

الديناميكا

تمارين كتاب المدرسة

- (١) قطع راكب دراجة ٤٠ كيلو مترا على طريق مستقيم بسرعة ٢٠ كم / س ثم عاد فقطع ١٥ كيلو مترا في الاتجاه المعاكس بسرعة ١٥ كم / س . أوجد متجه سرعته المتوسطة خلال الرحلة الكلية .

الحل

$$\text{زمن المسافة الأولى} = \frac{40}{20} = 2 \text{ ساعة}$$

$$\text{زمن المسافة الثانية} = \frac{15}{15} = 1 \text{ ساعة} \quad \therefore \text{الزمن الكلي للرحلة} = 2 + 1 = 3 \text{ ساعة}$$

$$\text{الإزاحة الكلية} = 40 - 15 = 25 \text{ كم} \quad \text{حيث أن الإزاحتين في اتجاهين متضادين}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{الإزاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}} = \frac{25}{3} \text{ كم / س}$$

- (٢) قطع قطار المسافة بين القاهرة والإسكندرية على مرحلتين : المرحلة الأولى من القاهرة إلى طنطا ومسافتها ١٠٠ كم بسرعة ١٠٠ كم / س . المرحلة الثانية من طنطا إلى الإسكندرية ومسافتها ١١٠ كم بسرعة ٨٠ كم / س . فإذا كان القطار قد توقف في طنطا لمدة ١٠ دقائق ، أوجد متجه سرعته المتوسطة خلال الرحلة الكلية . (اعتبر أن القطار يتحرك طوال الوقت على خط مستقيم) .

الحل

$$\text{زمن المرحلة الأولى} = \frac{100}{100} = 1 \text{ ساعة}$$

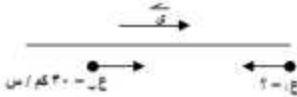
$$\text{زمن المرحلة الثانية} = \frac{110}{80} = 1.375 \text{ ساعة}$$

$$\text{الزمن الكلي} = 1 + 1.375 = 2.375 \text{ ساعة}$$

$$\therefore \text{السرعة المتوسطة} = \frac{210}{2.375} = 88.4 \text{ كم / س}$$

- (٣) لتتحرك سيارة مخصصة لمراقبة السرعة على الطريق الصحراوي " القاهرة - الإسكندرية " بسرعة ٣٠ كم / س . راقبت هذه السيارة حركة شاحنة قادمة في الاتجاه المضاد فبذت وكتبتها تتحرك بسرعة ١١٠ كم / س . فما هي السرعة الفعلية للشاحنة ؟

الحل



$$\therefore 110 - 30 = 80 \text{ كم/س}$$

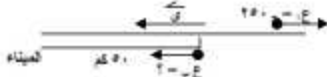
$$\therefore 110 - 30 = 80 \text{ كم/س}$$

$$\therefore 110 - 30 = 80 \text{ كم/س}$$

$\therefore$ الشاحنة تتحرك بسرعة ٨٠ كم / س في اتجاه مضاد لحركة سيارة المراقبة .

- (٤) تتحرك باخرة في مسار مستقيم نحو ميناء ولما صارت على مسافة ٥٠ كم منه مرت فوقها طائرة حراسة تطير في الاتجاه المضاد بسرعة ٢٥٠ كم / س ورصدت حركة البخرة فبذت لها متحركة بسرعة ٢٧٥ كم / س . كم من الوقت ينقضي منذ لحظة الرصد وحتى وصول البخرة إلى الميناء ؟

الحل



نفرض $\vec{v}$ متجه وحدة في اتجاه حركة البخرة ب

$$\begin{aligned} \therefore \frac{1}{\text{ع}} - \frac{1}{\text{ع}} &= \frac{1}{\text{ع}} \quad \therefore \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{\text{ع}} \quad \therefore \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{\text{ع}} \\ \therefore \frac{1}{\text{ع}} - \frac{1}{\text{ع}} &= \frac{1}{\text{ع}} \quad \therefore \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{\text{ع}} \quad \therefore \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{\text{ع}} \\ \therefore \text{زمن الوصول} &= \frac{\text{مسافة}}{\text{سرعة}} = \frac{2}{\frac{1}{\text{ع}}} = 2 \text{ ساعة} \end{aligned}$$

- (٥) قامت سيارة (أ) متحركة على خط مستقيم بقياس السرعة النسبية لسيارة (ب) قادمة في الاتجاه المضاد فوجدتها ١٤٠ كم / س ولما خفضت السيارة (أ) سرعتها إلى النصف وأعات القيلس وجدت أن السرعة النسبية للسيارة (ب) أصبحت ١٢٠ كم / س .
فما هي السرعة الفعلية لكل من السيارتين ؟

الحل

$$\text{الحالة الأولى: } \frac{1}{\text{ع}} - \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{140} \quad \therefore \frac{1}{\text{ع}} - \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{140} \quad \therefore \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{140} + \frac{1}{\text{ع}}$$

$$\text{الحالة الثانية: } \frac{1}{\text{ع}} - \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{120} \quad \therefore \frac{1}{\text{ع}} - \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{120} \quad \therefore \frac{1}{\text{ع}} = \frac{1}{120} + \frac{1}{\text{ع}}$$

$$\text{بالتروح (٢) - (١): } \therefore \text{سرعة السيارة أ} = 40 \text{ كم / س}$$

$$\text{بالتعويض في (١): } \therefore \text{سرعة السيارة ب} = 100 \text{ كم / س في الاتجاه المضاد .}$$

- (٦) تتحرك طائرتان بنفس السرعة في مسار مستقيم . بحيث تتابع أحدهما الأخرى والمسافة بينهما ٥٠٠ متر . وفي لحظة ما ، أطلقت الطائرة الخلفية صاروخاً على الطائرة الأمامية فاصابها بعد مرور ثلاثين من إطلاقه . فما هي سرعة دفع الصاروخ ؟

الحل

$$\therefore \text{السرعة النسبية} = 0$$

$$\therefore \text{سرعة دفع الصاروخ} = \frac{\text{مسافة}}{\text{زمن}} = \frac{500}{\frac{1}{30}} = 15000 \text{ م / ث}$$

- (٧) يتحرك طراد وسفينة على مسار واحد . كل منهما متجهاً نحو الآخر . راقب الطراد حركة السفينة فوجدت له متحركة بسرعة

$$80 \text{ كم / س . ولما أصبحت المسافة بينهما } 6 \text{ كم أطلق الطراد طوربيداً نحو السفينة . فإذا علمت أن محرك الطوربيد يستطيع}$$

$$\text{دفعه بسرعة } 100 \text{ كم / س ، فما هو الزمن الذي يتقضى منذ لحظة الإطلاق وحتى لحظة إصابة الهدف ؟}$$

الحل

$$\text{سرعة السفينة بالنسبة للطراد} = 80 \text{ كم / س}$$

$$\therefore \text{سرعة الطراد بالنسبة للسفينة} = 80 \text{ كم / س}$$

$$\therefore \text{سرعة الطوربيد} = 100 + 80 = 180 \text{ كم / س}$$

$$\therefore \text{الزمن} = \frac{\text{مسافة}}{\text{سرعة}} = \frac{6}{180} = \frac{1}{30} \text{ ساعة} = 2 \text{ دقيقة}$$

(١) تحرك جسم في اتجاه ثابت فقطع ١٨ متراً في الثواني الثلاثة الأولى من حركته ، ١٢ متراً في الثانية الخامسة ، ٢٠ متراً في الثانية التاسعة ، أثبت أن هذه المسافات تتلقى والفرض بأن هذا الجسم يتحرك بعجلة منتظمة واحسب سرعته عند بدء الحركة

الحل

* السرعة المتوسطة خلال فترة زمنية = السرعة عند منتصف هذه الفترة

$$\therefore \text{ع} = ١٨ \div ٣ = ٦ ، \text{ع} = ١٢ \div ١ = ١٢ ، \text{ع} = ٢٠ \div ١ = ٢٠$$

في الفترة من ن = ١,٥ إلى ن = ٤,٥ :

$$\text{معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن} = (١٢ - ٦) \div (٤ - ١) = ٢$$

في الفترة من ن = ٤,٥ إلى ن = ٨,٥ :

$$\text{معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن} = (٢٠ - ١٢) \div (٨ - ٤) = ٢$$

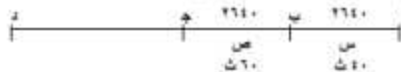
* السرعة تتغير بمعدل ثابت بالنسبة للزمن .
* الجسم يتحرك بعجلة منتظمة $\text{ج} = ٢ \text{ م} / \text{ث}^٢$

$$\therefore \text{ع} = ٦ + ٢ \times \text{ج} = ١٠ ، \text{ع} = ١٠ + ٢ \times ١ = ١٢$$

$$\therefore \text{ع} = ١٢ + ٢ \times ١ = ١٤ ، \text{ع} = ١٤ + ٢ \times ١ = ١٦$$

(٢) أ ، ب ، ج ، د أربع نقط على خط مستقيم واحد بحيث كان أ ب = ب ج = ج د = ٢٦٤٠ سم وهناك جسم متحرك من نقطة أ بعجلة منتظمة فقطع المسافة أ ب في ٤٠ ثانية والمسافة ب ج في ٦٠ ثانية - ففى كم ثانية يقطع المسافة ج د ؟ وما طول ج د إذا علم أن الجسم مسكن عند نقطة د ؟

الحل



السرعة عند زمن منتصف الفترة أ ب = $٢٦٤٠ \div ٤٠ = ٦٦ \text{ م} / \text{ث}$

السرعة عند زمن منتصف الفترة ب ج = $٢٦٤٠ \div ٦٠ = ٤٤ \text{ م} / \text{ث}$

$$\therefore \text{ع} = ٤٤ + ٢ \times \text{ج} = ٥٠ ، \therefore \text{ع} = ٥٠ + ٢ \times ١ = ٥٢ ، \therefore \text{ع} = ٥٢ + ٢ \times ١ = ٥٤$$

$$\therefore \text{ع} = ٥٤ + ٢ \times ١ = ٥٦ ، \therefore \text{ع} = ٥٦ + ٢ \times ١ = ٥٨ ، \therefore \text{ع} = ٥٨ + ٢ \times ١ = ٦٠$$

المرحلة أ د : $\text{ع} = ٦٠ + ٢ \times ١ = ٦٢ ، \therefore \text{ع} = ٦٢ + ٢ \times ١ = ٦٤ ، \therefore \text{ع} = ٦٤ + ٢ \times ١ = ٦٦$

$$\therefore \text{ع} = ٦٦ + ٢ \times ١ = ٦٨ ، \therefore \text{ع} = ٦٨ + ٢ \times ١ = ٧٠ ، \therefore \text{ع} = ٧٠ + ٢ \times ١ = ٧٢$$

* زمن المسافة ج د = $٧٠ - ٦٠ = ١٠ \text{ ث}$

$$\therefore \text{ع} = ٧٢ + ٢ \times ١ = ٧٤ ، \therefore \text{ع} = ٧٤ + ٢ \times ١ = ٧٦ ، \therefore \text{ع} = ٧٦ + ٢ \times ١ = ٧٨$$

$$\therefore \text{ع} = ٧٨ + ٢ \times ١ = ٨٠ ، \therefore \text{ع} = ٨٠ + ٢ \times ١ = ٨٢ ، \therefore \text{ع} = ٨٢ + ٢ \times ١ = ٨٤$$

(٣) يتحرك ترام بين محطتين المسافة بينهما ٧٠٠ متراً فيبدأ من السكون من المحطة الأولى بعجلة $\frac{١}{٢} \text{ م} / \text{ث}^٢$ لمدة عشر ثوان ، ثم يسير بعد ذلك بسرعة منتظمة فترة من الزمن ، ثم يقطع أخيراً مسافة ٦٠ متراً تكون حركته خلالها تكسيريية حتى يتوقف في المحطة الثانية . أوجد الزمن الذي استغرقه في قطع المسافة بين المحطتين .

الحل



$$\text{السرعة عند ب : } ع = ج + ع = ١٠ + ١٠ \times ١,٥ = ٢٥ \text{ م / ث}$$

$$\text{أب = ف = ع} \times \text{ن} = ٢٥ \times ١ = ٢٥ \text{ م} \quad \text{ج} = ١٠ + ٢٥ \times ١,٥ = ٤٧,٥ \text{ م}$$

$$\text{ب س = اص} - (\text{أ ب} + \text{س ص}) = ٧٠ - (٢٥ + ٤٧,٥) = ٥٧,٥ \text{ م}$$

$$\text{زمن الفترة ب س = ن} = ١٥ \div ٥٧,٥ = \frac{١١٣}{٤} \text{ ث}$$

الفترة س ص :

$$\text{ع} = \text{ع} \times \text{ن} = ٢٥ \times ١ = ٢٥ \text{ م} \quad \text{ج} = ١٠ + ٢٥ \times ١,٥ = ٤٧,٥ \text{ م}$$

$$\text{ب س = اص} - (\text{أ ب} + \text{س ص}) = ٧٠ - (٢٥ + ٤٧,٥) = ٥٧,٥ \text{ م}$$

$$\text{زمن الرحلة الكلي = ن} + \text{ن} + \text{ن} = ١٠ + \frac{١١٣}{٤} + ٨ = ٥٥ \frac{١}{٤} \text{ ث}$$

(٤) بدأ قطار حركته من محطة أ بعجلة منتظمة ١٥ سم / ث^٢ قبلت سرعته أقصى قيمة بعد دقيقتين ، وسار بهذه السرعة مدة

$\frac{١١}{١٥}$ دقيقة ، بعدها استخدم الفرامل التي ولدت حركة نقصيرية بعجلة ١٥٠ سم / ث^٢ حتى توقف في محطة ب .

أوجد طول المسافة أ ب وسرعته المتوسطة في قطع هذه المسافة .

الحل



$$\text{ع} = \text{ع} + ج = ١٥ + ١٥ \times ١٨ = ٢٧٠ \text{ م / ث}$$

$$\text{أ س = ف} = ع \times \text{ن} = ٢٧٠ \times \frac{١}{٤} = ٦٧,٥ \text{ م}$$

$$\text{س ص = ف} = ع \times \text{ن} = ٢٧٠ \times ١٨ = ٤٨٦٠ \text{ م}$$

$$\text{ص ب = ف} = ع \times \text{ن} = ٢٧٠ \times ١ = ٢٧٠ \text{ م}$$

$$\text{المسافة الكلية = أ ب = ف} + \text{ف} + \text{ف} = ١٠٨ \text{ م}$$

$$١٣٢١٢ = ١٠٨ + ٤٨٦٠ + ٦٧,٥ =$$

زمن الفترة ص ب :

$$\text{ع} = \text{ع} + ج = ١٥ + ١٥ \times ١٨ = ٢٧٠ \text{ م / ث}$$

$$\text{زمن الرحلة الكلي = ن} + \text{ن} + \text{ن} = ١٢ + ٦٦٨ + ١٢٠ = ٨٠٠ \text{ ث}$$

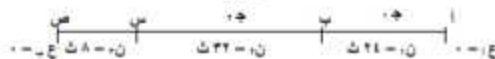
$$\text{السرعة المتوسطة = } ١٣٢١٢ \div ٨٠٠ = ١٦,٥١٥ \text{ م / ث}$$

(٥) بدأت سيارة الحركة من سكون بعجلة منتظمة ١٨٠ كم / س لكل دقيقة وبعد ٢٤ ثانية أوقفت العجلة فتناقصت السرعة بالنظام

بقفل الاحتكاك ومقاومة الهواء بمعدل ٤٥٠ متر / س / ث وبعد ٣٢ ثانية استخدمت فرامل السيارة فلوقتها في مدة ٨ ثواني

أوجد المسافة التي قطعها السيارة .

الحل



$$\text{ج} = \frac{١٨٠}{١٨} = ١٠ \text{ م / ث}$$

$$\text{ج} = \frac{١٨٠}{١٨} = ١٠ \text{ م / ث}$$

$$\text{الفترة أ ب : ع} = ٢٤ \times \frac{١}{٢} + ٠ = ١٢ \text{ م / ث}$$

$$أ ب = ٢٤٠ = ٢٤ \times \frac{١}{٤} \times \frac{١}{٤} + ٠ = \text{متر}$$

$$\text{الفترة ب س : ع} = ٢٠ = ٣٢ \times \frac{١}{٨} - ٢٠ = \text{ث}$$

$$\text{ب س} = ٥٧٦ = ٣٢ \times \frac{١}{٨} \times \frac{١}{٤} - ٣٢ \times ٢٠ = \text{متر}$$

$$\text{الفترة س ص : ف} = ٨ \times \frac{١ + ١٦}{٤} = ٨ \times ٤ = ٣٢ \text{ متر}$$

$$\therefore \text{المسافة الكلية} = ٢٤٠ + ٥٧٦ + ٣٢ = ٨٨٠ \text{ متر}$$

(٦) نتحرك سيارة بسرعة منتظمة ٧٢ كم / س - مرث بسيارة شرطة ساكنة ، فبدأت سيارة الشرطة في متابعتها بعد ١٠ ثوان من مرورها ، متحركة بعجلة منتظمة مسافة ١٠٠ متر حتى بلغت سرعتها ٩٠ كم / ، ثم سارت بهذه السرعة حتى لحقت بالسيارة

الأولى ، أوجد الزمن الذي استغرقته عملية المطاردة منذ لحظة تحرك سيارة الشرطة والمسافة التي قطعتها هذه السيارة .

الحل



$$\text{سرعة السيارة الأولى} = ٧٢ \times \frac{١٨}{٥} = ٢٠ \text{ م / ث}$$

نفرض أن سيارة الشرطة تلحق بالسيارة الأولى بعد زمن قدره ن ثانية . فتكون السيارة الأولى قطعت مسافة قدرها ف وسيارة الشرطة مسافة قدرها (ف + ٢٠٠)

$$\text{بالنسبة للسيارة الأولى : ف} = ٢٠ \text{ ن (١)}$$

$$\text{بالنسبة لسيارة الشرطة (الحركة بعجلة } \frac{٢٥}{٤} \text{)} = ١٨/٥ \times ٩٠ = ٢٥ \text{ م / ث}$$

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{٢٥ + ٤}{٢} = ١٤,٥ \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{ف} = \text{ع} \times \text{ن} \quad \therefore ١٠٠ = ١٢,٥ \text{ ن} \quad \therefore \text{ن} = ٨ \text{ ث}$$

وعندما نتحرك سيارة الشرطة بسرعة منتظمة

$$\therefore \text{ف} + ٢٠٠ = ١٠٠ - ٢٥ (٨ - \text{ن}) \quad \therefore \text{ف} = ٣٠٠ - ٢٥ \text{ ن (٢)}$$

$$\text{من (١) ، (٢) :} \quad ٢٠ = ٣٠٠ - ٢٥ \text{ ن} \quad \therefore \text{ن} = ٦٠$$

$$\text{بالتعويض في (٢) :} \quad \therefore \text{ف} = ٣٠٠ - ٦٠ \times ٢٥ = ١٢٠٠ \text{ متر}$$

$$\therefore \text{المسافة التي قطعتها السيارة الأولى} = ٢٠٠ + ١٢٠٠ = ١٤٠٠ \text{ متر}$$

(٧) يتحرك جسيم بعجلة منتظمة فقطع في الثواني الأربعة الأولى من حركته مسافة ٢٠٠ متراً ثم قطع ٥٠ متراً في الثانيةين السابعة والثامنة - أوجد سرعته الابتدائية والمسافة التي يقطعها منذ بدء حركته حتى يتوقف .

