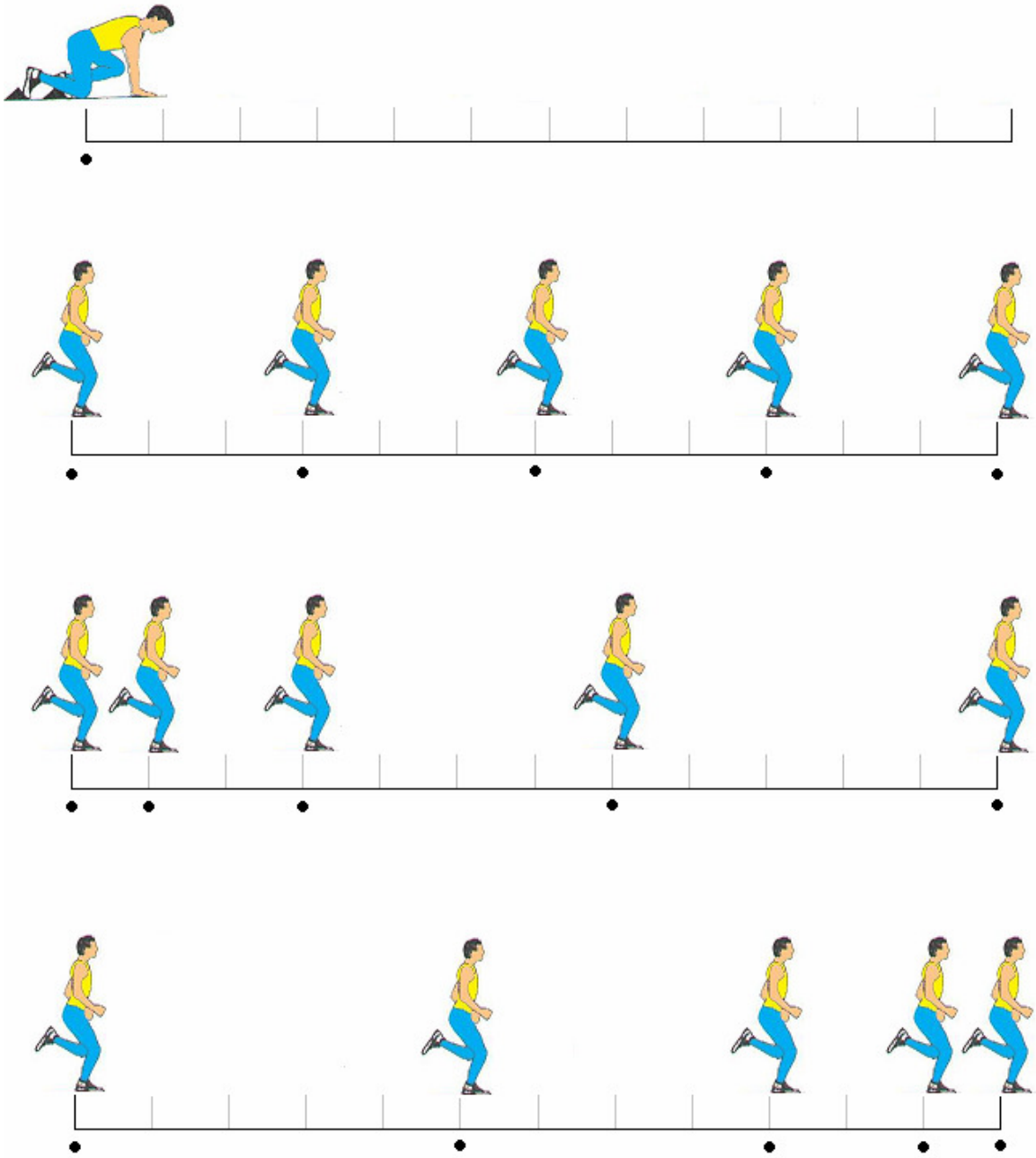
الفصل الثّالث: الحركة المتسارعة

إعداد: الأستاذ محمود طرّادة

3-1 التّسارع (العجلة)

تغيّر السّرعة المتّجهة:

تمثّل الأجسامُ السّاكنة في مخطّطات الحركة بصورة واحد، بينما ترسم المسافات بين صـــور الأجـــسام متساوية في حالة الحركة بسرعة منتظمة، أمّا إذا كان تغيّر المسافة بين المواقع المتتالية يكبر تدريجيًّا فهذا يعنـــي أنّ الجسم تزيد سرعته، وإذا كان التّغيّر في الموقع يقلّ فإنّ السرعة تتباطأ.



