٤ . ب- صفرا. ج- ٤ √٢ د- √٨

٢- المساحة تحت منحنى ع – ز تساوي:

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

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

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

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

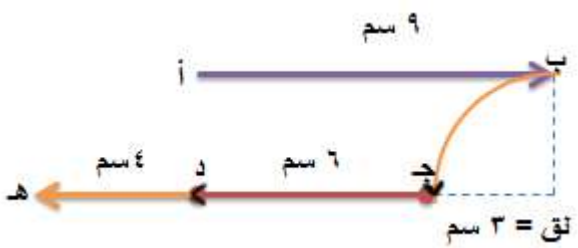
٤- قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة ع$_{١}$، فإن الزمن اللازم للجسم ليصل أقصى ارتفاع يساوي:

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

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

١- المسافة التي قطعتها الحشرة في رحلتها.

٢- الإزاحة الكلية للحشرة.

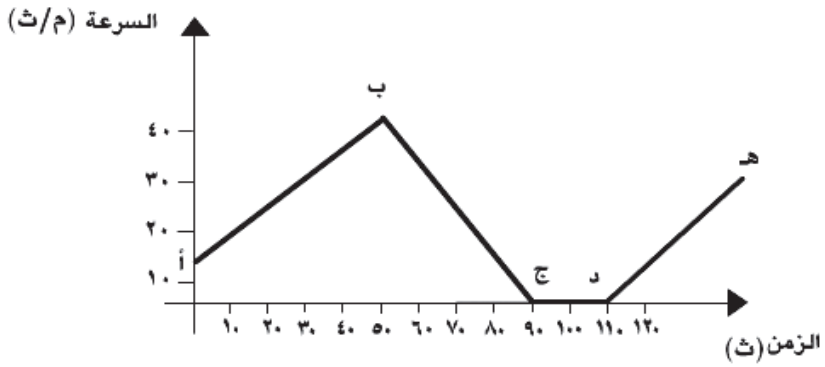


أسئلة الفصل

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

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

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



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

١- تسارع الجسم

٢- الزمن اللازم لقطع الإزاحة.

٣- الإزاحة التي قطعها في الثانية العاشرة فقط.

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

١- السرعة الإبتدائية التي قذف بها الجسم.

٢- زمن وصوله لأقصى ارتفاع.

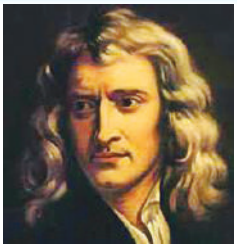
٣- زمن التحليق للجسم.

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

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

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

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



السير إسحاق نيوتن (Isaac Newton):

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

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

٢-١: القوة (Force)

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

للقوة أشكال مختلفة في الطبيعة ومن أهمها:

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

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

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

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

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

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

والإشارة السالبة تشير إلى أن اتجاه القوة يعاكس اتجاه الإزاحة.

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

مثال (١):

الشكل (٤- ١)

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

أ- احسب ثابت النابض الموجود في الكرسي؟

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

الحلّ:

أ- ق = الوزن = أ س

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

ب- ق = الوزن = أ سَ

٩٠٠ نيوتن= ٢ × ١٠^{٤} × سَ

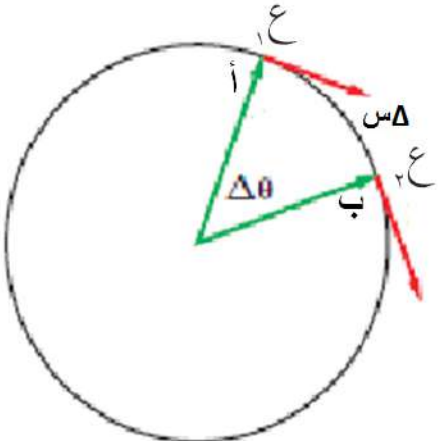
سَ = ٠,٠٤٥ م

فكر في فوائد قوة الاحتكاك.