الحل

$$\text{ع} = ٢٠٠ = ٤ \div ٥٠ = ٤ \text{ م / ث} \quad \text{ع} = ٥٠ = ٢ \div ٢٥ = ٢٥ \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{ج} = \frac{٥٠ - ٢٥}{٢ - ٤} = -١٢,٥ \text{ م / ث}^٢$$

$$\therefore \text{ع} = \text{ج} \times \text{ن} + \text{ع} \quad \therefore ٥٠ = ٢٥ - ١٢,٥ \times \text{ن} \quad \therefore \text{ن} = ٦٠ \text{ ث}$$

$$\therefore \text{ع} = \text{ج} \times \text{ن}^٢ + \text{ع} \quad \therefore ٢٠٠ = ١٢,٥ \times ٦٠^٢ + \text{ع} \quad \therefore \text{ف} = ٣٦٠ \text{ متر}$$

(٨) أطلقت رصاصة أفقياً على كتلة خشبية بسرعة ٢٠٠ متر / ث فغاصت فيها مسافة ٤ سم . أوجد العجلة التي تحركت بها الرصاصة إذا علم أنها تتحرك بعجلة منتظمة ، وإذا فرض أن سمك الكتلة الخشبية ٣ سم ، فما هي السرعة التي تخرج بها الرصاصة من الكتلة الخشبية ؟

الحل

$$\therefore \frac{1}{x} \times \frac{x}{y} \times y + 1(1) = 0 \quad \therefore \quad \text{جواب } 1 + \frac{1}{y} = -\frac{1}{y}$$

$${}^1\text{C}/\text{سم}^3(10) \times 10^3 = {}^1\text{C}/\text{م}^3(10) \times 10^3 = 1 \therefore 1000 = 1 \therefore 1 \text{ م}^3 = 1000 \text{ سم}^3$$

$$1, 2 \times 3, \dots, \times 2 - 1 (2 \dots) = 'ع' \therefore \quad \text{ف } 2 + 'ع = 'ع' \therefore$$

$$\frac{1}{m} \log p = \log \frac{1}{m} \therefore \log p = m \log \frac{1}{m}$$

(٩) بلغت سرعة سيارة في لحظة ما ٥ متر / ث وكانت تسير بعجلة منتظمة إلى أن بلغت سرعتها أقصى قيمة لها بعد ٢٠ ثانية فسارت بهذه السرعة مدة ٢٨ ثانية ثم تحركت بعد ذلك حركة تكسيريية بعجلة منتظمة لمدة ١٢ ثانية إلى أن سكتت . فإذا كانت المسافة الكلية التي قطعتها ١١٥٠ متراً ، أوجد كلا من العجلتين .

الحل

[illegible]

الفترة أس : $ع = ع + ج, ن = ٢٠ \div ٥$

$$(1) \dots\dots\dots \Rightarrow 200 + 100 = \text{ف.} \quad \frac{(100 + 200 + 500) 20}{\text{ف.}} = \frac{(800 + 100) 20}{\text{ف.}}$$

الفترة من ص : تتحرك السيارة بأقصى سرعة أي سرعة منتظمة

(٢)..... $20 + 11 = 31$ ، ف $\therefore$ $(20 + 5) \times 21 = 50 \times 21 = 1050$ ، ف $\therefore$

الفترة ص ب : حيث $E = E_0$

$$(3) \dots\dots\dots \Rightarrow 12 + 3 = 15 \therefore \frac{(1 + 2 + 3 + \dots + 12)12}{12} = \frac{(-8 + 8) \cdot 12}{12} = 0$$

$${}_3\text{A}88 + {}_2\text{V}8 = {}_2\text{A}7 + {}_2\text{A}7 + {}_2\text{A}7 \therefore \quad (3) + (2) + (1) \text{ يجمع}$$

$$١٥٠ / م١ = ٦٠ \therefore ٦٠ \times ٨٨٠ + ٢٧٠ = ١١٥٠ \therefore$$

$$\frac{20}{10} = 1 \times 10 + 0 = 10 = 10 \therefore$$

ث/ م ١٢/٢٥ = ١٢ : ٢٥ = ١ : ٢,٠٨٣

(١٠) تحرك جسيم في خط مستقيم حركة متسارعة بعجلة منتظمة مقدارها (ج) فقطع مسافة 1٠٠ سم في ١٠ ثوان ثم زاد مقدار العجلة فأصبح (ج ٢) فقطع الجسيم مسافة أخرى قدرها ٧٠٠ سم في ١٠ ثوان حتى صارت سرعته ٩٠ سم / ث ، ثم تحرك الجسيم حركة تقصيرية بعجلة مقدارها (ج ٣) حتى سكن . احسب قيمة (ج) والمسافة الكلية التي تحركها الجسيم .

الحل

الفقرة من ص :

$$\therefore \text{ع} = 50 \text{ سم} \quad \therefore \frac{(90 + \text{ع}) 10}{2} = 700 \quad \therefore \frac{(100 + \text{ع}) 5}{2} = 700$$

الفترة أ-:

$$\frac{(0.4 \pm 0.1)^{1.0}}{1}$$

$$\begin{aligned} & \text{ع} = ٤٠٠ \\ & \text{ع} = ٣٠ \text{ سم / ث} \\ & \text{ع} = ٣٠ + ١٠ = ٤٠ \text{ سم / ث} \\ & \text{ع} = ٣٠ + ١٠ = ٤٠ \text{ سم / ث} \end{aligned}$$

الفترة ص ب:

$$\text{ف} = \frac{(٩٠ + ٠)}{٢} = ٤٥ \text{ ن} \dots \dots \dots (١)$$

$$\text{ع} = ٣٠ + (٣ - ١) \text{ ن} = ٣٠ + ٢ = ٣٢ \text{ ن} \text{ .} \text{ ن} = ١٥ \text{ ث}$$

$$\text{من (١) ف} = ١٥ \times ٤٥ = ٦٧٥ \text{ سم}$$

$$\text{المسافة الكلية} = ٦٧٥ + ٧٠٠ + ٤٠٠ = ١٧٧٥ \text{ سم}$$

تمرين (١ - ٣) صفحة ١٥٥

(١) منقط جسيم رأسياً إلى أسفل . أوجد سرعته بعد ٤ ثوان والزمن الذي يستغرقه في قطع مسافة ٦٨,٦ متر ؟

الحل

$$\text{ع} = ٠ \text{ لأن الجسيم سقط} \quad \text{ع} = ٤ + ٣ = ٧ \text{ ن} \quad \text{ع} = ٩,٨ \times ٤ + ٠ = ٣٩,٢ \text{ م / ث}$$

$$\text{ف} = \text{ع} \cdot \text{ن} + \frac{١}{٢} \text{ د}^٢ \quad \text{ف} = ٦٨,٦ = ٠ + \frac{١}{٢} \times ٩,٨ \times \text{ن}^٢ \quad \text{ن} = ٣,٧٤ \text{ ث}$$

(٢) قذف حجر صغير في بحر بسرعة ٤ متر / ث فوصل إلى قاعه بعد ٢ ث . أوجد عمق البحر وسرعة الحجر عند اصطدامه بقاع البحر .

الحل

$$\text{ف} = \text{ع} \cdot \text{ن} + \frac{١}{٢} \text{ د}^٢ \quad \text{ف} = ٤ \times ٢ + \frac{١}{٢} \times ٩,٨ \times \text{ن}^٢ = ٢٧,٦ \text{ متر}$$

$$\text{ع} = ٤ + ٣ = ٧ \text{ ن} \quad \text{ع} = ٩,٨ \times ٢ + ٤ = ٢٣,٦ \text{ م / ث}$$

(٣) قذف جسيم رأسياً إلى أعلى بسرعة ١٩,٦ متر / ث . أوجد زمن وصوله إلى أقصى ارتفاع والمسافة التي وصل إليها .

الحل

عند الوصول لأقصى ارتفاع يكون $\text{ع} = ٠$ ، $\text{د} = ١٩,٦ \text{ م / ث}$ لأن الحركة لأعلى

$$\text{ع} = ٤ + ٣ = ٧ \text{ ن} \quad \text{ع} = ١٩,٦ - ٩,٨ \text{ ن} \quad \text{ن} = ٢$$

$$\text{ف} = \text{ع} \cdot \text{ن} + \frac{١}{٢} \text{ د}^٢ = \frac{١}{٢} \times ١٩,٦^٢ - ٢ \times ٩,٨ \times ٤ = ١٩,٦ \text{ متر}$$

(٤) قذف جسيم رأسياً إلى أعلى بسرعة ٢٤,٥ متر / ث فبعد كم ثانية يعود إلى نقطة القذف ؟

الحل

$$\text{ع} = ٠ ، \text{د} = ٢٤,٥ \text{ م / ث} \quad \text{ع} = ٠ \text{ عندما يعود الجسيم إلى نقطة القذف يكون}$$

$$\text{ف} = \text{ع} \cdot \text{ن} + \frac{١}{٢} \text{ د}^٢ \quad \text{ف} = ٠ = \frac{١}{٢} \times ٢٤,٥^٢ - ٩,٨ \times \text{ن}^٢$$

$$\text{ن} = (٢٤,٥ - ٤,٩) \text{ ن} = ٠ \quad \text{ن} = ٥ \text{ ث} \quad \text{عند بدء الحركة} \quad \text{ن} = ٥ \text{ ث}$$

(٥) قذف جسيم رأسياً إلى أعلى بسرعة ١٩,٦ متر / ث من نقطة عند سطح الأرض . متى يكون الجسيم على ارتفاع

١٤,٧ متر فوق سطح الأرض وما هي سرعته عندئذ ؟ فسر معنى الجوابين .

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \text{ف} = \text{ع} + \text{ن} + \frac{1}{4} \text{ د} \quad \therefore 14,7 = 19,6 - \frac{1}{4} \times 9,8 \quad \therefore \text{ن} = 1 \\ \therefore \text{ن} = 3 + \text{ن} + \frac{1}{4} \text{ د} \quad \therefore 0 = (3 - \text{ن}) (1 - \text{ن}) \quad \therefore \text{ن} = 1 \text{ عندما يكون الجسم صاعداً} \\ \text{أ. ن} = 3 \text{ يستمر الجسم في الصعود إلى أقصى ارتفاع ثم يعود بعد 3 ث من بدء حركته.} \\ \text{ع} = \text{ع} + \text{ع} + \text{د} = 1 \times 9,8 - 19,6 = -9,8 \text{ م / ث.} \end{aligned}$$

(٦) قذف جسم رأسياً إلى أعلى بسرعة ١٤ متر / ث . أوجد الزمن الذي يأخذه حتى يصل إلى نقطة تبعد ٣٥٠ متراً أسفل نقطة القذف

الحل

$$\begin{aligned} \text{ع} = 14 \text{ م / ث} \quad \text{د} = -9,8 \text{ م / ث} \quad \text{ف} = -350 \text{ م لأن الإزاحة عكس اتجاه الحركة} \\ \therefore \text{ف} = \text{ع} + \text{ن} + \frac{1}{4} \text{ د} \quad \therefore -350 = 14 - \frac{1}{4} \times 9,8 \times \text{ن} \\ \therefore 7 \text{ ن} = 20 - \text{ن} \quad \therefore 0 = (50 + \text{ن} 7) (10 - \text{ن}) \quad \therefore \text{ن} = 10 \text{ ث} \end{aligned}$$

(٧) قذف حجر صغير بسرعة ١٩,٦ متر / ث رأسياً إلى أعلى من قمة برج ارتفاعه ١٥٦,٨ متر عن سطح الأرض .

متى يصل الحجر إلى سطح الأرض ؟ وما هي سرعته عندئذ ؟

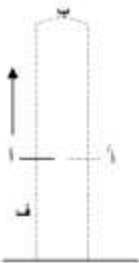
الحل

$$\begin{aligned} \text{ع} = 19,6 \text{ م / ث} \quad \text{د} = -9,8 \text{ م / ث} \quad \text{ف} = -156,8 \text{ م لأن الإزاحة عكسية} \\ \therefore \text{ف} = \text{ع} + \text{ن} + \frac{1}{4} \text{ د} \quad \therefore -156,8 = 19,6 - \frac{1}{4} \times 9,8 \times \text{ن} \\ \therefore 7 \text{ ن} = 32 - \text{ن} \quad \therefore 0 = (8 - \text{ن}) (4 + \text{ن}) \quad \therefore \text{ن} = 8 \text{ ث} \\ \text{ع} = \text{ع} + \text{ع} + \text{د} = 8 \times 9,8 - 19,6 = 58,8 \text{ م / ث هابطاً.} \end{aligned}$$

(٨) قذفت كرة صغيرة رأسياً إلى أعلى من نافذة أحد المنازل . وشوهدت وهي هابطة أمام النافذة بعد ٤ ثوان من قذفها . ثم وصلت

إلى سطح الأرض بعد ٥ ثوان من لحظة القذف . أوجد ارتفاع النافذة عن سطح الأرض بالأمتار .

الحل



$$\begin{aligned} \text{زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع} = 4 \text{ ث} \\ \text{ع} = \text{ع} + \text{د} \quad \therefore 0 = 4 \times 9,8 - \text{ع} \quad \therefore \text{ع} = 39,2 \text{ م / ث} \\ \therefore \text{ف} = \text{ع} + \text{ن} + \frac{1}{4} \text{ د} \\ \therefore \text{ف} = 5 \times 19,6 - \frac{1}{4} \times 9,8 \times 25 = 24,5 \text{ متر} \end{aligned}$$

في التمارين الآتية $\vec{r}$ هو متجه وحدة ثابت ، $\vec{r}$ متجه موضع الجسم ، $\vec{v}$ متجه إزاحته بين اللحظة الابتدائية $t = 0$ واللحظة النهائية t .

$$(١) \text{ إذا كان } \vec{r} = (٥\vec{e}_1 + \vec{e}_2) \text{ ي } \vec{r} \text{ عين المشتقة } \frac{d\vec{r}}{dt} \text{ وأوجد قياسها الجبري ومعيارها .}$$

الحل

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = (١٠\vec{e}_1) \text{ ي } \vec{r} \text{ ، القياس الجبري } = ١٠ = \text{المعيار (لأن } \vec{r} \text{ موجبة)}$$

$$(٢) \text{ إذا كان } \vec{r} = (-\vec{e}_1 + ٣\vec{e}_2 + \vec{e}_3) \text{ ي } \vec{r} \text{ عين المشتقة } \frac{d\vec{r}}{dt} \text{ عند أي لحظة زمنية ثم عين قياسها الجبري ومعيارها عند } t = ٣$$

الحل

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = (-\vec{e}_1 + ٣\vec{e}_2) \text{ ي } \vec{r} \text{ ، القياس الجبري } = -١ + ٩ = ٨ = \text{المعيار ، } t = ٣$$

$$(٣) \text{ إذا كان } \vec{r} = (-\frac{٣}{٤}\vec{e}_1 + ٢\vec{e}_2) \text{ ي } \vec{r} \text{ عين متجه الإزاحة } \vec{v} \text{ . وأوجد متى يتعدم هذا المتجه . أثبت أن الحركة تقصيرية عندما } t > \frac{٢}{٣} \text{ ومتسارعة عندما } t < \frac{٢}{٣} \text{ .}$$

الحل

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} = (-\frac{٣}{٤}\vec{e}_1 + ٢\vec{e}_2) \text{ ي } \vec{r} \\ \text{عند } t &= ٠ \text{ ، } \vec{v} = -\frac{٣}{٤}\vec{e}_1 + ٢\vec{e}_2 \text{ ، } \vec{v} \cdot \vec{v} = ٠ \text{ ، } \therefore t = ٠ \text{ ، } \frac{٢}{٣} \\ \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} = (-\frac{٣}{٤}\vec{e}_1 + ٢\vec{e}_2) \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} \cdot \vec{v} = \frac{٩}{١٦} - ٤ = -\frac{٦٥}{١٦} < ٠ \text{ ، } \therefore t > \frac{٢}{٣} \\ \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} = (-\frac{٣}{٤}\vec{e}_1 + ٢\vec{e}_2) \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} \cdot \vec{v} = \frac{٩}{١٦} - ٤ = -\frac{٦٥}{١٦} < ٠ \text{ ، } \therefore t < \frac{٢}{٣} \end{aligned}$$

$$(٤) \text{ إذا كانت } \vec{r} = (٢ + t^٢)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ عين متجهات الإزاحة والسرعة والعجلة ، ومن ثم أثبت أن الحركة متسارعة . متى يساوي معيار العجلة ١٢ وحدة ؟}$$

الحل

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} = (٢t)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} \cdot \vec{v} = ٤t^٢ \text{ ، } \vec{v} \cdot \vec{v} = ٤t^٢ \text{ ، } \therefore t = ٢ \\ \vec{a} &= \frac{d\vec{v}}{dt} = (٢)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{a} \cdot \vec{a} = ٤ \text{ ، } \therefore t = ٢ \end{aligned}$$

$$(٥) \text{ عين متجه السرعة والعجلة في كل من الحالات الآتية مبيناً تلك التي تكون فيها الحركة منتظمة أو منتظمة التغير أو متغيرة .}$$

$$\begin{aligned} (أ) \vec{r} &= t\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} = \vec{e}_1 \text{ ، } \vec{a} = ٠ \text{ ، } \therefore \text{الحركة منتظمة} \\ (ب) \vec{r} &= (٣ + t^٢)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} = (٢t)\vec{e}_1 \text{ ، } \vec{a} = (٢)\vec{e}_1 \text{ ، } \therefore \text{الحركة منتظمة التغير} \\ (ج) \vec{r} &= (١ + t + t^٢)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} = (١ + ٢t)\vec{e}_1 \text{ ، } \vec{a} = (٢)\vec{e}_1 \text{ ، } \therefore \text{الحركة منتظمة التغير} \\ (د) \vec{r} &= (٣ - t^٢)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} = (-٢t)\vec{e}_1 \text{ ، } \vec{a} = (-٢)\vec{e}_1 \text{ ، } \therefore \text{الحركة منتظمة} \end{aligned}$$

الحل

$$\begin{aligned} (أ) \vec{r} &= t\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} = \vec{e}_1 \text{ ، } \vec{a} = ٠ \text{ ، } \therefore \text{الحركة منتظمة} \\ (ب) \vec{r} &= (٣ + t^٢)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} = (٢t)\vec{e}_1 \text{ ، } \vec{a} = (٢)\vec{e}_1 \text{ ، } \therefore \text{الحركة منتظمة التغير} \\ (ج) \vec{r} &= (١ + t + t^٢)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} = (١ + ٢t)\vec{e}_1 \text{ ، } \vec{a} = (٢)\vec{e}_1 \text{ ، } \therefore \text{الحركة منتظمة التغير} \\ (د) \vec{r} &= (٣ - t^٢)\vec{e}_1 \text{ ي } \vec{r} \text{ ، } \vec{v} = (-٢t)\vec{e}_1 \text{ ، } \vec{a} = (-٢)\vec{e}_1 \text{ ، } \therefore \text{الحركة منتظمة} \end{aligned}$$

(٦) إذا كان $\widehat{f} = (٢ - \widehat{v})$ ع $\widehat{v}$ عين متجهي السرعة والعجلة. وأثبت أن معيار العجلة يتناسب طردياً مع الزمن.