منحنى السّرعة المتّجهة–الزّمن:

يمكن استخدام منحنى (السّرعة المتّجهة–الزّمن) لإيجاد سرعة وتسارع جسم، كما يمكن استخدامه والمخطّطات التّوضيحيّة للحركة لتحديد إشارة تسارع الجسم.

التّسارع: المعدّل الزّمنيّ لتغيّر السّرعة.

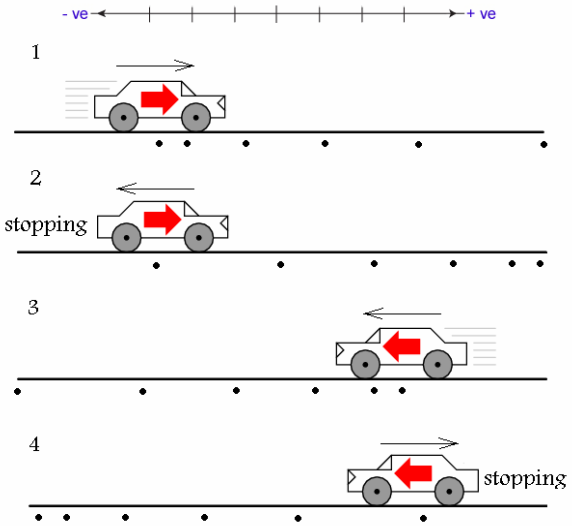
التّسارع المنتظم: عندما تتغيّر سرعة جسم بمعدّل منتظم فإنّ له تسارعًا منتظمًا.

التّسارع المتوسّط: التّغيّر في السّرعة خلال فترة زمنيّة مقاسة، مقسومًا على هذه الفترة، أو هو ميل الخطّ البيانيّ لمنحنى السّرعة المتّجهة–الزّمن.

يقاس التّسارع بوحدة m/s^2، كما تدلّ متّجهات التّسارع المتوسّط في مخطّط الحركة على مقدار واتّجاه التّسارع المتوسّط خلال فترة زمنيّة ما، وعندما يكون التّسارع والسّرعة في الاتّجاه نفسه، تزداد سرعة الجسم، وعندما يكونان متعاكسين في الاتّجاه، تتناقص سرعته.

التّسارع اللحظيّ: التّغيّر في السّرعة عند لحظة زمنيّة محدّدة أو هو ميل المماس لمنحى (السّرعة المتّجهة–الزّمن) عند اللحظة الزّمنيّة الّتي تودّ حساب التّسارع عندها.

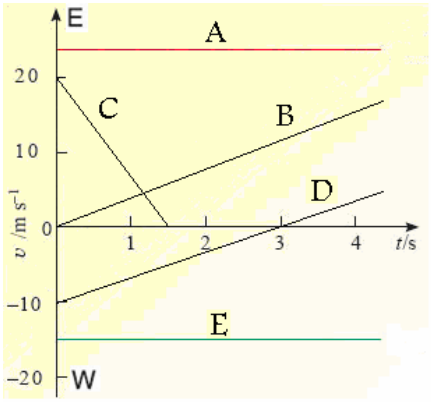
التّسارع الموجب والتّسارع السالب

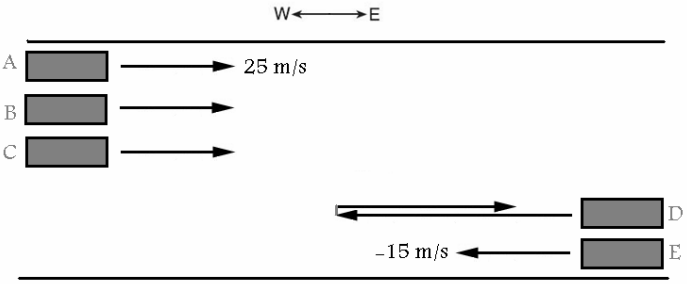


(السّهم الكبير يمثّل متّجه السّرعة، والسّهم الضعيف يمثّل متّجه التّسارع)

1	2	3	4
اتّجاه السّرعة مع اتّجاه التّسارع	اتّجاه السّرعة عكس اتّجاه التّسارع	اتّجاه السّرعة مع اتّجاه التّسارع	اتّجاه السّرعة عكس اتّجاه التّسارع
السّرعة تزداد في الاتّجاه الموجب	السّرعة تتناقص في الاتّجاه الموجب	السّرعة تتزايد في الاتّجاه السّالب	السّرعة تتناقص في الاتّجاه السّالب
تسارع موجب "عجلة تزايديّة"	تسارع سالب "عجلة تقصيريّة"	تسارع سالب "عجلة تقصيريّة"	تسارع موجب "عجلة تزايديّة"