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

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

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



لاحظ أن السرعة عمودية دائماً على التسارع المركزي.

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

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

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

سؤال

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

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

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

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

فكر

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

الشكل (٤-٢)

مثال (٢):

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

الحلّ:

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

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

$$\text{ع} = ١,٨٨ \text{ م/ ث}$$

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

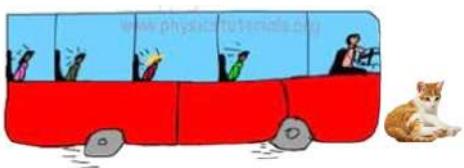
$$\text{ت} = ٥,٨٩ \text{ م/ ث}^{٢}$$

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

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

تأمّل المشاهدات اليومية الآتية ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

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



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

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

كما تلاحظ أيضاً أن الجسم المتحرك بسرعة ثابتة وبخط مستقيم تبقى سرعته كما هي ما لم يتأثر بقوة توقفه أو تغيّر من مقدار سرعته أو اتجاهها.

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

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

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

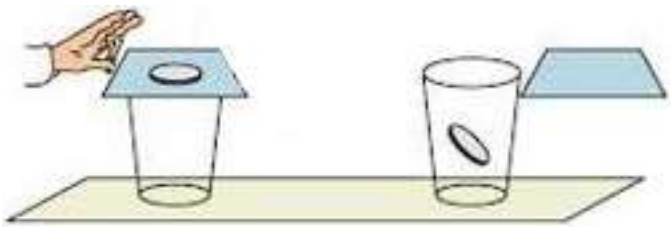
حتى تتعرّف إلى القصور الذاتيّ للأجسام والعوامل التي يعتمد عليها دعنا نقوم بهذه التجربة:

نشاط (٩): القصور الذاتي:

المواد والأدوات:

قطعة نقد، وكأس، وورقة.

الخطوات:



١- ضع الورقة فوق الكأس الموضوع على سطح الطاولة.

٢- ضع قطعة النقد فوق الورقة.

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

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

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

٢-٣: القانون الثاني لنيوتن (Newton's Second Law of Motion)

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

وتعرف العلاقة السابقة بالقانون الثاني لنيوتن.

ويمكن كتابة العلاقة الرياضيّة للقانون الثاني لنيوتن كما يلي:

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

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

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

مثال (٣):

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

الحلّ:

محصلة قوتين الاتجاه نفسه = حاصل جمعهما

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

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

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

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

مثال (٤):

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

الحلّ:

محصلة قوتين متعاكستين فالاتجاه = حاصل طرحهما

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

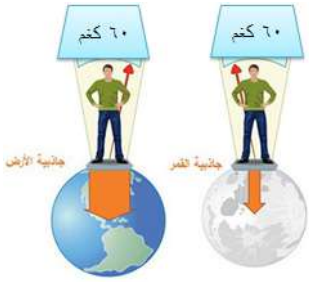
$= ٤٥٠ - (٣٠ \times ١٠) = ١٥٠$ نيوتن باتجاه الأعلى

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

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

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

الشد = ٤٥٠ نيوتن



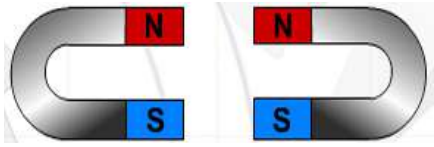
فكر جسم كتلته ٦٠ كغم، هل تتغير كتلته عندما يكون على سطح القمر؟ وكم يبلغ وزنه على سطح القمر علماً أن جاذبية القمر تساوي سدس جاذبية الأرض؟ فسّر إجابتك؟

ومن تطبيقات القانون الثاني لنيوتن:

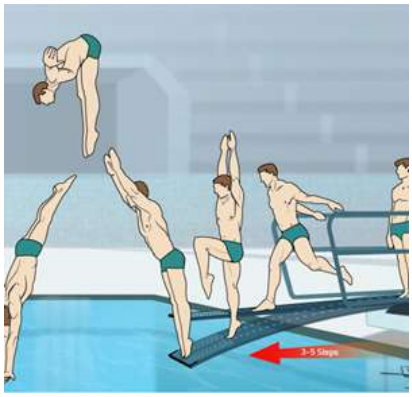
١- المظلات وعمليات الهبوط بواسطة المنطاد حيث يهبط الجسم تحت تأثير قوتين، وزنه ومقاومة الهواء.