بين كذلك: أن الحركة تكون تقصيرية عندما $\widehat{v} > \frac{1}{\sqrt{2}}$ ومتسارعة عندما $\widehat{v} < \frac{1}{\sqrt{2}}$.

الحل

$$\widehat{e} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{e})$$

$$\therefore \|\widehat{e}\| = ١ - \widehat{v} \quad \therefore \|\widehat{v}\| = ١ - \widehat{e} \quad \therefore \|\widehat{e}\| \propto \widehat{v} \quad \therefore \|\widehat{e}\| \propto \widehat{v} \quad \therefore \|\widehat{e}\| \propto \widehat{v}$$

$$\widehat{e} \times \widehat{v} = (١ - \widehat{v}) \times (١ - \widehat{e}) = ١ - \widehat{v} - \widehat{e} + \widehat{v} \times \widehat{e}$$

$$\widehat{e} \times \widehat{v} = ١ - \widehat{v} - \widehat{e} + \widehat{v} \times \widehat{e} \quad \therefore \widehat{e} \times \widehat{v} = ١ - \widehat{v} - \widehat{e} + \widehat{v} \times \widehat{e}$$

$$\widehat{e} \times \widehat{v} = ١ - \widehat{v} - \widehat{e} + \widehat{v} \times \widehat{e} \quad \therefore \widehat{e} \times \widehat{v} = ١ - \widehat{v} - \widehat{e} + \widehat{v} \times \widehat{e}$$

(٧) إذا كان $\widehat{r} = (١ - \widehat{v})$ ع $\widehat{v}$ عين متجه الإزاحة. وأثبت أن سرعة الجسم تنعدم عندما $\widehat{v} = ١$ وأن الحركة

كانت متسارعة عندما $\widehat{v} < ١$.

الحل

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r})$$

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r}) \quad \therefore \widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v}$$

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r}) \quad \therefore \widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v}$$

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r}) \quad \therefore \widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v}$$

(٨) يتحرك جسيم في خط مستقيم وكان القياس الجبري لمتجه إزاحته كدالة في الزمن هو $\widehat{r} = ١ - \widehat{v}$ ع $\widehat{v}$ عين

المسافة المقطوعة حتى اللحظة $\widehat{v} = ٣$ ومقدار السرعة عندئذ. أثبت أن الحركة متسارعة طوال الوقت.

الحل

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r})$$

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r}) \quad \therefore \widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v}$$

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r}) \quad \therefore \widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v}$$

(٩) يتحرك جسيم في خط مستقيم وكان القياس الجبري لمتجه إزاحته كدالة في الزمن هو $\widehat{r} = ١ - \widehat{v}$ ع $\widehat{v}$ عين

القياسين الجبريين لمتجهي السرعة والعجلة. وبين متى تكون الحركة تقصيرية ومتى تكون متسارعة؟

الحل

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r})$$

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r}) \quad \therefore \widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v}$$

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r}) \quad \therefore \widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v}$$

(١٠) يتعين القياس الجبري لمتجه موضع جسيم يتحرك في خط مستقيم من العلاقة: $\widehat{r} = ١ - \widehat{v}$ ع $\widehat{v}$ عين

أوجد القياس الجبري لكل من متجهات الإزاحة والسرعة والعجلة. متى تنعدم السرعة؟ أوجد متى تكون الحركة متسارعة،

ومتى تكون تقصيرية؟

الحل

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r})$$

$$\widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v} \quad \widehat{v} = (١ - \widehat{r}) \quad \therefore \widehat{r} = (١ - \widehat{v}) = \widehat{v}$$

$$ع \times ج = ٩,٨ (٩,٨ ن - ١٩,٦)$$

تكون الحركة متسارعة عندما $٩,٨ ن - ١٩,٦ < ٠$ أى $ن < ٢$

تكون الحركة تقيصيرية عندما $ن > ٢$

(١١) يعطى متجه موضع جسيم $\vec{r}$ كدالة فى الزمن $ن$ من العلاقة : $\vec{r} = (٩ + ١٢ ن + ٦ ن^٢ - ٣ ن^٣) \hat{y}$

حيث $\hat{y}$ متجه وحدة ثابت . أوجد متجهى الإزاحة والسرعة للجسيم عند أى لحظة زمنية $ن$. متى يتعدم متجه السرعة ؟

الحل

$$\vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0 = (٩ + ١٢ ن + ٦ ن^٢ - ٣ ن^٣) \hat{y} , \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (١٢ + ١٢ ن - ٩ ن^٢) \hat{y}$$

يتعدم متجه السرعة عندما $١٢ + ١٢ ن - ٩ ن^٢ = ٠$. $\therefore ٣ - ٣ ن + ١ - ١ ن = ٠$

$$\therefore ١ - ١ ن + ١ - ١ ن = ٠ \therefore (١ - ن) = ٠ \therefore ١ = ن$$

- (١) ينطلق صاروخ كتلته ٣ طن وكان ينفث الوقود بمعدل ثابت يساوي ١٠٠ كجم في الثانية فإذا كانت كتلة الصاروخ الفارغ من الوقود هي ١ طن . متى يفرغ الوقود من الصاروخ ؟

الحل

لاحظ أن الكتلة المكتسبة أو المفقودة = المعدل $\times$ الزمن

$$\text{كتلة الوقود} = ٣ - ١ = ٢ \text{ طن} = ٢٠٠٠ \text{ كجم}$$

$$\therefore \text{الزمن اللازم حتى يفرغ الوقود} = ٢٠٠٠ \div ١٠٠ = ٢٠ \text{ ث}$$

- (٢) تتحرك كرة كتلتها ١ كجم في هواء محمل بالغبار وكان معدل تراكم الغبار على سطحها يساوي ٢٠ جم / دقيقة . بعد كم من الوقت تصبح كتلة الكرة المحملة بالغبار ١,٥ كجم ؟

الحل

$$\text{كتلة الغبار المتراكم} = ١,٥ - ١ = ٠,٥ \text{ كجم} = ٥٠٠ \text{ جم}$$

$$\text{الزمن} = ٢٠ + ٥٠٠ = ٢٥ \text{ دقيقة .}$$

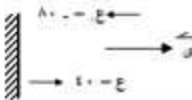
- (٣) أوجد كمية حركة سيارة كتلتها ١٨٠٠ كجم وتتحرك بسرعة ١٠٠ كم / س مقترأ إيجابتك بوحدات جم . متر / ث

الحل

$$\text{كمية حركة السيارة} = \text{ك} \times \text{ع} = ١٨٠٠ \times ١٠ \times \frac{٥}{١٨} = ٥٠٠ \text{ جم} \cdot \text{م} / \text{ث}$$

- (٤) قذفت كرة من المطاط كتلتها ٤٠ جم على أرض أفقية ملساء فاصطدمت بحاجز بسرعة ٨٠ سم / ث ثم ارتدت منه في الاتجاه المضاد بسرعة ٤٠ سم / ث . أوجد مقدار التغير في كمية حركتها نتيجة للتصادم ؟

الحل

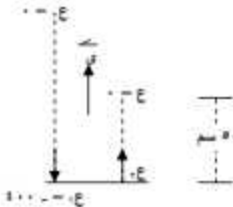


$$\text{التغير في كمية الحركة} = \text{ك} (\text{ع} - \text{ع})$$

$$= ٤٠ (\text{ك} + ٤٠) = ١٢٠ \times ٤٠ = ٤٨٠٠ \text{ جم} \cdot \text{سم} / \text{ث}$$

- (٥) تركت كرة من المطاط كتلتها ١٠٠ جم لتسقط على أرض أفقية فاصطدمت بها بسرعة ٤٠ سم / ث ثم ارتدت إلى ارتفاع ٥٠ سم قبل أن تسكن لحظياً . عين مقدار التغير في كمية حركتها قبل وبعد التصادم مباشرة .

الحل



$$\text{نوجد سرعة الارتداد : } \text{ع} = \text{ع} + ٢ \text{ ذ} (٩٨٠ - ٢)$$

$$\text{ع} = ٠ + ٢ \times ٩٨٠ = ١٩٦٠ \text{ سم}$$

$$\therefore \text{ع} = ١٩٦٠ \text{ سم}$$

$$\text{التغير في كمية الحركة} = \text{ك} (\text{ع} - \text{ع})$$

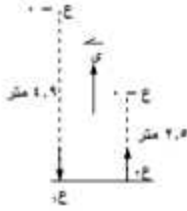
$$= ١٠٠ (١٩٦٠ + ٥٠) = ١٠١٠٠$$

$$= ٧١٣٠٤ \text{ جم} \cdot \text{سم} / \text{ث تقريباً}$$

- (٦) تركت كرة من المطاط كتلتها ٥٠ جم لتسقط من ارتفاع ٤,٩ متر على أرض أفقية فاصطدمت بها وارتدت إلى ارتفاع ٢,٥ متر

قبل أن تسكن لحظياً . عين مقدار التغير في كمية حركتها قبل وبعد التصادم مباشرة .

الحل



نوجد السرعة قبل التصادم مباشرة :

$$ع, ١ = ٢ + ٩,٨ \times ٩,٨ \times ١ = ٩,٨ \text{ م / ث}$$

نوجد سرعة الارتداد :

$$ع, ٢ = ٢ - ٩,٨ \times ٩,٨ \times ١ = ٧ \text{ م / ث}$$

التغير في كمية الحركة = ك (ع - ع)

$$٥٠ = (٩,٨ + ٧) \text{ جم . م / ث}$$

(٧) تركت كرة من المطاط كتلتها ١٠٠ جم لتسقط من ارتفاع ٤٠ سم على أرض الخشبية . فإذا علم أن الكرة ترتد بعد كل صدمة إلى ربع الارتفاع الذي تسقط منه . أوجد مقدار التغير في كمية حركتها قبل وبعد الصدمة الثانية مباشرة مقدراً بوحدات جم . م / ث

الحل

الكرة تسقط من ارتفاع ١٠ سم قبل الصدمة الثانية

$$\text{سرعة الكرة قبل الصدمة الثانية : } ع, ١ = ٢ + ٩,٨ \times ٩,٨ \times ١ = ١٤٠ \text{ م / ث}$$

الكرة ترتد مسافة ٢,٥ سم بعد الصدمة الثانية

$$\text{سرعة الكرة بعد الصدمة الثانية : } ع, ٢ = ٢ - ٩,٨ \times ٩,٨ \times ١ = ٧٠ \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{التغير في كمية الحركة نتيجة للصدمة الثانية} = ك (ع - ع) = (١٤٠ + ٧٠) \times ١٠٠ = ٢١٠٠٠ \text{ جم . م / ث}$$

(٨) أطلقت رصاصة كتلتها ٥٠ جم بسرعة ٨١٠ متر / ث نحو جسم خشبي ساكن كتلته ٤ كجم فاستقرت فيه وتحركت المجموعة بعد ذلك بسرعة ما . أوجد هذه السرعة . علماً بأن كمية حركة المجموعة لم تتغير نتيجة للتصادم .

الحل

* كمية الحركة لم تتغير

* مجموع كميتي حركة الرصاصة والجسم قبل التصادم = مجموعهما بعد التصادم

$$\therefore ٥٠ \times ٨١٠ + ٤ \times ٠ = (٤ + ٥٠) \times ع$$

$$\therefore ع = ١٠ \text{ م / ث (وهي سرعة المجموعة بعد التصادم)}$$

(٩) أطلق مدفع مضاد للدبابات قذيفة كتلتها ١ كجم بسرعة ٣٠٠ متر / ث في اتجاه دبابته تتحرك نحو المدفع بسرعة ٦٠ كم / س فاصابته . أوجد مقدار كمية الحركة المطلقة للقذيفة وكذلك مقدار كمية حركتها بالنسبة للدبابة وقلار بينهما .

الحل

كمية الحركة المطلقة للقذيفة = $٣٠٠ \times ١ = ٣٠٠$ كجم . متر / ث

$$\text{سرعة القذيفة بالنسبة للدبابة} = ٣٠٠ + ٦٠ \times \frac{٣,٦}{١٨} = ٣٦,٦٧ \text{ م / ث}$$

$$\text{كمية حركة القذيفة بالنسبة للدبابة} = ١ \times ٣٦,٦٧ = ٣٦,٦٧ \text{ كجم . متر / ث}$$

(١٠) قذف جسم رأسي إلى أعلى بسرعة ع . : اكتب القانون الذي يعطى سرعته بدلالة الزمن ثم استنتج منه أن معدل تغير كمية حركته بالنسبة للزمن هو متجه ثابت .

الحل

نتخذ $\vec{e}$ متجه وحدة رأسي لأعلى

$$\vec{E} = \vec{E} + (\vec{D} \cdot \vec{Y}) \quad (\text{حيث د سالبة}) \quad \therefore \vec{E} - \vec{E} = (\vec{D} \cdot \vec{Y}) \quad \text{وبالضرب } \times \text{ ك}$$

$$\therefore \text{ك} (\vec{E} - \vec{E}) = (\vec{D} \cdot \vec{Y}) \quad (\text{وهذا هو التغير في كمية الحركة})$$

$$\therefore \text{معدل التغير في كمية الحركة} = \frac{(\vec{D} \cdot \vec{Y})}{\Delta t} = (\vec{D} \cdot \vec{Y}) \quad \text{متجه ثابت}$$

تمارين (٣ - ٢) صفحة ١٩٠

(١) السؤال مرسوم بالكتاب والحل كالآتي :

الجسم يكون ساكن أو متحرك بسرعة منتظمة إذا كانت محصلة القوى المؤثرة عليه = ٠

لذلك فإن : أ ، ب ، ج ، هـ ليست ساكنة أو متحركة بسرعة منتظمة .

أما : د ، و فهي ساكنة أو متحركة بسرعة منتظمة .

(٢) تهبط كرة معدنية صغيرة وزنها ١٥٠ ث . جم رأسياً في سائل . وجد أنها تقطع مسافات متساوية في فترات زمنية متساوية .

فما هو مقدار قوة مقاومة السائل لحركة الكرة ؟

الحل

* الكرة تتحرك بسرعة منتظمة . * مقاومة السائل = وزن الكرة = ١٥٠ ثقل جرام

(٣) يهبط مظلي رأسياً بسرعة منتظمة ، فإذا كان الوزن الكلي له والمظلة ٩٥ ث . كجم ، أوجد مقدار قوة مقاومة الهواء للمظلة .

الحل

* الحركة بسرعة منتظمة . * مقاومة الهواء = الوزن = ٩٥ ث كجم .

(٤) يجذب حصان كتلة خشبية على أرض أفقية بقوة مقدارها ١٠٠ ث . كجم ويميل على الأفقى لأعلى بزاوية قياسها ٣٠°

فإذا تحركت الكتلة بسرعة منتظمة ، أوجد قوة مقاومة الأرض لحركتها .

الحل

* السرعة منتظمة

* المقاومة = ١٠٠ جتا ٣٠° = ٨٦.٥٠ ث . كجم

(٥) تتحرك سيارة كتلتها ٤ طن على طريق أفقى مستقيم تحت تأثير مقاومة تتناسب طردياً مع مقدار سرعتها ، فإذا كانت المقاومة

٨ ث . كجم لكل طن من كتلة السيارة عندما كانت السرعة ٧٢ كم / س . أوجد أقصى سرعة لها علماً بأن أقصى قوة يولدها

المحرك هي ٦٠ ث كجم .

الحل

$$\therefore \text{م} \propto \text{ع} \quad \therefore \frac{\text{م}}{\text{ع}} = \frac{\text{م}}{\text{ع}} \quad \therefore \text{م} = ٨ \times ٣٢ = ٢٥٦ \text{ ث كجم عندما ع} = ٧٢ \text{ كم / س}$$

عند أقصى سرعة (السرعة منتظمة) : م = أقصى قوة للمحرك = ٦٠ ث كجم

$$\therefore \frac{٧٢}{٦٠} = \frac{٣٢}{\text{ع}} \quad \therefore \text{ع} = ١٣٥ \text{ كم / س}$$

(٦) يتحرك جسم كتلته ك تحت تأثير القوتين : ق١ = ٣ ك س ، ق٢ = ٤ ك س حيث س ، ص متجهتا وحدة متعامدين .

عين مقدار القوة الإضافية التي لو أثرت على الجسم لجعلته يحرك حركة منتظمة .

الحل

نفرض أن القوة المطلوبة هي $\vec{r} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$
 $\therefore$ الجسم يتحرك حركة منتظمة $\therefore \vec{c} = \vec{q}_1 + \vec{q}_2 + \vec{q}_3 = 0$
 $\therefore (\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}) + (\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}) = 0 \therefore \vec{a} = -\vec{b} = -\vec{c}$ $\therefore \vec{a} = -\vec{b} = -\vec{c}$

(٧) رجل مربوط إلى مظلة بهبط هو والمظلة في اتجاه رأسى إلى أسفل . فإذا علم أن مقاومة الهواء تتناسب طردياً مع مربع مقدار السرعة وأن مقاومة الهواء تساوى ربع وزن الرجل والمظلة عندما تكون السرعة ١٥ كم / س .
 فابعد سرعة هبوط الرجل والمظلة عندما تصير هذه السرعة منتظمة .

الحل

$$\therefore \text{م} \text{ع} \therefore \therefore \frac{\vec{c}}{\vec{a}} = \frac{\vec{b}}{\vec{a}} \therefore \frac{1}{4} = \frac{1}{1} \therefore \frac{1}{4} = 1 \therefore \frac{1}{4} = 1 \therefore \frac{1}{4} = 1$$

(٨) قطار كتلته ١١٢ طن وقوة قاطرته ٥٦٠٠ ث . كجم . فإذا كانت المقاومة لحركة هذا القطار تتناسب طردياً مع مربع سرعته .
 وعلم أن المقاومة كانت ٣٢ ث . كجم لكل طن من الكتلة عندما كانت سرعته ٦٠ كم / س .
 احسب أقصى سرعة يمكن لهذا القطار أن يسير بها .