وبملاحظة الرّسم البيانيّ:





A	سرعة السّيّارة منتظمة ومقدارها **25 m/s** نحو الشّرق.
B	سرعة السّيّارة تزداد من **0** إلى **20 m/s** نحو الشّرق، فمتّجها السّرعة والتّسارع موجبان.
C	سرعة السّيّارة تقلّ من **20 m/s** إلى **0** نحو الشّرق، فمتّجة السّرعة موجب، والتّسارع سالب.
D	سرعة السّيّارة تقلّ من **10 m/s** إلى **0** نحو الغرب، فمتّجه السّرعة سالب والتّسارع موجب، ثمّ تزداد سرعتها من **0** إلى **5 m/s** نحو الشّرق، فمتّجه السّرعة موجب والتّسارع موجب.
E	سرعة السّيّارة منتظمة ومقدارها **-15 m/s** نحو الغرب.

حساب التّسارع من منحنى السّرعة المتّجهة–الزّمن

المعادلة التّالية تعبّر عن التّسارع المتوسّط باعتباره ميل الخطّ البيانيّ لمنحنى (السّرعة المتّجهة–الزّمن)، ويرمز له بالرّمز $\bar{a}$:

$$\bar{a} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

3–2 الحركة بتسارع منتظم

معادلات الحركة في حالة التّسارع المنتظم
$v_f = v_i + \bar{a}t$
$d_f = v_i t + \frac{1}{2}\bar{a}t^2$
$v_f^2 = v_i^2 + 2\bar{a}d$

مع مراعاة أنّ المساحة تحت منحنى (السّرعة المتّجهة–الزّمن) لجسم متحرّك تساوي مقدار إزاحته.

3-3 السّقوط الحرّ

التّسارع في مجال الجاذبيّة الأرضيّة

بإهمال تأثير مقاومة الهواء، تسقط جميع الأجسام سقوطًا حرًّا ويكون لها التّسارع نفسه، بغضّ النّظر عن نوع مادّة الجسم أو وزنها أو ارتفاعها أو حجمها أو كتلتها أو شكلها، ويرمز لتسارع الجسم السّاقط بالرّمز **g** وقيمتها **$9.8\ m/s^2$**.

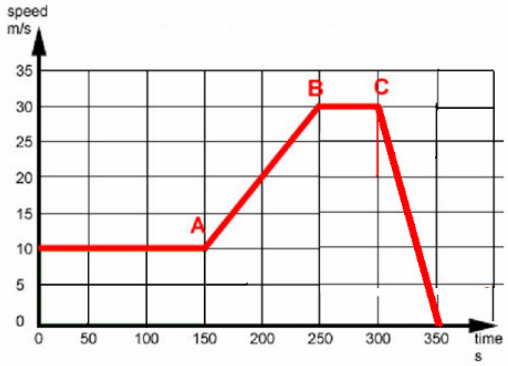
أسئلة وتمارين الفصل الثّالث

إعداد: الأستاذ محمود طرّادة

1- أكتب المصطلح العلميّ الّذي تدلّ عليه العبارات التّالية:

- ( ) المعدّل الزّمنيّ لتغيّر السّرعة.
- ( ) تغيّر سرعة جسم بمعدّل منتظم.
- ( ) ميل الخطّ البيانيّ لمنحنى السّرعة المتّجهة–الزّمن.
- ( ) ميل المماس لمنحى (السّرعة المتّجهة–الزّمن) عند لحظة زمنيّة ما.

2- الشّكل السّابق يمثّل منحنى السّرعة المتّجهه–الزّمن لجزء من حركة سيّارة تتّجه نحو الشّمال.



أجب على الأسئلة التّالية:

a- ارسم مخطّطًا توضيحيًّا للحركة الممثّلة في الرّسم البيانيّ.

b- متى كان القطار يتحرّك بسرعة منتظمة؟

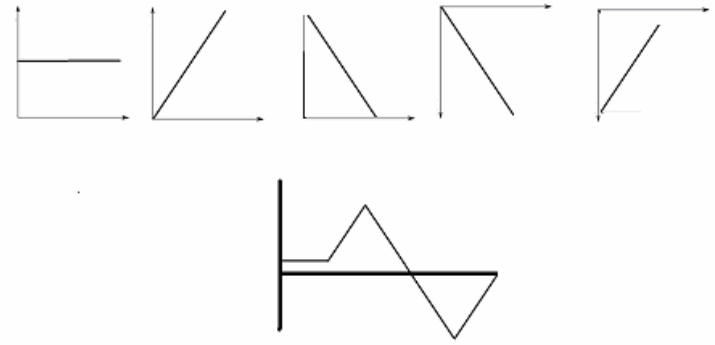
c- حدّد اتّجاه متّجه السّرعة والتّسارع في الفترتين **AB** ، **CD**.

d- احسب التّسارع المتوسّط للسّيّارة خلال الفترات الزّمنيّة الأربع.