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

القانون الثالث لنيوتن:



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



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

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

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

نشاط (١١): قوتا الفعل ورد الفعل:

المواد والأدوات:

ميزان نابض عدد ٢.

الخطوات:

١- اشبك الميزانين معاً كما في الشكل واسحبهما.

٢- سجّل قراءة كل من الميزانين وقارن بين القراءتين.

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

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

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

مما سبق نستنتج أنه:

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

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

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

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

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

تطبيقات القانون الثالث لنيوتن:

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

هل بإمكانك ذكر تطبيقات أخرى على القانون الثالث لنيوتن؟

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

سؤال حددْ قوتي الفعل ورد الفعل في الأشكال الآتية:

مشاريع مقترحة:

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

أسئلة الفصل

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

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

١- تُقاس القوة بوحدة:

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

٢- الصيغة الرياضية للقانون الثالث لنيوتن:

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

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

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

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

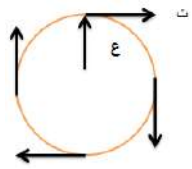
أ- القوتان تؤثران معا على كل من الجسمين. ب- كل قوة تؤثر على جسم من الجسمين.

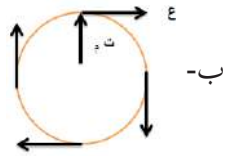
ج- القوتان تؤثران معا على أحد الجسمين. د- القوتان تؤثّران بالتناوب على كل من الجسمين.

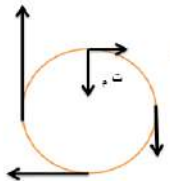
٥- إذا تحرك جسم على محيط دائرة بسرعة خطية ٣,١٤م/ث فقطع دورة كاملة في ثانيتين فإن نصف قطر الدائرة بوحدة المتر يساوي:

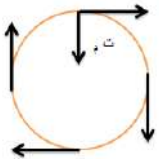
أ- ٠,٢٥ ب- ٠,٥ ج- ١ د- ٢

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

أ- 

ب- 

ج- 

د- 

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

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

أسئلة الفصل

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

١- قوة التلامس العمودية.

٢- قوة الاحتكاك.

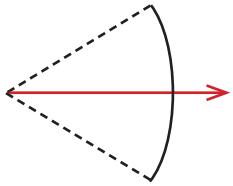
س٤: من خلال القراءات الموضّحة في الجدول الآتي:

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

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

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

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



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

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

أسئلة الوحدة

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

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

أ- ١٣٦٠٠ ب- ٠,١٣٦ ج- ١٣٦ د- ١٣٦٠

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

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

٣- إن حاصل جمع متجهين متعاكسين بالاتجاه يكون:

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

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

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

أ- صفرا. ب- ١٠ م ج- ٢٠م د- ٥م

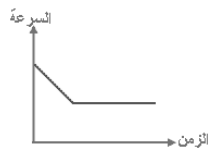
٥- إذا كان موضع الجسم ثابتاً فإن سرعته:

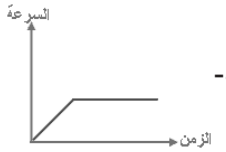
أ- تتزايد. ب- صفر ج- تتناقص د- ١م/ث

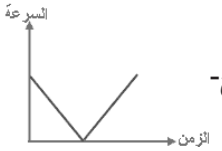
٦- تحركت سيارة من السكون فوصلت سرعتها بعد ٤ ثواني إلى ١٢ م/ ث، فإن متوسط تسارعها بوحدة م/ث^{٢} يساوي:

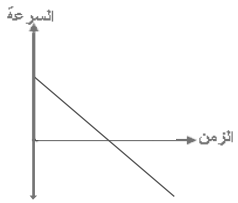
أ- ٦ ب- ٣ ج- ٢ د- $\frac{١}{٣}$

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

أ- 

ب- 

ج- 

د- 

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

أ- ٠,٥ ت ب- ٢ ت ج- ت د- ت^{٢}

أسئلة الوحدة

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

أ- ٢٠ ب- ٥ ج- صفراً د- ٢

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

أ- ١٥ ب- ٢٠ ج- ٣٠ د- ٦٠

١١- في الحركة الدائرية المنتظمة تكون السرعة المماسية:

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

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

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

أ- ١٠ ب- ١٠٠ ج- ١٠٠٠ د- ١٠٠٠٠

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

س٣: علل:

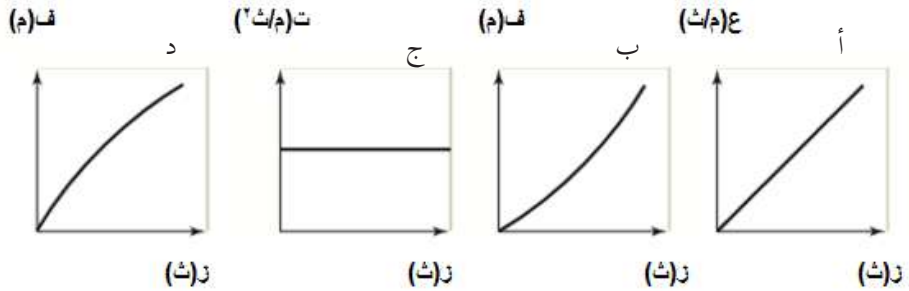
١- التسارع كمية متجهة ومشتقة.

٢- الورنية أكثر دقة من المسطرة العادية.

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

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

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



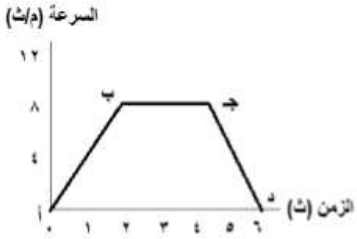
أسئلة الوحدة

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

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

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

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



١- تسارع السيارة حتى الثانية ٢.

٢- إزاحة السيارة في الفترة ب جـ.

٣- صف التسارع في الفترة جـ د.

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

١- الزمن الدوريّ للجسم.

٢- تردد حركة الجسم.

٣- التّسارع المركزيّ للجسم.

اختبار الفترة الثّانية

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة فيما يلي:

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

أ- ٢ نق ب- صفر ج- ٢ π نق د- π نق^{٢}

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

أ- ٢٥,١٢ ب- ٦,٢٨ ج- ١٢,٥٦ د- ٣١,٤

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

أ- ٤ ب- ٦٧٢٨ ج- ١٢,٥٦ د- ٣١,٤

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

أ- ٦ ب- ٣ ج- ٢ د- ١٢

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

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

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

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

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

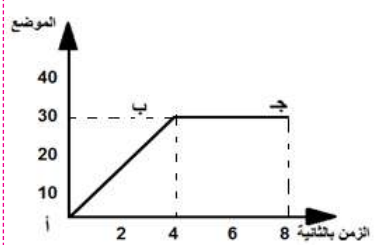
٧. إذا تحرّك جسم حركة دائرية بسرعة خطيّة ثابتة (ع)، وأصبحت سرعته ٢ع، فإن التّسارع يصبح:

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

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

أ- ٠,٠٨ ب- ٠,٢ ج- ٥ د- ١٢

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



أ- ما سرعة السّيارة في الفترة أب.....

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

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

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