الحل

$$\therefore \text{م} \text{ع} \therefore \therefore \frac{\vec{c}}{\vec{a}} = \frac{\vec{b}}{\vec{a}} \therefore \frac{1}{4} = \frac{1}{1} \therefore \frac{1}{4} = 1 \therefore \frac{1}{4} = 1$$

(٩) وضع جسم كتلته ١٠ كجم على مستوى أفقى وربط بحبلين أفقيين لقياس الزاوية بينهما ١٢٠° وعندما كانت قوة الشد في كل من الحبلين ٤٠٠ ث . جم تحرك الجسم على المستوى حركة منتظمة . أوجد مقدار واتجاه قوة مقاومة المستوى لحركة الجسم

الحل

الجسم يتحرك تحت تأثير محصلة قوى الشد في الحبلين $\vec{c} = 2 \text{ ش جتا } \frac{\theta}{2}$
 $\vec{c} = 2 \times 400 \times \cos 60^\circ = 400 \text{ ث . جم}$
 عند الحركة المنتظمة : $\vec{c} = 0$ $\therefore$ مقاومة المستوى = ٤٠٠ ث . جم وفي اتجاه عكسى لاتجاه القوة $\vec{c}$
 أى تصنع زاوية مقدارها ١٢٠° مع الحبلين .

(١) يتحرك جسم كئلته تحت تأثير القوتين : ق_١ = ٣ ك س ، ق_٢ = ٥ ك ص - ٢ ك س حيث س ، ص متجهتا وحدة متعامدين ، أوجد عجلة الجسم وعن مقدارها .

محصلة القوى المؤثرة : $\vec{Q} = \vec{Q}_1 + \vec{Q}_2 = \vec{K} \vec{S} + \vec{H} \vec{K} \vec{S}$

$$\sqrt{25} = \sqrt{25 + 1} = \sqrt{26} \therefore \sqrt{25} + \sqrt{1} = \sqrt{26} \therefore \sqrt{25} = \sqrt{26} - \sqrt{1} \therefore \sqrt{25} = \sqrt{26} - 1 \therefore \sqrt{25} + 1 = \sqrt{26} \therefore \sqrt{25} = \sqrt{26} - 1 \therefore \sqrt{25} + 1 = \sqrt{26}$$

(٢) يتحرك جسم كتلته الوحدة، وكان متجه سرعته يعطى كدالة في الزمن من العلاقة: $\vec{v} = (4t^2 + 3t)\vec{u}$ ،

حيث $\vec{s}$ متجه وحدة ثابت . عين الثابتين α , β إذا علمت أن القوة المؤثرة على هذا الجسم ثابتة وتعطى من العلاقة :

$$\vec{F} = \alpha \vec{s} + \beta \vec{s}^2$$
$$\overline{p}(p + n) = \overline{q} \quad \therefore \overline{q} = \overline{p}(p + n) \quad \therefore \overline{q} = \overline{p} \cdot \overline{p} + \overline{p} \cdot n$$

$$e = c, \quad v = a; \quad v = n \frac{c}{v}, \quad e = c + n \frac{c}{v};$$

لاحظ أنه يمكن الوصول لنفس النتيجة لو وضعنا $n = 1$ ، $n = 2$ وحلينا المعادلتين .

(٣) يتحرك جسم نسوى كتلته الوحدة تحت تأثير القوى الثلاث $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = \vec{F}_3 = \vec{F}$ ، $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = \vec{F}_3 = \vec{F}$ ، $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = \vec{F}_3 = \vec{F}$

حيث $\bar{s}$ ، $\bar{v}$ متجهتا وحدة متعامدان ، a ، b ثابتان فإذا علم أن متجه إزاحة الجسيم يعطى كدالة في الزمن من العلاقة :

$$\vec{r} = \bar{s} + \bar{v} (t + t_0) \quad \text{عين الثابتين } a, b.$$

محصلة القوى المؤثرة : $\vec{Q} = \vec{Q}_1 + \vec{Q}_2 + \vec{Q}_3$ $\therefore \vec{Q} = (1 + 1) \vec{m} + (1 + 3) \vec{m}$

$$\bar{m}_n = \bar{m} \quad , \quad \bar{m}_n (1+n) = \bar{m}_n (1+n) + \bar{m} = \bar{m}$$

$$\widehat{m} \times 1 = \widehat{m} (3+1) + \widehat{m} (4+1) \therefore \widehat{m} = \widehat{m} \therefore$$

$2 = 1$ ومنها $1 = 3 + 1$ ، $1 = 0$ ومنها $0 = 1 - 0$.

(١) يتحرك جسم بحيث كانت مركبته سرعته في الاتجاهين الأفقي والرأسي لأعلى هما على الترتيب

ع = ٢ ، ع = ٩.٨ - ٢ مقربين بوحدة متر / ث. عين مقدار واتجاه المصرة الابتدائية لهذا الجسم ، وكذلك متجه القوة المؤثرة عليه . علماً بأن كتلته تساوى ١ كجم .

$$\bar{e} = \bar{s} + (-9.8 \pm 2) \text{ م}$$

ولمعرفة المربعة الابتدائية نضع $n = 0$. $\therefore \bar{v} = \bar{v} + (v + 0 \times 9,8) = \bar{v} + v = 2\bar{v}$

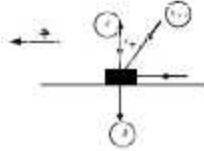
$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\widehat{C}_1(A) = \widehat{C}_1 \quad \therefore \quad \widehat{C}_1(A) \times 1 = \widehat{C}_1 \quad \therefore \quad \widehat{C}_1 = \widehat{C}_1 \quad \therefore$$

(٥) أثرت قوة مقدارها ١٠٠ نيوتن وبصنع اتجاهها زاوية قياسها ٣٠° مع الرأسى لأسفل على جسم كتلته ٢٠ كجم موضوع

على أرض أفقية ملساء . أوجد العجلة الناشئة وكذلك مقدار قوة رد الفعل العمودي .

الحل



مركبة القوة في اتجاه الحركة = $١٠٠ \text{ جا } ٣٠ = ٥٠$ نيوتن
معادلة الحركة : $ق = ك \cdot ج$

$$\therefore ٥٠ = ٢٠ \cdot ج \therefore ج = ٢,٥ \text{ م/ث}^2$$

$$ر, ١٠٠ \text{ جتا } ٣٠ = ٩,٨ \times ٢٠ + (١٩٦ + ٣\sqrt{٥٠}) \text{ نيوتن.}$$

(٦) بدأت دبابة كتلتها ٢٠ طناً وقوة اللها $\frac{1}{4}$ طن في التحرك على أرض أفقية . وكانت قوة المقاومة لحركتها تساوى في المقدار ٢٠ ت. كجم لكل طن من كتلتها . أوجد سرعة الدبابة بعد مضي ٢٥٠ ثانية من بدء الحركة .

الحل

معادلة الحركة : $ق = (\text{محسلة القوى}) = ك \cdot ج$

$$ق - م = ك \cdot ج$$

$$\therefore \frac{1}{4} \times ١٠٠٠ \times ٩,٨ - ٩,٨ \times ٢٠ \times ٢٠ = ١٠٠٠ \times ج \therefore ج = ٠,٠٤٩ \text{ م/ث}^2$$

$$ع = ع + ج \cdot ن \therefore ع = ١٢,٢٥ = ٢٥٠ \times ٠,٠٤٩ + ٠ \text{ م/ث}$$

(٧) يتحرك جسم على هيئة أسطوانية دائرية قائمة ارتفاعها ٥٠ سم ، ونصف قطر قاعدتها ١٠ سم كتلته ١٠ كجم حركة منتظمة بسرعة ٥ متر / ث تدخل هذا الجسم في سحابة تحمل غباراً فأثرت عليه بقوة مقاومة مقدارها ٠,٠١ ت جم لكل سنتيمتر مربع من مساحته الجانبية .
أوجد سرعة الجسم بعد خروجه من السحابة علماً بأنه ظل يتحرك داخلها لمدة ٣٠ ثانية .

الحل

المساحة الجانبية للأسطوانة = $٢ \cdot \pi \cdot ر \cdot ع = ٢ \cdot \pi \cdot ١٠ \times ٥٠ = ١٠٠٠ \cdot \pi \text{ سم}^2$

$\therefore$ المقاومة = $١٠٠٠ \times ٠,٠١ = ١٠ \cdot \pi \text{ ت. جم}$

معادلة الحركة : $ق - م = ك \cdot ج \therefore ٩٨٠ \cdot \pi \times ١٠ = ١٠٠٠ \times ج \therefore ج = -٠,٩٨ \cdot \pi \text{ سم/ث}^2$

$$ع = ع + ج \cdot ن = ٥٠٠ - ٠,٩٨ \cdot \pi \times ٣٠ = ٤٠٧,٦ \cdot \pi \text{ سم/ث} = ٤٠,٨ \cdot \pi \text{ م/ث}$$

(٨) أطلقت رصاصة كتلتها ٢٥ جم بسرعة ٢٠٠ متر / ث على حاجز ثابت فغاصت فيه مسافة ٥ سم حتى سكنت .
عين مقدار قوة مقاومة الحاجز لحركة الرصاصة . علماً بأنه ظل ثابتاً طوال الوقت .

الحل

$$ع = ٠ = ع + ج \cdot ن \therefore ٢٠٠ = ج \cdot ٠,٠٥$$

$$\therefore ج = -٤٠٠ \text{ م/ث}^2$$

$$\therefore ج = -٤٠٠٠٠٠ \text{ م/ث}^2$$

معادلة الحركة : $ق - م = ك \cdot ج$

$$\therefore م - (٤٠٠٠٠٠) \times ٠,٠٢٥ = ٠,٠٢٥ \times ١٠٠٠٠ \text{ نيوتن}$$

(٩) تتحرك كرة معدنية كتلتها ١٠٠ جرام في خط مستقيم بسرعة ثابتة مقدارها ١٠ متر / ث في وسط يحمل غباراً ، فإذا كان الغبار يلتصق بسطحها بمعدل ثابت يساوى ٠,٠٦ جم في الثانية . أوجد كتلة الكرة والقوة المؤثرة عليها عند أي لحظة زمنية ن . علماً بأنه عند بدء الحركة كانت الكرة خالية تماماً من الغبار .

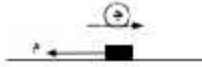
الحل

$$\begin{aligned} \text{معدل تغير الكتلة} \left(\frac{dm}{dt} \right) &= 0.06 \text{ كجم / ث} \\ \therefore \text{الكتلة عند أي لحظة : } K &= 0.06 \times t + 100 \text{ ك} \\ \therefore \text{الكتلة متغيرة} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{معادلة الحركة : } Q &= \frac{dK}{dt} \quad \text{ولكن السرعة ثابتة} = 1000 \text{ سم / ث} \\ \therefore Q &= 1000 \times \frac{dK}{dt} = 1000 \times (0.06 + 0) = 60 \text{ داین} \end{aligned}$$

(١٠) تتحرك سيارة كتلتها ١٩٦٠ كجم بسرعة ٦٣ كم / س . أثرت عليها قوة فرائل ومقدارها ١٢٥٠ ث كجم . أوجد المسافة التي تقطعها العربة حتى تقف .

الحل



$$\begin{aligned} E &= 0, \quad E = \frac{1}{2} \times 63^2 \times \frac{1}{18} = 117.5 \text{ م / ث} \\ \text{معادلة الحركة : } -m &= K \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - &= 1960 = 9.8 \times 1250 \quad \therefore \quad - = 6.25 \text{ م / ث} \\ E &= E' + \frac{1}{2} m v^2 \quad \therefore \quad 0 = (117.5) - \frac{1}{2} \times 6.25 \times 24.5 \text{ متر} \end{aligned}$$

(١١) أثرت قوة أفقية مقدارها ١٠٠٠ ث كجم على سيارة كتلتها ٤ طن تسير على طريق أفقية . فإذا بدأت السيارة من السكون وبلغت سرعتها ٤.٩ متر / ث في ١٠ ثوان . أوجد المقاومات .

الحل



$$\begin{aligned} E &= 4.9 \text{ م / ث}, \quad E = 0, \quad N = 10 \\ \therefore E &= E' + \frac{1}{2} m v^2 \quad \therefore 10 + 0 = 4.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \quad &= 10.49 \text{ م / ث} \quad \therefore \text{معادلة الحركة : } Q - m = K \\ 1000 &= 9.8 \times 1000 - m \quad \therefore m = 7810 \text{ نيوتن} \quad \therefore m = 9.8 + 7810 = 800 \text{ ث كجم} \end{aligned}$$

(١٢) سقط جسم كتلته ٢ كجم من ارتفاع ١٠ أمتار نحو أرض رملية فغاص فيها مسافة ٥ سم . أحسب بثقل الكيلو جرام مقاومة الرمل بفرض ثبوتها .

الحل

$$\begin{aligned} E &= 0, \quad E = 10.49 \text{ م / ث}, \quad F = 10 \\ \therefore E &= E' + \frac{1}{2} m v^2 \quad \therefore 10 + 0 = 10.49 \times 2 + 0 \quad \therefore E = (10.49 \times 2 + 0) \text{ م / ث} \end{aligned}$$

الحركة داخل الرمل :

$$\begin{aligned} E &= 0, \quad E = 10.49 \text{ م / ث}, \quad F = 0.05 \text{ م} \\ \therefore E &= E' + \frac{1}{2} m v^2 \quad \therefore 0.05 \times 2 + 196 = 0 \\ \therefore &= 1960 \text{ م / ث} \end{aligned}$$

معادلة الحركة : $K - m = 0$

$$1960 - 2 \times 9.8 = m \quad \therefore m = 3939.6 \text{ نيوتن} = 402 \text{ ث كجم}$$

(١٣) أثرت قوة أفقية $\vec{F}$ في جسم كتلته ٢ كجم موضوع على مستوى أفقى فحركته من السكون ٢٤٥ سم في ١٠ ثوان ضد مقاومات ثابتة تعادل $\frac{1}{10}$ وزن الجسم أوجد مقدار $\vec{F}$. وإذا انقطع تأثير القوة في نهاية هذه المدة وبقيت المقاومة بدون تغيير . أوجد متى يصل الجسم لحالة السكون .

الحل

الحركة تحت تأثير القوة : ع. = ٠ ، ف = ٢٤٥ سم ، ن = ١٠ ث
 $\therefore$ ف = ع. ن + ٠.٥ ج ن^٢ $\therefore$ ٢٤٥ = ٠.٥ × ج × ١٠ × ١٠ $\therefore$ ج = ٠.٤٩ م / ث^٢
 ، معادلة الحركة : ق - م = ك ج
 $\therefore$ ق - ٠.١ × ٢ × ٠.٩٨ = ٠.٤٩ × ٢ ، $\therefore$ ق = ٠.٩٨ + ٠.١٩٨ = ١.١٧٨ نيوتن $\frac{2 \times 0.49}{9.8} = 0.1$ ث كجم
 $\therefore$ ع = ع. + ج ن = ٠.٩٨ + ١٠ × ٠.٤٩ = ٥.٩٨ م / ث
 الحركة عند انقطاع القوة : - م = ك ج
 $\therefore$ - ٠.١ × ٢ × ٠.٩٨ = ٢ ج^٢ $\therefore$ ج = - ٠.٩٨ م / ث^٢
 ع = ع. + ج ن = ٠ ، $\therefore$ ٠.٩٨ - ٠.٤٩ ن = ٠ ، $\therefore$ ن = ٠.٥

(١٤) قطر كتلته ٢٤٥ طناً (بما في ذلك القاطرة) يتحرك بعجلة منتظمة مقدارها ١٥ سم / ث فإذا كانت مقاومة الهواء والاحتكاك تعادل ٤ ثقل كجم لكل طن من كتلة القطار . فأوجد قوة آلات القاطرة . وإذا انفصلت عن القطر العربية الأخيرة وكتلتها ٤٩ طناً بعد أن تحرك القطار من السكون ٤.٩ دقيقة . فوجد العجلة التي يتحرك بها القطار وكذا الزمن الذي تأخذه العربية المنفصلة حتى تقف .

الحل

معادلة الحركة : ق - م = ك ج
 $\therefore$ ق - ٤ × ٢٤٥ × ٩.٨ = ٠.١٥ × ١٠٠٠ × ٢٤٥ ، $\therefore$ ق = ٤٦٣٥٤ نيوتن = ٤٧٣٠ ث كجم
 السرعة المشتركة للقطر والعربة لحظة الانفصال : ع = ع. + ج ن = ٠.١٥ × ٤.٩ × ٦٠ + ٠ = ٤٤.١ م / ث
 حركة باقى القطار بعد الانفصال : ق - م = ك ج^٢
 $\therefore$ ٤٦٣٥٤ - ٤ × ٢٤٥ × ٩.٨ = ١٠٠٠ × (٤.٩ - ٢٤٥) ج^٢
 $\therefore$ ج = ٠.١٩٧٣ م / ث^٢ وهى العجلة التي يتحرك بها القطار
 حركة العربة بعد الانفصال : - م = ك ج^٢
 $\therefore$ - ٤ × ٤٩ × ٩.٨ = ١٠٠٠ × ٤.٩ ج^٢ $\therefore$ ج = - ٠.٣٩٢ م / ث^٢
 $\therefore$ ع = ع. + ج ن = ٠ ، $\therefore$ ٠.٣٩٢ - ٤٤.١ ن = ٠ ، $\therefore$ ن = ١١٢٥ ث = ١٨.٧٥ دقيقة

(١٥) بالون كتلته ١٥٠ كجم يتحرك بسرعة منتظمة رأسياً إلى أعلى سقط منه جسم كتلته ٧٠ كجم . أوجد العجلة التي يصعد بها البالون بعد ذلك . وإذا كانت سرعة البالون قبل سقوط الجسم ٥٠ سم / ث . أوجد :
 أولاً : المسافة التي يقطعها البالون بعد ذلك في ١٠ ثوان .
 ثانياً : المسافة بين البالون والجسم بعد هذه المدة .

الحل

$\therefore$ البالون يتحرك بسرعة منتظمة . $\therefore$ قوة دفع الهواء ق = ك د = ١٠٥٠ ث . كجم

بعد سقوط الجسم : ق - ك' د = ك' ج

'ث' م . ن = ۳ ∴

المسافة التي تحركها البالون بعد ذلك في ١٠ ثوانٍ = فـ١

$$\text{متر } t_0 = 100 \times 0,7 \times 0,8 + 10 \times 0,8 = 62$$

المسافة التي تحركها الجسم في ١٠ ثوانٍ = فـ.

ف، $= 10 \times 0,5 - 100 \times 9,8 \times 0,5 = 185$ أي تحرك مسافة 185 م لأسفل

∴ المسافة بينهما = ق_ب + ق_ف = ٤٠ + ٤٨٥ = ٥٢٥ متراً .

(١٦) يتحرك جسم كتلته الوحدة بتأثير قوة $\vec{Q} = \vec{a} + \vec{p}$ من حيث $\vec{s}$ ، من متجهها وحدة متعامدين وكان متجه إزاحته

يعطى كدالة في الزمن من العلاقة : $\bar{F} = \bar{S} (1 + n^1) + \bar{S} (1 + n^2) + \dots$. لوجد الثابتين $\bar{A}$ ، $\bar{B}$.