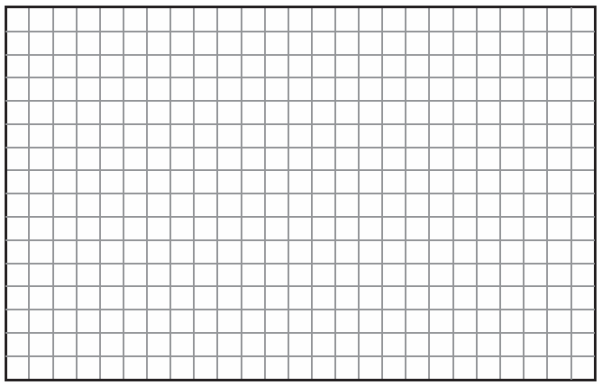
e- احسب المسافة التي قطعتها السّيّارة من النّقطة **B** حتّى توقّفها.

f- لو تحرّكت السّيّارة بعد توقّفها بعجلة تسارعيّة نحو الجنوب، كيف تمثّل ذلك بيانيًّا؟

3- صف المنحنيات التّالية بعبارة موجزة (المحور الأفقيّ يمثّل الزّمن، والمحور الرّأسيّ يمثّل السّرعة).



4- مثّل بيانيّا منحنى (السّرعة المتّجهة-الزّمن) لحركة سيّارة تسير باتّجاه الشّرق بسرعة **25 m/s** لمدّة **100 s** ثمّ نحو الغرب بسرعة **25 m/s** لمدّة **100 s** أخرى.



5- حلِ المسائل التّالية:

a- إذا تباطأت سرعة سيّارة سباق من **36 m/s** إلى **15 m/s** خلال **3 s**، فما تسارعها؟

b- تسارعت سيّارة من السّكون بمقدار منتظم **5.5 m/s²**، فما الزّمن اللازم حتّى تصل سرعتها إلى **28 m/s** ؟

c- تتحرّك كرة إلى أعلى تلّة بسرعة **2 m/s** وتتباطأ بمعدّل قدره **0.5 m/s²** فما سرعتها بعد **6 s**.

d- تسير سيّارة بسرعة **108 km/h** فإذا أبطأ السائق سرعتها بمعدّل **3 m/s²** احسب سرعته بعد أن يقطع مسافة قدرها **90 m**.

e- تتحرّك سيّارة من السّكون بتسارع منتظم مقداره **2 m/s²**، كم كيلومترًا سوف تقطعه السّيّارة بعد **5 min**.

g- تتسارع سيّارة بمعدّل منتظم من **15 m/s** إلى **25 m/s** لتقطع مسافة **125 m**، ما الزّمن الّذي استغرقته لقطع هذه المسافة؟

h- يتدرّب خالد على ركوب الدّرّاجة الهوائيّة، حيث يدفعه والده فيكتسب تسارعًا منتظمًا مقداره **0.5 m/s²** لمدّة **6 s**، بعد ذلك يقود خالد الدّرّاجة بمفرده بسرعة **3 m/s** مدّة **6 s** قبل أن يسقط أرضًا، ما مقدار إزاحة خالد.

I- أسقط عامل حجرًا من سطح بناية فاستغرقت زمناً قدره **4 s** لتصل إلى سطح الأرض أوجد:

- سرعة الحجر لحظة ارتطامه بالأرض.
- ارتفاع المبنى عن سطح الأرض.

k- قذفت كرة رأسيًّا إلى أعلى، فإذا كان أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة **0.25 m** فاحسب:

- السّرعة الابتدائيّة للكرة.
- زمن طيران الكرة حتى عودتها لنقطة القذف.

L- بالون أرصاد جوّيّة يطير على ارتفاع ثابت فوق سطح الأرض، سقطت منه بعض الأدوات نحو الأرض، فإذا اصطدمت بالأرض بسرعة **-37 m/s** ما الارتفاع الّذي سقطت منه هذه الأدوات؟