الحل

$$\overline{c} = \overline{a} + \overline{b}, \quad \overline{e} = \overline{a}(\overline{b}) + \overline{a}(\overline{c})$$

معادلة الحركة : $\ddot{q} = -k q$

$$\therefore \hat{a}_1 + \hat{a}_2 = \hat{a}_3 + \hat{a}_4 \quad \therefore (\hat{a}_1 + \hat{a}_2) \times 1 = \hat{a}_3 + \hat{a}_4$$

$$7 = 4, \quad 8 = 1 \quad \therefore$$

تعارين (٣ - ٤) صفحة ٢١٩

(١) شخص كتلته ٦٠ كجم موجود داخل مصعد ، عين رد فعل المصعد على هذا الشخص بوحدة النيوتن في كل من الحالات الآتية :

أولاً : إذا كان المصعد ساكناً

ثانياً : إذا تحرك المصدر بعجلة منتظمة مقدارها ١,٧ م / ث^٢ موجهة رأسياً إلى أعلى .

ثالثاً : إذا تحرك المصعد بعجلة منتظمة مقدارها ٢,٨ م / ث^٢ موجهة رأسياً إلى أسفل .

الحل

أولاً: $r = K = 9.8 \times 90 = 882$ نيوتن

ثانياً: ر - ك د = ك ج

$$190 = 1,7 \times 10 + 9,8 \times 10 = r \therefore$$

ثالثاً: كـ د - ر = ك ج

$$170 = 2,8 \times 60 - 9,8 \times 60 = r \therefore$$

(٢) وضع جسم كتلته ٢ كجم على أرض مصعد . أوجد مقدار قوة ضغط هذا الجسم على أرض المصعد عندما يكون الأخير :

(أ) متحركاً بسرعة منتظمة.

(ب) متحرکاً لأعلى بعجلة مقدارها ٩.٨ سم / ث^٢

(ج) متحرکاً لأسفل بعجلة مقدارها ٩٨ سم/ث^٢

الحل

ملاحظة : ضغط الرجل على أرض المصعد = مقدار رد فعل المصعد عليه

ولاً : $r = 4 = 9,8 \times 2 = 19,6$ نيوتن 2 ث كجم

ثانياً: ر - ك د = ك ج . $\therefore$ ر = $9,8 \times 2 + 9,8 \times 2 = 0,98 \times 2 = 11,58$ نيوتن = ٢,٢ ث كجم .

ثالثاً: ك د - ر = ك ج . $\therefore$ ر = $9,8 \times 2 - 9,8 \times 2 = 0,98 \times 2 = 17,64$ نيوتن = ١,٨ ث كجم .

(٣) مصعد كهربائي يصعد بعجلة مقدارها ٧٠ سم / ث^٢ به رجل ضغط رجله على أرض المصعد يساوي ٦٧,٥ ثقل كجم .
احسب كتلة الرجل .

الحل

$$ر = ض = 67,5 = 9,8 \times 17,64 \quad , \quad ر - ك د = ك ج$$

$$17,64 - ك د = 9,8 \times 2 \quad \therefore ك = 9,8 \times 2 = 19,6 \text{ ث كجم}$$

(٤) علق جسم كتلته ١ كجم من نهاية ميزان زمبركى مثبت في سقف مصعد . تحرك المصعد بعجلة منتظمة فاعطى الميزان قراءة ٨٠٠ ث جم . أوجد اتجاه عجلة المصعد ومقدارها .

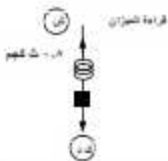
الحل

$$ك د = 1 \text{ ث كجم} , \quad ش = 0,8 \text{ ث كجم}$$

$$\therefore ك د < ش \quad \therefore \text{المصعد هابط لأسفل}$$

$$\therefore 800 = 9,8 \times 1 - 9,8 \times 0,8 \quad \therefore 1 = 9,8 \times 1 - 9,8 \times 0,8 \quad \therefore 1 = 9,8 \times 1 - 7,84$$

$$\therefore 1 = 9,8 \times 1 - 7,84 \quad \therefore 1 = 9,8 - 7,84 \quad \therefore 1 = 1,96 \text{ م / ث}^2 \text{ لأسفل}$$



(٥) يتحرك مصعد رأسياً وبه ميزان زمبركى معلق فيه جسم كتلته ٤٩٠ جم . وجد أن قراءة الميزان ٤٥٠ ث جم .
فهل كان المصعد صاعداً أم هابطاً ؟ وما مقدار عجلة حركته ؟

الحل

$$ك د = 490 \text{ ث جم} , \quad ش = 450 \text{ ث جم}$$

$$\therefore ك د > ش \quad \therefore \text{عجلة الحركة لأسفل}$$

$$\therefore 490 = 9,8 \times 490 - 9,8 \times 450 \quad \therefore 490 = 9,8 \times 490 - 9,8 \times 450 \quad \therefore 490 = 9,8 \times 490 - 9,8 \times 450$$

(٦) علق جسم في ميزان زمبركى في سقف مصعد فُسجل الميزان القراءة ١٦ ث . كجم عندما كان المصعد صاعداً بعجلة مقدارها ٣/٤ سم / ث^٢ وسجل القراءة ١٧ ث . كجم عندما كان المصعد صاعداً بالعجلة ٣/٤ سم / ث^٢ . أوجد كتلة الجسم ومقدار ج .
احسب أيضاً قراءة الميزان عندما يكون المصعد هابطاً بتقصير منتظم قدره ٣/٤ سم / ث^٢ .

الحل

نفرض أن كتلة الجسم = ك كجم

الحالة الأولى : المصعد صاعد بعجلة ٣/٤ م / ث^٢

$$ش - ك د = ك ج \quad \therefore 16 = 9,8 \times 16 - 9,8 \times ك \quad \therefore 16 = 9,8 \times 16 - 9,8 \times ك \quad \therefore 16 = 9,8 \times 16 - 9,8 \times ك$$

الحالة الثانية : المصعد صاعد بعجلة ٣/٤ م / ث^٢

$$ش - ك د = ك ج \quad \therefore 17 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك \quad \therefore 17 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك \quad \therefore 17 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك$$

$$\therefore ك = 1,5 + 9,8 = 9,8 \times 17 = 9,8 \times 16 + 9,8 \times 1 \quad \therefore ك = 1,5 + 9,8 = 9,8 \times 17 = 9,8 \times 16 + 9,8 \times 1$$

$$\therefore 17 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك \quad \therefore 17 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك \quad \therefore 17 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك$$

$$\therefore 1,4 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك \quad \therefore 1,4 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك \quad \therefore 1,4 = 9,8 \times 17 - 9,8 \times ك$$

عندما يكون المصعد هابطاً بعجلة ٣/٤ م / ث^٢ تكون قراءة الميزان كما لو كان المصعد صاعد بعجلة ٣/٤ م / ث^٢ .

- (٧) علق جسم فى نهاية ميزان زمبركى مثبت فى سقف مصعد ثم أخذت قراءة الميزان فى حالتي أن يكون المصعد متحركاً لأعلى بعجلة ما ثم لأسفل بنفس العجلة السابقة فكانت القراءةان كالآتي : ١,٢٢ ث كجم ، ٠,٧٨ ث كجم على الترتيب . عين كتلة الجسم وكذلك مقدار عجلة المصعد .

الحل

$$* \text{ ش - ك د = ك ج } \therefore 9,8 \times 1,22 - 9,8 \times 0,78 = \text{ك ج}$$

$$\therefore \text{ك ج} = (9,8 + \text{ج}) \times 9,8 \times 1,22 \dots\dots\dots (١)$$

$$* \text{ ك د - ش = ك ج } \therefore 9,8 \times 0,78 - 9,8 \times \text{ك ج} = \text{ك ج}$$

$$\therefore \text{ك ج} = (9,8 - \text{ج}) \times 9,8 \times 0,78 \dots\dots\dots (٢)$$

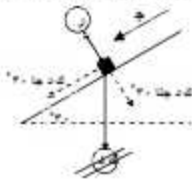
$$\text{بقسمة (٢) ÷ (١)}$$

$$\therefore \frac{9,8 + \text{ج}}{\text{ج} - 9,8} = \frac{39}{39} \therefore 39 + \text{ج} = 382,2 - 597,8 \text{ ج}$$

$$\therefore \text{ج} = 2,156 \text{ م / ث}^2 \text{ وبالتعويض فى (١) } \therefore \text{ك} = 1 \text{ كجم .}$$

- (٨) وضع جسم كتلته $\frac{1}{4}$ كجم على مستو أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها 30° ثم ترك ليتحرك . أوجد مقدار قوة رد فعل المستوى عليه . وكذلك مقدار عجلته على المستوى

الحل



$$\text{ر = ك د جتا } 30^\circ = 9,8 \times 0,5 = 4,9 \text{ جتا } 30^\circ$$

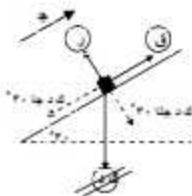
$$= 4,15 \sqrt{3} \text{ نيوتن} = 7,15 \text{ ث. جم}$$

* الجسم ينزلق على المستوى الأملس تحت تأثير وزنه فقط

$$\therefore \text{ج د جتا } 30^\circ = 9,8 \times 0,5 = 4,9 \text{ م / ث}^2$$

- (٩) وضع جسم كتلته ١ كجم على مستو أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها 30° ثم أثر عليه بقوة مقدارها ١٠ نيوتن تعمل فى خط أكبر ميل للمستوى ولأعلى . أوجد مقدار قوة رد فعل المستوى على الجسم وعجلته .

الحل



$$\text{ر = ك د جتا } 30^\circ = 9,8 \times 1 = 9,8 \text{ جتا } 30^\circ$$

$$= 4,9 \sqrt{3} \text{ نيوتن} = 8,49 \text{ ث. جم}$$

$$\text{ك د جتا } 30^\circ = 9,8 \times 0,5 = 4,9 \text{ نيوتن}$$

* ق < ك د جتا 30° . الجسم يتحرك لأعلى

معادلة حركة الجسم : ق - ك د جتا $30^\circ = \text{ك ج}$

$$\therefore 10 - 4,9 = 1 \times \text{ج} \therefore \text{ج} = 5,1 \text{ م / ث}^2 = 510 \text{ م / ث}^2$$

- (١٠) يتحرك جسم كتلته ٢ كجم على خط أكبر ميل لمستو أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها 60° تحت تأثير قوة مقدارها ١ ث. كجم موجهة نحو المستوى وتصل مع الأفقى زاوية قياسها 30° لأعلى . أوجد مقدار قوة رد فعل المستوى على الجسم وكذلك عجلته .

الحل

$$r = \text{ك د جتا } 60^\circ + \text{ق ج ا } 30^\circ = 0,5 \times 9,8 \times 1 + 0,5 \times 9,8 \times 2 = 7,35 \text{ م}$$

$$14,7 = 4,9 + 9,8 = 14,7 \text{ نيوتن } 1,5 = 9,8 + 14,7 \text{ كجم}$$

$$\frac{3\sqrt{2}}{2} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \times 1 = 30^\circ \text{ جتا } 30^\circ$$

$$\text{ك د ج ا } 60^\circ < \text{ق ج ا } 30^\circ$$

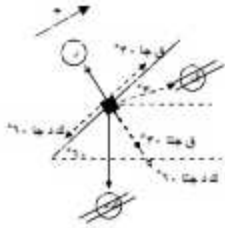
∴ عجلة الحركة لأسفل

معادلة الحركة :

$$\text{ك د ج ا } 60^\circ - \text{ق ج ا } 30^\circ = \text{ك ج}$$

$$\text{ج } 2 = \frac{3\sqrt{2}}{2} \times 9,8 \times 1 - \frac{3\sqrt{2}}{2} \times 9,8 \times 2$$

$$\text{∴ ج } 2,45 = \frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ م / ث}^2 \text{ ∴ } 3\sqrt{2} \text{ سم / ث}^2$$



(١١) قذف جسم إلى أعلى مستوى مائل أملس يعمل على الأفقى بزاوية جيبها ٠.١ وفى اتجاه خط أكبر ميل للمستوى وبسرعة

مقدارها ٤٩ سم / ث . أوجد الزمن الذى يمضى حتى يعود الجسم إلى النقطة التى قذف منها .

الحل

∴ الجسم يتحرك تحت تأثير وزنه فقط لأعلى

$$\text{∴ ج } - = \text{د ج ا هـ } - = 980 \times 0,1 = 98 \text{ سم / ث}^2$$

عندما يعود الجسم إلى نقطة القذف فإن ف = ٠

$$\text{∴ ف} = \text{ع} = 0 + \frac{1}{2} \text{ ج } 98 \text{ ∴ } 0 = 49 - \frac{1}{2} \text{ ج } 98 \text{ ∴ } 49 = \frac{1}{2} \text{ ج } 98$$

∴ ن = ٠ فى بداية الحركة ، ن = ١ عندما يعود الجسم إلى نقطة القذف

(١٢) جسم كتلته ٥٠٠ جم موضوع على مستوى أملس مائل يعمل على الأفقى بزاوية جيبها ٠.٦ أثرت عليه قوة تعادل

٥٠٠ ث جم إلى أعلى المستوى وفى اتجاه خط أكبر ميل . أوجد عجلة الحركة ، وإذا أنعدم تأثير القوة بعد مضي ثانيتين .

أوجد المسافة التى يقطعها الجسم بعد ذلك حتى يمكن لحظها .

الحل

$$\text{ق ج ا هـ } = 980 \times 500 = 0,6 \times 980 \times 500 = 294000 \text{ د ج ا هـ}$$

$$\text{∴ ق ج ا هـ } < \text{د ج ا هـ} \text{ ∴ الجسم يتحرك لأعلى المستوى}$$

معادلة الحركة : ق ج ا هـ - د ج ا هـ = ك ج

$$0,6 \times 980 \times 500 - 980 \times 500 = 0,6 \times 980 \times 500 - 980 \times 500$$

$$\text{∴ ج } 392 = \text{سم / ث}^2 \text{ لأعلى}$$

$$\text{بعد مرور ٢ ثانية : ع} = \text{ع} + \text{ج} = 0 + 392 = 784 \text{ سم / ث}$$

بعد انقطاع القوة :

الجسم يتحرك تحت تأثير وزنه فقط لأعلى ∴ ج - = د ج ا هـ - = 588 سم / ث

$$\text{∴ ع} = \text{ع} + \text{ج} = 0 + 784 = 784 \text{ ∴ ع} = 784 \times 2 - 588 = 1000 \text{ سم}$$

(١٣) تحركت سيارة معطلة ممتلئة من السكون أسفل مستوى يعمل على الأفقى بزاوية جيبها ٠.١ فصارَت سرعتها ٤٤,١ كم / من

بعد ٢٥٠ ثانية . احسب المقاومة عن كل طن من كتلة السيارة .

الحل

السيارة تتحرك أسفل المستوى أى تتحرك لأسفل



نفرض أن كتلة السيارة = ك طن = ١٠٠٠ ك كجم
نفرض أن المقاومة لكل طن من كتلة السيارة = م نيوتن
∴ المقاومة الكلية = م ك نيوتن

$$\begin{aligned} \text{ع. ١} &= \text{ع. ٢} = ١٤.١ \times ١٢.٢٥ = ١٧٢.٢٥ \text{ م/ث} \\ \therefore \text{ع. ١} + \text{ع. ٢} &= ١٧٢.٢٥ \text{ م/ث} \\ \therefore \text{ع. ١} &= ٨٦.١٢٥ \text{ م/ث} \\ \text{وبالقسمة على ك} \\ \therefore \text{ع. ١} &= ٨٦.١٢٥ \text{ م/ث} \\ \text{معادلة الحركة: } ١٠٠٠ \text{ ك د جا هـ} &= \text{م ك} = ١٠٠٠ \text{ ك د} \\ \therefore ١٠٠٠ \times ٩.٨ \times ١٠٠٠ \times ٠.٠٤٩ &= \text{م} \times ١٠٠٠ \times ٠.٠٤٩ \end{aligned}$$

(١٤) قطار كتلته ٢٤٠ طناً يسير في طريق أفقي بعجلة منتظمة ٢.٤٥ سم / ث^٢ فإذا كانت قوة آلته تعادل ٢٠٠٠ ث كجم
فما مقدار المقاومة لكل طن من كتلة القطار . وإذا صعد هذا القطار أعلى منحدر يميل على الأفقي بزاوية هـ حيث جا هـ = $\frac{١}{٥.٠٠}$
فما العجلة التي يتحرك بها القطار أعلى المنحدر علماً بأن المقاومة لم تتغير ؟

الحل

الحركة الأفقية : نفرض أن المقاومة لكل طن = م ث كجم

معادلة الحركة : ق - م = م ك د

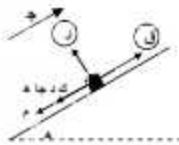
$$\therefore ٢٠٠٠ - ٩.٨ \times ٢٤٠ \times \text{م} = ٩.٨ \times ٢٤٠ \times ٢.٤٥ \times ١٠٠٠ \times ٩.٨ \times ٠.٠٤٩ \text{ م} \quad \therefore \text{م} = \frac{٢.٥}{٩} \text{ ث كجم لكل طن}$$

الحركة لأعلى المستوى المائل :

معادلة الحركة : ق - م - ك د جا هـ = م ك د

$$\therefore ٩.٨ \times ٢٤٠ \times \left(\frac{١}{٥.٠٠} \times ٢٤٠.٠٠٠ - ٢٤٠ \times \frac{٢.٥}{٩} - ٢٠٠٠ \right) = \text{م} \times ٢٤٠.٠٠٠$$

$$\therefore \text{ع. ١} = ٠.٠٠٤٩ \text{ م/ث} = ٠.٤٩ \text{ سم/ث}^٢$$



(١٥) مستوى مائل خشن طوله ٤٠ متراً وارتفاعه ١٠ أمتار . أوجد أصغر سرعة يقذف بها جسم من أسفل نقطة في المستوى
المائل وفي اتجاه خط أكبر ميل فيه لكي يصل بالكاد إلى أعلى نقطة فيه ، علماً بأن الجسم يلاقى مقاومات تعادل $\frac{١}{٤}$ وزنه .

الحل

ملاحظة : عندما يصل الجسم بالكاد إلى أعلى نقطة تكون ع = ٠

نفرض كتلة الجسم = ك كجم

معادلة الحركة :

$$\text{ق} - \text{م} - \text{ك د جا هـ} = \text{م ك د}$$

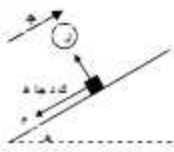
$$\therefore \frac{١}{٤} \times ٩.٨ \times ٤٠ - ٩.٨ \times ٤٠ \times \frac{١}{٤} = \text{م} \times ٤٠$$

$$\therefore ٩.٨ \times ٠.٥ = \text{م}$$

$$\therefore \text{ع. ١} = ٤.٩ \text{ م/ث}^٢$$

$$\therefore \text{ع. ٢} = ٢ + \text{ع. ١}$$

$$\therefore \text{ع. ٢} = ٢ + ٤.٩ = ٦.٩ \text{ م/ث}^٢$$



تمارين (٣ - ٥) صفحة ٢٣٢

- (١) عربة سكة حديد كتلتها ٢١ طن تسير بسرعة ١٤ متر / ث . أوقفها حاجز للتصادم في زمن قدره ٠,٣ ثانية .
أوجد مقدار الدفع ، ومقدار متوسط القوة بثقل الظن .

الحل

$$\text{الدفع} = d = ك (ع - ع') = ٢١٠٠٠ \times ١٤ \text{ كجم} \cdot \text{م} / \text{ث} = ٢٩٤ \times ١٠^٤ \text{ داین} \cdot \text{ث}$$

$$\therefore \text{الدفع} = ق \times ن \quad \therefore ق \times ٠,٣ = ٢٩٤ \times ١٠^٤$$

$$\therefore \text{القوة} = ٩٨٠٠٠٠ \text{ نيوتن} = ١٠٠٠٠٠ \text{ كجم} \cdot \text{ث} / \text{م}^٢$$

- (٢) كرة كتلتها ٥٠ جم سقطت من ارتفاع ٢,٥ متر على أرض أفقية فارنكت إلى ارتفاع ٠,٩ متر .
أوجد متوسط القوة بين الكرة والأرض إذا كان زمن التماس ٠,١ ثانية .

الحل

$$\therefore \text{الكرة سقطت} \quad \therefore ع = ٠ , ف = ٢,٥ \text{ م} , د = ٩,٨ \text{ م} / \text{ث}^٢$$

$$\therefore ع' = ع + ٢ \text{ د ف} \quad \therefore ع' = ٢,٥ + ٩,٨ \times ٢ + ٠ = ٤٩ \quad \therefore ع = ٧ \text{ م} / \text{ث}$$

$$\text{عند الارتداد} : ع' = ع + ٢ \text{ د ف} \quad \therefore ع = ٠ , \therefore ع' = ٩,٨ \times ٢ - ٠,٩$$

$$\therefore ع = ١٧,٦٤ \text{ م} / \text{ث} \quad \therefore ع = ٤,٢ \text{ م} / \text{ث} \quad \therefore \text{سرعة التصادم} = ٧ \text{ م} / \text{ث} , \text{ سرعة الارتداد} = ٤,٢ \text{ م} / \text{ث}$$

$$\therefore \text{الدفع} = ق \times ن = ٠,١ \times ٠,٠٥٠ (٧ + ٤,٢) \quad \therefore ق = ٥,٦ \text{ نيوتن} \quad (\text{يصحح الجواب بالكتاب})$$

- (٣) كرة كتلتها ٥٠٠ جم سقطت من ارتفاع ٢,٥ متر على سطح سائل لزج فغاصت فيه بسرعة منتظمة وقطعت مسافة ٣,٥ متر في ٢ ثانية . أحسب دفع السائل للكرة .

الحل

$$ع' = ٢,٥ + ٩,٨ \times ٢ + ٠ = ٤٩ \quad \therefore \text{سرعة التصادم} : ع = ٧ \text{ م} / \text{ث}$$

$$\text{السرعة داخل السائل (منتظمة)} : ع = ٣,٥ = ٢ \div ١,٧٥ \text{ م} / \text{ث}$$

$$\therefore \text{دفع السائل على الكرة} : د = ك (ع - ع') = ٠,٥ (٧ - ١,٧٥) = \frac{٢,٦٢٥}{٨}$$

$$\text{أى أن الدفع} = \frac{٢,٦٢٥}{٨} \text{ كجم} \cdot \text{م} / \text{ث}^٢ \text{ لأعلى} .$$

- (٤) تتحرك كرة لمساء كتلتها ١٥٠ جم على أرض أفقية في خط مستقيم بسرعة ٠,٦ متر / ث اصطدمت هذه الكرة بحائط رأسي وعمودي على اتجاه حركتها فارنكت منه بسرعة ٢٠ سم / ث . عين مقدار دفع الحائط على الكرة .

الحل

$$\text{دفع الحائط على الكرة} = ٠,١٥ = (٠,٦ + ٠,٢) \times ٠,١٢ \text{ نيوتن} \cdot \text{ث}$$

- (٥) اصطدمت كرة لمساء كتلتها ٤٠٠ جم ومتحركة على أرض أفقية بسرعة ١٠٠ سم / ث تصالماً مباشراً بحائط رأسي فأنز عليها بدفع مقداره ٠,٤٨ نيوتن . ث عين سرعة ارتداد الكرة من الحائط .

الحل

$$\text{نَتَّكِدُ} \quad \text{ى} \quad \text{مُتَّجِهَةً} \quad \text{وَحْدَةً} \quad \text{فِي} \quad \text{اتِّجَاهِ} \quad \text{عِ} \quad \text{النِّهَائِيَّةِ} \quad (\text{سرعة الارتداد})$$

$$2 = (ع - ع) \therefore ١٠ \times ٠,٤٨ = ١٠٠ (ع + ١٠٠)$$

$$\therefore \text{سرعة الارتداد : } ع = ٢٠ \text{ سم / ث}$$

- (٦) تتحرك كرتان متساوان كتلتاهما ٠,٢ كجم ، ٠,٤ كجم في خط مستقيم واحد على أرض أفقية وكانت سرعة الأولى ٦ متر / ث وسرعة الثانية ٨ متر / ث في نفس اتجاه حركة الأولى . تصادمت الكرتان فزادت سرعة الكرة الأولى نتيجة للتصادم بمقدار ٢ متر / ث . عين سرعة الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة ومقدار دفع أى من الكرتين على الأخرى .

الحل

قبل

$٠,٢$ $٠,٤$

$٦ = u_1$ $٨ = u_2$

بعد

$٧ = v_1$ $٨ = v_2$

$$\therefore ك, ع + ك, ع = ك, ع + ك, ع$$

$$\therefore ٠,٢ \times ٦ + ٠,٤ \times ٨ = ٠,٢ \times ٧ + ٠,٤ \times ٨$$

$$\therefore ع = ٧$$

أى أن سرعة الكرة الثانية = ٧ م / ث في نفس اتجاه حركتها

• الدفع = التغير في كمية حركة إحدى الكرتين

$$\therefore 2 = ٠,٢ \times (٦ - ٨) = ٠,٤ \text{ نيوتن . ث}$$

- (٧) تتحرك كرتان متساوان كتلتاهما ١٠٠ جم ، ٢٠٠ جم في خط مستقيم واحد على أرض أفقية وكانت سرعة الأولى ١ متر / ث وسرعة الثانية ٢ متر / ث في الاتجاه المضاد ، فإذا تصادمت الكرتان واستمرت الكرة الثانية في نفس اتجاه حركتها بسرعة ٠,٧٥ متر / ث بعد التصادم ، عين سرعة الكرة الأولى ودفع الثانية عليها .

الحل

قبل

١٠٠ ٢٠٠

$١ = u_1$ $٢ = u_2$

بعد

$١,٥ = v_1$ $٠,٧٥ = v_2$

$$\therefore ك, ع + ك, ع = ك, ع + ك, ع$$

$$\therefore ١٠٠ \times ١ + ٢٠٠ \times ٢ = ١٠٠ \times ١,٥ + ٢٠٠ \times ٠,٧٥$$

$$\therefore ١,٥ = -١,٥$$

أى أن الكرة الأولى ارتدت بسرعة ١,٥ م / ث

• دفع الكرة الثانية على الأولى = التغير في كمية حركة الكرة الثانية

$$\therefore 2 = ٠,٢ \times (٢ + ٠,٧٥) = ٠,٢٥ \text{ نيوتن . ث}$$

• مقدار = ٠,٢٥ نيوتن . ث

- (٨) تتحرك كرة لمساء كتلتها ٢٠٠ جم على نضد أفقى في خط مستقيم بسرعة ٦٠ سم / ث صنعت هذه الكرة كرة ثانية لمساء ساكنة على النضد كتلتها ٤٠٠ جم . فإذا سكنت الكرة الأولى نتيجة للتصادم . أثبت أن الثانية تتحرك بسرعة ٣٠ سم / ث بعد التصادم ، ثم أوجد مقدار الدفع المتبادل بين الكرتين .

الحل

• مجموع كميتى الحركة قبل التصادم = مجموعهما بعد التصادم

$$\therefore ٢٠٠ \times ٦٠ + ٠ \times ٤٠٠ = ٠ \times ٤٠٠ + ٤٠٠ \times ع \therefore ع = ٣٠ \text{ سم / ث}$$

• الدفع المتبادل = التغير في كمية حركة إحدى الكرتين

$$\therefore 2 = ٢٠٠ (٦٠ - ٠) = ١٢٠٠٠ \text{ دايـن . ث (يصح الجواب بالكتاب)}$$

- (٩) يتحرك جسمان كتلتاهما ٢٠٠ جم ، ٨٠٠ جم في خط مستقيم واحد على نضد أفقى بسرعة ٤ متر/ ث في اتجاهين متضادين فإذا تحرك الجسمان بعد التصادم كجسم واحد ، أوجد السرعة بعد التصادم .

نعتبر الاتجاه الموجب هو اتجاه حركة الجسم الثاني

∴ مجموع كميتي الحركة قبل التصادم = مجموعهما بعد التصادم

$$\therefore 0.2 \times (-4) + 0.8 \times 0 = 0.2 \times 0.8 + 0.8 \times ع \quad \therefore ع = 2.4 \text{ م / ث في اتجاه الجسم الثاني}$$

(١٠) تتحرك كرتان ملساوان كتلتاهما ك ٢٠ ك على نضد أفقي أملس في خط مستقيم واحد وفي نفس الاتجاه . بحيث كانت الكرة الصفري في الأمام وسرعتها ١٠ متر / ث . والكرة الكبرى في الخلف وسرعتها ١٢ متر / ث . وبعد التصادم تحركت الكرة الصفري في نفس اتجاه حركتها السابقة بسرعة ١٢ متر / ث . فما هي سرعة الكرة الكبرى بعد التصادم .

الحل

∴ مجموع كميتي الحركة قبل التصادم = مجموعهما بعد التصادم

$$\therefore 0.2 \times 10 + 0.8 \times 12 = 0.2 \times ك + 0.8 \times ع \quad \text{بالقسمة } \div ك$$

$$\therefore 2 + 9.6 = 0.2 ك + 9.6 \quad \therefore ع = 11 \text{ م / ث في نفس الاتجاه}$$

(١١) قُذبت كرتان ملساوان متساويتا الكتلة على نضد أفقي أملس . بحيث تحركتا على خط مستقيم واحد ، الأولى بسرعة ٣٠ سم / ث ، والثانية بسرعة ٢٠ سم / ث في اتجاه مضاد للأولى ، فإذا ارتدت الكرة الثانية بعد التصادم بسرعة ١٠ سم / ث ، أوجد سرعة الكرة الأولى بعد التصادم .

الحل

$$ع = 30 \text{ سم / ث} , ع = 20 \text{ سم / ث} , ع = 10 \text{ سم / ث}$$

∴ مجموع كميتي الحركة قبل التصادم = مجموعهما بعد التصادم

$$\therefore 0.2 \times 30 + 0.2 \times (-20) = 0.2 \times ك + 0.2 \times 10$$

$$\therefore 10 = 0.2 ك + 2 \quad \therefore ع = 0 \quad \text{أي أن الكرة الأولى تسكن بعد التصادم}$$

(١٢) قُذبت كرتان ملساوان على نضد أفقي أملس بحيث تحركتا على خط مستقيم واحد وفي نفس الاتجاه . فإذا كانت كتلة الكرة الأمامية تساوي ٥٠٠ جم ، ومقدار سرعتها ٢٠ سم / ث ، وكتلة الكرة الخلفية ٢٠٠ جم ومقدار سرعتها ٥٠ سم / ث ، أوجد سرعة الكرتين بعد التصادم علما بأنهما التحمنا في جسم واحد .

الحل

$$ع = 10 + 10 = 20 \text{ سم / ث} , ع = 200 + 70 = 270 \text{ سم / ث}$$

(١٣) تتحرك كرتان ملساوان كتلة كل منهما ٤٠٠ جم في خط مستقيم واحد على نضد أفقي أملس بسرعة ٤ متر / ث في نفس الاتجاه وبينهما مسافة ما . وضع حاجز على النضد بحيث يقطع مسار الكرتين على التعماد فاصطدمت به الكرة الأمامية وارتدت لتصلطم الكرة الخلفية ثم ارتدت مرة ثانية بسرعة ٢ متر / ث . عين سرعة الكرة الخلفية بعد التصادم علما بأن الحاجز قد أثر على الكرة الأولى بنفع مقداره ٢.٨ نيوتن . ث .

الحل

ننخذ $\vec{u}$ متجه وحدة في اتجاه مضاد لحركة الكرتين في البداية

تصادم الكرة الأمامية بالحاجز :

$$د = ك (ع - ع) \quad \therefore 0.4 = 2.8 (ع - (-4)) \quad \therefore ع = 3 \text{ م / ث}$$

أي أن الكرة الأمامية ترتد بعد التصادم بالحاجز بسرعة ٣ متر / ث في الاتجاه المضاد

تصادم الكرتين :

$$\vec{v}_1 = \vec{v}$$

$$3 \times 0.4 + (2 - \vec{v}) \times 0.4 = 2 \times 0.4 + \vec{v} \times 0.4$$

أي أن الكرة الخلفية ترتد بسرعة ١ م / ث

- (١٤) كرة كتلتها $\frac{1}{4}$ كجم سقطت من ارتفاع ٣,٦ متر على أرض أفقية فارتدت وبلغت ارتفاعاً مقداره ١,٦ متر .
أوجد متوسط القوة بين الكرة والأرض إذا تلامستا مدة ٠,٠١ ثانية .

الحل

نختار $\vec{v}$ متجه وحدة رأسي لأعلى

$$\text{سرعة الكرة } \vec{v} \text{ قبل التصادم : } \vec{v} = 3.6 \times 9.8 \times 2 + 0 = 71.8 \text{ م / ث}$$

$$\text{سرعة الكرة } \vec{v} \text{ بعد التصادم : } \vec{v} = 1.6 \times 9.8 \times 2 - 0 = 31.36 \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{ق} \times \text{ن} = \text{ك} (\vec{v} - \vec{v}) \quad \therefore \text{ق} \times \frac{1}{4} = 0.01 \times \left[\frac{71.8}{\text{م}} - \frac{31.36}{\text{م}} \right]$$

$$\therefore \text{ق} = 700 \text{ نيوتن} = 71.8 \text{ م / ث}$$

- (١٥) أطلقت رصاصة كتلتها ١٥ جم بسرعة مقدارها ١٤٥٠,٨ متر / دقيقة على هدف ساكن كتلته ٢ كجم فالتصقت به وتحرك الجسمان بعد التصادم كجسم واحد . برهن على أن سرعة هذا الجسم عقب الإصابة مقدارها ١٨ م / ث . وإذا لاقى هذا الجسم مقاومة ثابتة أثناء حركته وسكن بعد أن قطع مسافة ٨١ سم . أوجد هذه المقاومة .

الحل

$$\text{سرعة الرصاصة قبل التصادم} = 1450.8 \times \frac{1}{60} = 24.18 \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{مجموع كميتي الحركة قبل التصادم} = \text{مجموعهما بعد التصادم}$$

$$15 \times 24.18 + 2000 \times 0 = 2000 \times \text{صفر} + 2 \times \vec{v} \quad \therefore \vec{v} = 18 \text{ م / ث}$$

$$\text{معادلة الحركة : } -m = m \times \text{ك} \quad (1)$$

$$\therefore \vec{v} = \vec{v} \quad \therefore 2 + \text{ك} = 0 \quad \therefore (18) = 2 + \text{ك} \quad \therefore \text{ك} = -2 \text{ م / ث}$$

- (١٦) كرة كتلتها $\frac{1}{4}$ كجم تتحرك في خط مستقيم بسرعة مقدارها ٤٤ م / ث فإذا اصطدمت بكرة أخرى ساكنة على اللضد وكتلتها $\frac{1}{4}$ كجم وتحركتا معاً كجسم واحد أوجد السرعة المشتركة لهما بعد التصادم مباشرة .
وإذا فرض أن الجسم يتحرك بعد التصادم ضد مقاومة ثابتة فوقف بعد قطع مسافة قدرها ١١ سم . أوجد المقاومة .

الحل

$$\therefore \text{مجموع كميتي الحركة قبل التصادم} = \text{مجموعهما بعد التصادم}$$

$$\therefore 0 + 44 \times 0.25 = 0.25 \times (0.25 + 44) \quad \therefore \vec{v} = 44 \text{ م / ث}$$

$$\text{معادلة حركة الجسم بعد التصادم : } -m = m \times \text{ك} \quad (1)$$

$$\therefore \vec{v} = \vec{v} \quad \therefore 2 + \text{ك} = 0 \quad \therefore (11) = 2 + \text{ك} \quad \therefore \text{ك} = -5.5 \text{ م / ث}$$

$$\text{ومن (1) : } -m = m \times (5.5) \quad \therefore m = 11000 \text{ داین}$$

- (١٧) تتحرك كرة كتلتها ١٢٠ جم بسرعة منتظمة ٤٠ م / ث وبعد مرورها بموضع معين وبزمن قدره دقيقة واحدة تحركت من نفس الموضع كرة أخرى كتلتها ٨٠ جم بسرعة ابتدائية ٦٠ م / ث وبجعلتها تزايدية ٤ م / ث^٢ في نفس اتجاه حركة

الكرة الأولى فبذا تصادمت الكرتان وتحركتا معاً كجسم واحد ، أحسب السرعة المشتركة لهما بعد التصادم مباشرة .
وإذا تحرك الجسم بعد التصادم تحت تأثير مقاومة ثابتة تساوي ٣٨٤٠ داین . أحسب متى يسكن الجسم .

الحل

الكرة ١٢٠ جم تتحرك في مدة دقيقة مسافة ف = ٤٠ × ٦٠ = ٢٤٠٠ سم (منتظمة)

نفرض أن الزمن الذي بعده تصطدم الكرتان من لحظة تحرك الكرة الثانية هو ن ثانية
وتكون الكرة ١٢٠ جم قطعت مسافة ف سم

∴ المسافة التي قطعها الكرة ٨٠ جم = (ف + ٢٤٠٠) سم

حركة الكرة الأولى : ف = ٤٠ ن (١)

حركة الكرة الثانية : ∴ ف = ع. ن + ١/٢ ن^٢ ∴ (ف + ٢٤٠٠) = ٦٠ ن + ١/٢ ن^٢

∴ ف + ٢٤٠٠ = ٦٠ ن + ١/٢ ن^٢ (٢)

من (١) ، (٢) بالطرح ∴ ٢٤٠٠ = ٦٠ ن + ١/٢ ن^٢ ∴ ن = ٣٠ ث ، أ - ٤٠ مرفوض

سرعة الكرة الثانية قبل التصادم : ع = ٦٠ + ٤ × ٣٠ = ١٨٠ سم / ث

∴ مجموع كميتي الحركة قبل التصادم = مجموعهما بعد التصادم

∴ ١٢٠ × ٤٠ + ٨٠ × (١٢٠ + ٨٠) = ع × ٢٠٠ ∴ ع = ٩٦ سم / ث

معادلة حركة الجسم بعد التصادم : م - ك ج

∴ ٣٨٤٠ = ٢٠٠ ج ∴ ج = ١٩.٢ سم / ث

∴ ع = ع + ج = ٠ ∴ ٩٦ - ١٩.٢ = ٠ ∴ ن = ٥ ث

(١٨) أ ب ج هو خط أكبر ميل في مستوى أملس يميل على الأفقي بزاوية قياسها ٣٠° حيث أ ج = ١٩.٦ متر وكانت أ هي النقطة العليا ، ب هي منتصف أ ج . وضعت كرة كتلتها ٣ جم عند أ فتحررت على أ ج واصطدمت عند ب بكرة أخرى ساكنة كتلتها ١ جم فإذا كوت الكرتان بعد التصادم جسماً واحداً ، أوجد الزمن الذي يمضي بعد التصادم حتى يصل الجسم إلى ج .

الحل

∴ المستوى أملس ∴ الكرة عند أ تتحرك لأسفل بعجلة د ج ا ∴ ج = ٩٨٠ × ١/٢ = ٤٩٠ سم / ث

الفترة أ ب : ع ∴ ع = ٩٨٠ × ٢ + ٠ = ٩٨٠ سم / ث

∴ مجموع كميتي الحركة قبل التصادم = مجموعهما بعد التصادم

∴ ٩٨٠ × ١ + ٠ = ع × ٣ ∴ ع = ٧٣٥ سم / ث

حركة الجسم بعد التصادم : (ب ج) ∴ ج = ٧٣٥ = ١٩.٢ ن

∴ ٧٣٥ = ١٩.٢ ن + ١/٢ ن^٢ ∴ ن^٢ + ٣ ن - ٤ = ٠ ∴ ن = ١ ث ، أ - ٤ مرفوض

(١٩) سقطت كرة من المطاط كتلتها كيلو جرام واحد من ارتفاع ٤.٩ متر على سطح أرض أفقية صلبة فأرندت إلى أقصى ارتفاع لها وهو ٢.٥ متر ، أحسب مقدار التغير في كمية حركة الكرة نتيجة اصطدامها بالأرض ، ثم أوجد مقدار رد فعل الأرض على الكرة بالنيوتن إذا كان زمن تلاص الكرة بالأرض ٠.١ ثانية .

الحل

نتخذ $\vec{y}$ متجه وحدة لأعلى

سرعة الكرة قبل التصادم : $\vec{v} = 0 + 2 \times 9,8 \times 1,9$ $\therefore \vec{v} = 37,24 \text{ م/ث}$ $\therefore \vec{v} = 37,24 \text{ م/ث}$

سرعة الكرة بعد التصادم : $\vec{v} = 0 - 2 \times 9,8 \times 1,9$ $\therefore \vec{v} = -37,24 \text{ م/ث}$ $\therefore \vec{v} = -37,24 \text{ م/ث}$

مقدار التغير في كمية الحركة = ك ($\vec{v} - \vec{v}$) = $1 \times (37,24 + 37,24) = 74,48 \text{ كجم. م/ث}$

$\therefore \vec{v} \times \vec{n} = 16,8$ $\therefore \vec{v} \times \vec{n} = 0,1 \times 16,8$ $\therefore \vec{v} \times \vec{n} = 1,68 \text{ نيوتن}$ (يصحح الجواب بالكتاب)

(١) يتحرك جسم في خط مستقيم من النقطة أ = (٢ - ، ١ -) إلى النقطة ب = (٣ - ، ١ -) تحت تأثير قوة $\vec{Q}$ حيث $\vec{Q} = -\vec{S} - \vec{S}_1$ ، والتحليل منسوب إلى اتجاهين متعامدين $\vec{S}$ و $\vec{S}_1$ ، $\vec{S}$ متجهها وحدة في هذين الاتجاهين. أحسب الشغل المبذول بواسطة هذه القوة .

الحل

$$\begin{aligned} \vec{A} \vec{B} = \vec{B} - \vec{A} &= (3 - , 1 -) - (2 - , 1 -) = \vec{S} - \vec{S}_1 \\ \vec{S} = \vec{Q} \odot \vec{A} \vec{B} &= (\vec{S} - \vec{S}_1) \odot (\vec{S} - \vec{S}_1) \\ 1,5 - &= \frac{3}{4} - = (1 -) \times (\frac{1}{4} -) + 2 \times 1 - = \end{aligned}$$

(٢) أثرت القوة $\vec{Q} = -\vec{S} - \vec{S}_1$ على جسم فحركته من نقطة الأصل و = (٠ ، ٠) إلى النقطة أ = (٠ ، ٢) على خط مستقيم ، ثم إلى النقطة ب = (٢ ، ٧) على خط مستقيم أيضاً ، أحسب الشغل المبذول بواسطة هذه القوة خلال كل من الإزاحتين ، ثم أثبت أن مجموع الشغلين يساوي الشغل المبذول على الإزاحة المحصلة .

الحل

$$\begin{aligned} \vec{S} = \vec{Q} \odot \vec{A} \vec{B} &= (\vec{S} - \vec{S}_1) \odot (\vec{S} - \vec{S}_1) \\ 8 - &= 0 \times 0 + 2 \times 2 - = \\ \vec{A} \vec{B} = \vec{B} - \vec{A} &= (2 , 7) - (0 , 2) = \vec{S} + \vec{S}_1 \\ \vec{S} = \vec{Q} \odot \vec{A} \vec{B} &= (\vec{S} - \vec{S}_1) \odot (\vec{S} + \vec{S}_1) \\ 20 - &= 2 \times 0 + 5 \times 2 - = \\ \vec{S} + \vec{S}_1 &= \vec{S} - \vec{S}_1 = 20 - 8 - = 12 - = \vec{S} + \vec{S}_1 \\ \text{الإزاحة المحصلة} &= \vec{A} \vec{B} = \vec{S} + \vec{S}_1 \\ \vec{S} = \vec{Q} \odot \vec{A} \vec{B} &= (\vec{S} - \vec{S}_1) \odot (\vec{S} + \vec{S}_1) \\ 28 - &= 2 \times 0 + 7 \times 2 - = \\ \text{من (١) ، (٢) ،} &\vec{S} = \vec{S} + \vec{S}_1 \end{aligned}$$

(٣) شددت عربة ترام بحبل أفقي يميل على خط الترام بزاوية قياسها ٦٠° فتَحَرَّكَت مسافة ١٥ متراً ، إذا كان الشد في الحبل يساوي ١٥٠ ث . كجم ، أوجد الشغل الذي بذلته قوة الشد بالإرج .

الحل

$$\begin{aligned} \vec{S} = \vec{Q} \odot \vec{A} \vec{B} &= \vec{Q} \odot \vec{A} \vec{B} \\ \vec{S} &= 11 \times (10)^{\frac{1}{2}} \text{ ارج} \end{aligned}$$

(٤) تحرك رجل صاعداً طريقاً مستقيماً يميل على الأفقي بزاوية قياسها ٣٠° لمسافة ٣٠٠ متر ثم عاد أدرجه إلى نقطة البداية . أحسب الشغل المبذول الذي بذلته قوة الوزن خلال الرحلة الكلية ، وإذا كانت قوة المقاومة لحركة الرجل تساوي ٢ ث كجم طوال حركته ، عين الشغل الذي بذلته هذه القوة خلال الرحلة الكلية .

الحل

$$\vec{S} = \vec{Q} \odot \vec{A} \vec{B}$$

$$\vec{S} = \vec{Q} \odot \vec{A} \vec{B} = \vec{S} \odot \vec{S} = 0$$

، شغل المقاومة أثناء الصعود $= 2 \times 300 = 600$ ث كجم . متر

، شغل المقاومة أثناء الهبوط $= 600$ ث كجم . متر

، شغل المقاومة أثناء الرحلة $= 1200$ ث كجم . متر

(تصحح إشارة الجواب بالكتاب لأن شغل المقاومة دائماً سالب)

(٥) أثرت قوة $\vec{Q} = 2\vec{s} + 3\vec{v}$ على جسيم فكان متجه موضع الجسيم عند لحظة زمنية تتعين من العلاقة :

$$\vec{r} = (2 + \vec{n})\vec{s} + (1 + \vec{n})\vec{v} \quad \text{حيث } \vec{s} \text{ ، } \vec{v} \text{ متجهي الوحدة الأساسيين ، معيار } \vec{Q} \text{ بالنيوتن}$$

ووحدة المسافة بالمتر ، أحسب الشغل المبذول من القوة من $n = 1$ إلى $n = 5$.

الحل

$$\therefore \vec{F} = \vec{r} - \vec{r}_0 = (2 + \vec{n})\vec{s} + (1 + \vec{n})\vec{v} - (\vec{s} + \vec{v}) = (1 + \vec{n})\vec{s} + \vec{v}$$

$$\therefore \vec{F} = \vec{v} + \vec{n}\vec{s}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2 = (\vec{s} + 5\vec{v}) - (\vec{s} + \vec{v}) = 4\vec{v}$$

$$\therefore \text{ش} = \vec{Q} \odot \vec{F} = \text{ش} = 2(\vec{s} + \vec{v}) \odot (4\vec{v}) = 8\text{ جول}$$

(٦) تحرك جسيم صاعداً على خط أكبر ميل لمستوى يميل على الأفقى بزاوية قياسها 30° لمسافة 400 سم تحت تأثير قوة مقدارها

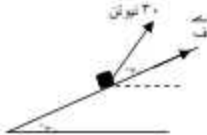
40 نيوتن تقع في المستوى الرأسى المار بخط أكبر ميل وتميل على الأفقى بزاوية قياسها 60° . أحسب الشغل المبذول .

الحل

، القوة تصنع زاوية 60° مع الأفقى

، تصنع مع المستوى (اتجاه الإزاحة) 30°

$$\therefore \text{ش} = |\vec{Q}| |\vec{F}| \cos 30^\circ = 40 \times 4 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 138.56 \text{ جول}$$



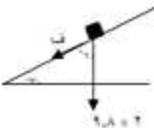
(٧) جسم كتلته 2 كجم موضوع على مستوى مائل أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها 30° ، أوجد مقدراً بالجول الشغل الذى تبذله

قوة الوزن عندما يتحرك الجسم مسافة 5 أمتار على خط أكبر ميل لأسفل .

الحل

$$\text{ش} = |\vec{W}| |\vec{F}| \cos 60^\circ$$

$$= 2 \times 9.8 \times 5 \times \frac{1}{2} = 49 \text{ جول}$$



• استخدم القياسات الجبرية في حل التمارين الآتية :

(٨) يتحرك جسيم في خط مستقيم تحت تأثير قوة مقدارها 400 داین وتعمل في اتجاه الحركة ، أحسب الشغل المبذول بواسطة هذه

القوة خلال إزاحة مقدارها 300 سم .

الحل

$$\therefore \text{ش} = \vec{F} \odot \vec{Q} = 400 \times 300 = 120000 \text{ جول}$$

(٩) أوجد الشغل الذى تبذله قوة الوزن عند رفع جسم كتلته 4 طن رأسياً لمسافة 12 متراً .

الحل

اتجاه قوة الوزن لأسفل ، اتجاه الإزاحة لأعلى

$$\text{ش} = -W \times x = -4000 \times 12 = -48000 \text{ جول} = -48 \text{ كجم . متر}$$

(١٠) أوجد الشغل المبذول في تحريك كتلة مقدارها ١٠٠ جرام مسافة ١٥٠ سم بعجلة مقدارها ٥ سم / ث^٢

الحل

$$\therefore ق = ك ج \quad \therefore ق = ٥ \times ١٠٠ = ٥٠٠ \text{ داین} \quad \therefore ش = ق \times ف = ١٥٠ \times ٥٠٠ = ٧٥٠٠٠ \text{ أرج}$$

(١١) سيارة كتلتها ٦ طن تصعد منحدرًا يعمل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{10}$ ضد مقاومات تعادل ١٠ ث كجم لكل طن من كتلة

السيارة فاككتبت سرعة مقدارها ٦٣ كم / ساعة في $\frac{1}{4}$ - ١٢ ثانية ، أحسب الشغل المبذول من هذه القوة .

أولاً : من قوة محرك السيارة .

ثانياً : من قوى المقاومات .

ثالثاً : من وزن السيارة .

الحل

$$\therefore ع = ع + ج \quad \therefore ١٢,٥ \times ٦ + ٠ = \frac{٥}{١٨} \times ٦٣ \quad \therefore ج = ١,٤ \text{ م / ث}$$

$$ف = ٠ + ١,٤ \times \frac{1}{4} = ٠,٣٥ \text{ متر}$$

معادلة الحركة : ق - م - ك د ج هـ

$$\therefore م = ٠,٠١ \times ٩,٨ \times ٦ \times ١٠ = ٥٨٨ \text{ نيوتن}$$

$$ك د ج هـ = ٠,٠١ \times ٩,٨ \times ١٠٠٠ \times ٦ = ٥٨٨ \text{ نيوتن}$$

ومن معادلة الحركة :

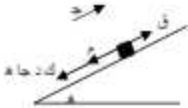
$$\therefore ق - ٥٨٨ - ٥٨٨ = ١,٤ \times ١٠٠٠ \times ٦ = ٩٥٧٦ \text{ نيوتن}$$

$$\text{أولاً : ش} = ق \times ف = ١٠٩,٣٧٥ \times ٩٥٧٦ = ١٠٦٨٧٥ \text{ ث كجم . متر}$$

$$\text{ثانياً : ش} = - م \times ف = - ١٠٩,٣٧٥ \times ٥٨٨ = - ٦٥٦٢,٥ \text{ ث كجم . متر}$$

$$\text{ثالثاً : ش} = - ك د ج هـ \times ف = - ١٠٩,٣٧٥ \times ٥٨٨ = - ٦٥٦٢,٥ \text{ ث كجم . متر}$$

$$\text{رابعاً : ش} = - ش = ٦٥٦٢,٥ \text{ ث كجم . متر}$$



(١٢) وضع جسم عند قمة مستوى مائل حُشن ارتفاعه متر فأنزل في ووصل إلى قاعدة المستوى بسرعة ١٨٠ متر / دقيقة فإذا كانت

كتلته ١٠٠ جم فاحسب الشغل المبذول ضد الاحتكاك .

الحل

نفرض طول المستوى المائل = ف متر

نفرض مقاومة الاحتكاك = م نيوتن

$$\therefore ع = ع + ج \quad \therefore ٢ + ٠ = ١,٨٠$$

$$\therefore ١,٨٠ = ٢ + ٠ \quad \therefore ج = \frac{٩}{٢} \text{ م / ث}$$

معادلة الحركة : ك د ج هـ - م = ك ج

$$\therefore م = ٠,١ \times ٩,٨ \times ٠,١ - \frac{٩}{٢} \times ٠,١ = ٠,٥٣ \text{ نيوتن}$$

$$\therefore ش = م \times ف = ٠,٥٣ \times ١ = ٠,٥٣ \text{ جول}$$



(١٣) تحرك جسم كتلته ١٤ كيلو جرام من حالة السكون على طريق أفقى تحت تأثير قوة ق مقدارها ٢ ث كجم وتميل على

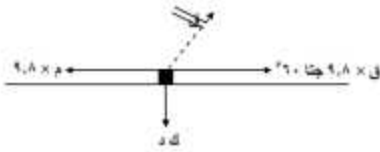
الأفقى بزاوية قياسها ٦٠° لأعلى ضد مقاومات مقدارها ٠,٩٥ ث كجم . أوجد بالجول الشغل المبذول خلال الدقيقة الأولى

بواسطة كل من : أولاً : وزن الجسم

ثانياً : القوة ق

ثالثاً : المقاومة

الحل



معادلة الحركة : ق - م = ك ج

$$\therefore 14 = 9.8 \times 0.95 - \frac{1}{4} \times 9.8 \times 2 \quad \text{ج}$$

$$\therefore \text{ج} = 0.035 \text{ م/ث}^2$$

$$\therefore \text{ف} = \text{ع} \cdot \text{ن} + \frac{1}{4} \quad \text{ج}^2$$

$$\therefore \text{ف} = \frac{1}{4} + 0.035 \times \frac{1}{4} \times (60)^2 = 63 \text{ متر}$$

أولاً : ش = ٠ ، لأن الوزن عمودي على اتجاه الحركة فلا تأثير له على الحركة

$$\text{ثانياً : ش} = \text{ق} \times \text{ف} = 9.8 \times 2 = 19.6 \text{ جول}$$

$$\text{ثالثاً : ش} = \text{م} \times \text{ا} = 9.8 \times 0.95 = 9.31 \text{ جول}$$

النتهي التمرين

تمرين (٤ - ٢) صفحة ٢٥٨

(١) يتحرك جسم كتلته الوحدة وكان متجه إزاحته $\vec{f}$ كدالة في الزمن هو $\vec{f} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$ حيث $\vec{a} = 3\vec{i} - 2\vec{j}$ و $\vec{b} = 4\vec{i} + 3\vec{j}$ و $\vec{c} = 5\vec{i} - 6\vec{j}$ عندما $t = 3$ ثوان

متجهها وحدة متعامدان وكان الجسم يتحرك تحت تأثير قوة $\vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ و $\vec{a} = 3\vec{i} - 2\vec{j}$ و $\vec{b} = 4\vec{i} + 3\vec{j}$ و $\vec{c} = 5\vec{i} - 6\vec{j}$ عندما $t = 3$ ثوان

الحل

$$\vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j} = (3\vec{i} - 2\vec{j}) + (4\vec{i} + 3\vec{j}) + (5\vec{i} - 6\vec{j}) = 12\vec{i} - 5\vec{j}$$

$$\therefore \frac{\vec{F}}{F} = \frac{3\vec{i} + 4\vec{j}}{5} = (3\vec{i} - 2\vec{j}) + (4\vec{i} + 3\vec{j}) + (5\vec{i} - 6\vec{j}) = 12\vec{i} - 5\vec{j}$$

(٢) أوجد بالكيلو وات وبالحصان قدرة سيارة كتلتها ٢ طن حينما تتحرك بسرعة ٥٠ كم / س على طريق أفقي ، علماً بأن قوة المقاومة تعادل ٠.٠٥ من وزن السيارة .

الحل

$$\therefore \text{السرعة منتظمة} \quad \therefore \text{ق} = \text{م} = 9.8 \times 1000 \times 2 \times 0.05 = 980 \text{ نيوتن}$$

$$\therefore \text{قدرة السيارة} = \text{ق} \times \text{ع} = 980 \times 50 = 49000 \text{ واط} = 66.1 \text{ كيلو وات}$$

$$\text{القدرة بالحصان} = 66.1 \times 746 = 49370 \text{ واط} = 66.1 \text{ حصان}$$

(٣) يتحرك قطار كتلته ٢٥٠ طناً على شريط أفقي بسرعة منتظمة ٣٠ كم / س أوجد قدرة آلة القطار علماً بأن مقاومة الطريق تساوي ٩ ث . كجم لكل طن من كتلته .

الحل

$$\therefore \text{السرعة منتظمة} \quad \therefore \text{ق} = \text{م} = 250 \times 9 = 2250 \text{ ث كجم}$$

$$\text{القدرة} = \text{ق} \times \text{ع} = 2250 \times 30 = 67500 \text{ واط} = 90.7 \text{ حصان}$$

(٤) يتحرك قطار كتلته ٢٠٠ طن وقدرته ٣٠٠ حصان على شريط أفقي . أوجد أقصى سرعة للقطار علماً بأن مقدار المقاومة يساوي ٠.٠١٥ من وزله .

الحل

$$\therefore \text{عند أقصى سرعة تكون السرعة منتظمة} \quad \therefore \text{ق} = \text{م} = 200 \times 0.015 \times 9.8 = 294 \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق} \times \text{ع} \quad \therefore 75 \times 300 = 200 \times 0.15 \times 1000 \times \text{ع}$$

$$\therefore \text{ع} = 7.5 \text{ م / ث} = 5/18 \times 7.5 = 27 \text{ كم / س}$$

(٥) تتحرك شاحنة كتلتها ٤ طن وقدره محركها ٢٠ حصلاً أعلى طريق منحدر يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{4}$. ما هي أقصى سرعة لها على هذا الطريق علماً بأن مقدار مقاومة الطريق للحركة هو ٢٥ ث. كجم عن كل طن من وزن الشاحنة .

الحل



عند أقصى سرعة تكون السرعة منتظمة

$$\therefore \text{ق} = \text{م} + \text{و ج ا} = 20 \times 25 + 4 \times 1000 \times \frac{1}{4} = 300 \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق} \times \text{ع} \quad \therefore 300 = 75 \times 20 \times \text{ع} \quad \therefore \text{ع} = 5 \text{ م / ث} = 18 \text{ كم / س}$$

(٦) يتحرك قطار كتلته ٢٠٠ طن على طريق أفقى بالقصى سرعة ومقدارها ٩٠ كم / س وكانت قوة المقاومة لحركته ١٠ ث كجم لكل طن من كتلته . بدأ هذا القطار فى صعود طريق يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{10}$. أوجد أقصى سرعة للقطار على الطريق المائل – علماً بأن قوة المقاومة لم تتغير .

الحل

الحركة على الطريق الأفقى :

$$\therefore \text{السرعة منتظمة (أقصى سرعة)} \quad \therefore \text{ق} = \text{م}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق} \times \text{ع} = 10 \times 200 \times 90 \times \frac{1}{5} = 50000 \text{ ث كجم . متر / ث}$$

الحركة على المستوى المائل :

$$\text{عند أقصى سرعة يكون } \text{ق}' = \text{م} + \text{و ج ا}$$

$$\therefore \text{ق}' = 200 \times 10 + 200 \times 1000 \times \frac{1}{10} = 22000 \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق}' \times \text{ع} \quad \therefore 50000 = 22000 \times \text{ع}' \quad \therefore \text{ع}' = \frac{50}{22} \text{ م / ث} = 8.18 \text{ كم / س}$$

(٧) إذا كانت السرعة القصوى لدراجة على طريق أفقى هي ٢٤ كم / س ، فما هي المقاومة التى تلاقىها ، علماً بأن قدرة راكب الدراجة هي $\frac{1}{5}$ حصان . وإذا كانت كتلة الرجل ودراجته ٧٢ كجم ، فما هي أقصى سرعة يمكن أن تصعد بها الدراجة طريقاً منحدرًا يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{16}$ إذا لم تتغير مقاومة الطريق للحركة .

الحل

الحركة على الطريق الأفقى :

$$\therefore \text{الدراجة تسير بالقصى سرعة (سرعة منتظمة)} \quad \therefore \text{ق} = \text{م}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق} \times \text{ع} \quad \therefore \frac{1}{5} \times 75 = 75 \times \text{ق} \times \frac{1}{16} \quad \therefore \text{ق} = 2.25 \text{ م / ث كجم}$$

الحركة على المستوى المائل :

$$\text{عند أقصى سرعة يكون } \text{ق}' = \text{م} + \text{و ج ا} = 72 \times 2.25 + 72 \times \frac{1}{16} = 6.75 \text{ م / ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق}' \times \text{ع} \quad \therefore 6.75 = 75 \times 5/16 \times \text{ع} \quad \therefore \text{ع} = \frac{72}{9} \times \frac{5}{16} = 8 \text{ كم / س}$$

(٨) تجر قاطرة قدرة الاتها ٤٠٠ حصان قطاراً بسرعة ٧٢ كم / س على أرض أفقية . أحسب المقاومة لحركة القطار إذا كانت كتلة القطار والقاطرة معاً ٢٠٠ طن . أوجد أقصى سرعة يصعد بها القطار طريقاً منحدرًا يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{40}$ على فرض أن مقاومة الطريق للحركة لم تتغير .

الحل

الحركة على الطريق الأفقي :

∴ السرعة منتظمة ∴ ق = م ∴ ∴ القدرة = ق × ع ∴ ∴ ١٨/٥ × ٧٢ × ق = ٧٥ × ٤٠٠ ∴ ∴ ق = م = ١٥٠٠ ث كجم

الحركة على المستوى المائل :

عند أقصى سرعة يكون ق' = م + و جا هـ

$$\therefore \text{ق}' = ١٥٠٠ + ٢٠٠ \times ١ \times ١٠٠٠ \times ٢٠٠ = ٢٥٠٠ \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق} \times \text{ع} \therefore ٢٥٠٠ = ٧٥ \times ٤٠٠ \therefore \text{ع} = ١٢ \text{ م / ث} = ١٢ \times \frac{١}{٥} = ٢,٤ \text{ كم / س}$$

(٩) تطوير طائرة قدرة محركها ٦٠٠ حصان تحت تأثير مقاومة تتناسب مع مربع سرعتها ، فإذا كانت أقصى سرعة للطائرة هي

٣٠٠ كم / س ، فما هو مقدار المقاومة عند سرعة ٢٠٠ كم / س ؟

الحل

عند أقصى سرعة : ق = م ∴ ∴ القدرة = ق × ع ∴ ∴ ١٨/٥ × ٣٠٠ × ق = ٧٥ × ٦٠٠ ∴ ∴ ق = م = ٥٤٠ ث كجم

$$\therefore \text{م} \propto \text{ع} \therefore \frac{\text{ع}}{\text{ع}} = \frac{\text{م}}{\text{م}} \therefore \frac{١,٤}{٢,٤} = \frac{٥٤٠}{\text{م}} \therefore \frac{(٣٠٠)}{(٢٠٠)} = \frac{٥٤٠}{\text{م}} \therefore \text{م} = ٢٤٠ \text{ ث كجم}$$

(١٠) هبطت شاحنة كتلتها ٢ طن على طريق منحدر يميل على الأفقي بزاوية جيبها $\frac{١}{٢}$ من موقع أ إلى موقع ب بأقصى سرعة وقدرها ٤٥ كم / س . أحسب قدرة محرك السيارة إذا علمت أن مقاومة الطريق لحركتها تقدر بنسبة ١٣ % من وزن السيارة ، حملت السيارة عند وصولها إلى الموقع ب بشحنة كتلتها $\frac{١}{٢}$ طن ثم تحركت صاعدة الطريق إلى الموقع أ بأقصى سرعة ، أوجد هذه السرعة إذا ظلت المقاومة على نفس نسبتها من الوزن .

الحل

$$\text{ق} = \text{م} - \text{و جا هـ} = ٠,١٣ - ٠,٣ = ٠,٣ \text{ و } ٢٠٠٠ \times ٠,٣ = ٦٠ \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = ٦٠ \times ٤٥ \times ١٨/٥ = ٧٥٠ \text{ ث كجم} \cdot \text{متر / ث} = ١٠ \text{ حصان}$$

الحركة أثناء الصعود : ق' = م + و جا هـ

$$= ٢٥٠٠ \times ٠,١ + ٢٥٠٠ \times ٠,٣ = ٥٧٥ \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق}' \times \text{ع} \therefore ٧٥٠ = ٥٧٥ \times \text{ع}'$$

$$\therefore \text{ع}' = ٧٥٠ = ٥٧٥ \text{ م / ث} = ٥/١٨ = ٤,٧ \text{ كم / س}$$

(١١) محرك طائرة صغيرة يشتغل بمعدل ٢٥٠٠٠ ث كجم . متر / ث حينما تسير الطائرة بسرعة ٩٠ كم / ساعة فإذا كانت

مقاومات الحركة للطائرة تتناسب مع مربع سرعتها ، فأوجد القدرة المبذولة عندما تسير الطائرة بسرعة ١٣٥ كم / ساعة في نفس الظروف .

الحل

(لاحظ أن معدل الشغل = القدرة = ٢٥٠٠٠)

∴ السرعة منتظمة ∴ ق = م ∴ ∴ القدرة = ق × ع

$$\therefore ٢٥٠٠٠ = \text{ق} \times ٩٠ \times ١٨/٥ \therefore \text{ق} = \text{م} = ١٠٠٠ \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{م} \propto \text{ع} \therefore \frac{\text{ع}}{\text{ع}} = \frac{\text{م}}{\text{م}} \therefore \frac{١,٤}{٢,٤} = \frac{١٠٠٠}{\text{م}} \therefore \frac{(٩٠)}{(١٣٥)} = \frac{١٠٠٠}{\text{م}} \therefore \text{م} = ٢٢٥٠ \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ق}' \times \text{ع}' = ٢٢٥٠ \times ١٣٥ \times ١٨/٥ = ٨٤٣٧٥ \text{ ث كجم} \cdot \text{متر} = ٨٤٣٧٥ = ٧٥ \times ١١٢٥ \text{ حصان}$$

(١٢) سيارة كتلتها ٦ أطنان تصعد على مستوى يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{10}$ فإذا كانت مقاومة الهواء والاحتكاك تعادل ١٥ ث. كجم لكل طن من الكتلة وكانت أقصى سرعة تتحرك بها السيارة عندئذ هي ٢٧ كم / ساعة . أحسب قدرة السيارة بالحصان - أحسب أيضاً أقصى سرعة تتحرك بها السيارة وهي هابطة على المستوى بفرض أن كل من قدرة السيارة وكذا مقاومة الهواء والاحتكاك لم تتغير .

الحل

فى حالة الصعود : ق = م + و جا هـ = $\frac{1}{10} \times 6000 + 6 \times 15 = 1125$ ث كجم

∴ القدرة = $18/5 \times 27 \times 150 = 1125$ ث كجم . متر = $75 + 1125 = 1200$ ث كجم

فى حالة الهبوط : ق' = و جا هـ - م = $\frac{1}{10} \times 6000 - 6 \times 15 = 30$ ث كجم

أى أن ق' = ٣٠ ث كجم لأعلى

∴ القدرة = ق' × ع' ∴ $1125 = 30 \times ع'$ ∴ ع' = $30 \div 1125 = 37,5$ م / ث = ١٣٥ كم / س

(١٣) تسير سيارة كتلتها ٢,٧ طن على طريق أفقى بالقصى سرعة لها ١٠٠ كم / ساعة وعندما وصلت إلى طريق يميل على الأفقى بزاوية جيب قياسها $\frac{1}{10}$ أوقف السائق المحرك فتحركت إلى أسفل المنحدر بنفس السرعة ، فإذا كانت المقاومة ثابتة ، فاوجد قدرة المحرك بالحصان .

الحل

عند أقصى سرعة : ق = م ∴ القدرة = ق × ع = $\frac{2}{18} \times 100 \times م$ (١)

الحركة على المستوى المائل :

ق' = و جا هـ - م = $2,7 \times 1000 \times 10/1 - 2,7 \times م = (135 - م)$ ث كجم

∴ القدرة = ق' × ع = $\frac{2}{18} \times 100 \times (م - 135)$ (٢)

∴ القدرة ثابتة ∴ (١) = (٢)

∴ $\frac{2}{18} \times 100 \times (م - 135) = 18/5 \times 100 \times م$

∴ م = ١٣٥ م ∴ م = ٢ ∴ م = ١٣٥ ∴ م = ٦٧,٥ ث كجم

بالتعويض فى (١)

∴ القدرة = $18/5 \times 100 \times 67,5 = 1875$ ث كجم . متر / ث

= $1875 \div 75 = 25$ حصان

(يصح الجواب بالكتاب)

تمارين (٤ - ٣) صفحة ٢٦٦

(١) عين طاقة حركة قذيفة كتلتها $\frac{1}{4}$ كجم وتتحرك بسرعة ٣٠٠ متر / ث .

الحل

$$\text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} \text{ك} \cdot \text{ع}^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 300^2 = 11250 \text{ جول}$$

(٢) أوجد طاقة حركة جسم كتلته ٥٠ جم ويتحرك بسرعة ٢٠ متر / ث .

الحل

$$\text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} \times 50 \times 20^2 = 10000 \text{ إرج}$$

(٣) أوجد طاقة حركة جسم كتلته ٢ كجم ويتحرك بسرعة ٢٥ سم / ث .

الحل

$$\text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} \times 2000 \times 25^2 = 625000 \text{ إرج}$$

(٤) أوجد سرعة سيارة كتلتها ١,٥ طن إذا كانت طاقة حركتها تساوي ١٦٨٧٥٠ جول .

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \text{ط} &= \frac{1}{2} \text{ك} \cdot \text{ع}^2 \quad \therefore 168750 = \frac{1}{2} \times 1500 \times 1,5 \times \text{ع}^2 \\ \therefore \text{ع}^2 &= 225 \quad \therefore \text{ع} = 15 \text{ م / ث} = 15 \times \frac{10}{100} = 1,5 \text{ كم / س} \end{aligned}$$

(٥) قارن بين طقتي حركة الرصاصة كتلتها ٥٠ جم وتتحرك بسرعة ٣٠٠ متر / ث وقاطرة كتلتها ٤٨,٦ طن وسرعتها ١ كم / س

الحل

$$\begin{aligned} \text{طاقة حركة الرصاصة} &= \frac{1}{2} \times 50 \times 300^2 = 22500 \text{ جول} \\ \text{طاقة حركة القاطرة} &= \frac{1}{2} \times 48600 \times 1^2 = 24300 \text{ جول} \\ \therefore \text{طاقة حركة الرصاصة أكبر من طاقة حركة القاطرة بمقدار } 3750 \text{ جول} \end{aligned}$$

(٦) يتحرك جسم كتلته ٢٠٠ جرام بسرعة $\vec{ع} = 30 \text{ سم} + 40 \text{ سم}$ حيث $\vec{ص}$ متجهها وحدة متعامدان ومقدار السرعة مقاس بوحدة سم / ث . عين طاقة حركة هذا الجسم .

الحل

$$\begin{aligned} \|\vec{ع}\| &= \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ سم / ث} \\ \therefore \text{طاقة الحركة} &= \frac{1}{2} \times 200 \times 50^2 = 250000 \text{ إرج} \\ \text{حل آخر : طاقة الحركة} &= \frac{1}{2} \times \text{ك} \times \vec{ع} \otimes \vec{ع} \\ &= \frac{1}{2} \times 200 \times (30 \text{ سم} + 40 \text{ سم}) \otimes (30 \text{ سم} + 40 \text{ سم}) \\ &= 100 \times (900 + 1600) = 250000 \text{ إرج} = 250000 \times 10^{-7} \text{ جول} \end{aligned}$$

(٧) انطلقت قذيفة مقدارها ٣ كجم من منفع بسرعة $\vec{ع} = 2000 \text{ سم} + 2000 \text{ سم}$ حيث $\vec{ص}$ متجهها وحدة متعامدان ومقدار السرعة مقاس بوحدة سم / ث . عين طاقة حركة القذيفة لحظة انطلاقها .

الحل

$$\begin{aligned} \vec{ع} &= 2000 \text{ سم} + 2000 \text{ سم} \text{ متر / ث} \quad \therefore \text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} \times 3 \times (2000^2 + 2000^2) \\ \therefore \text{ط} &= 6000000 \text{ جول} = 6 \times 10^6 \text{ جول} \end{aligned}$$

(٨) يتحرك جسم بسرعة $\vec{v} = 500 \text{ م} + 100 \text{ م}$ حيث $\vec{v}$ متجهها وحدة متعامدان ومقدار السرعة مقاس بوحدة سم / ث . عين كتلة هذا الجسم علماً بأن طاقة حركته تساوي ٣.٩ جول .

الحل

$$ع = س + ص \text{ بالمتر / ث}$$

$$\therefore \text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} م ك ع = 3.9 \therefore \frac{1}{2} م (س + ص) \times (س + ص) = 3.9$$

$$\therefore \frac{1}{2} م (1 + 25) = 3.9 \therefore م = 0.3 \text{ كجم} = 300 \text{ جم}$$

(٩) ترك جسم كتلته ٥٠ جم ليسقط من ارتفاع ١٠ أمتار من سطح الأرض . أحسب طاقة حركة هذا الجسم عندما يكون على وشك الارتطام بالأرض .

الحل

$$\therefore ع = ع + \text{د ف} \therefore ع = 0 \therefore 10 \times 9.8 \times 2 + 0 = 196$$

$$\therefore \text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} م ك ع = 196 \times 0.05 \times \frac{1}{2} = 4.9 \text{ جول}$$

(١٠) قذف جسم كتلته $\frac{1}{4}$ كجم رأسيًا لأعلى من نقطة على سطح الأرض بسرعة ١٤.٧ متر / ث .

أحسب طاقة حركة هذا الجسم بعد مرور ثانية واحدة ثم بعد مرور ١.٥ ثانية من لحظة القذف .

الحل

بعد ١ ث :

$$ع = ع + د + ن \therefore 14.7 = 1 \times 9.8 \times 1 + ع \therefore ع = 4.9 \text{ م}^2 / \text{ث}^2$$

$$\therefore \text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} م ك ع = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times (4.9) = 6.0125 \text{ جول}$$

بعد ١.٥ ث :

$$ع = ع + د + ن \therefore 14.7 = 1 \times 9.8 \times 1.5 + ع \therefore ع = 0 \therefore \text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} م ك ع = 0$$

(١١) ترك جسم كتلته ٢٠٠ جم ليتحرك من سكون من قمة مستوى أملس طوله ٢٥ متراً ويميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{4}$. أوجد طاقة حركة هذا الجسم عندما يصل إلى قاعدة المستوى .

الحل

$\therefore$ الجسم يتحرك على مستوى أملس لأسفل تحت تأثير وزله فقط

$$\therefore \text{عجلة الحركة} = د جا ه \therefore 1.96 = 0.1 \times 9.8 \times 2 = ع \therefore ع = 1.96 \text{ م}^2 / \text{ث}^2$$

$$\therefore ع = ع + \text{د ف} \therefore ع = 0 \therefore 1.96 \times 2 + 0 = ع \therefore ع = 3.92$$

$$\therefore \text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} م ك ع = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 3.92 = 0.784 \text{ جول}$$

(١٢) قذف جسم كتلته ٥ كجم على خط أكبر ميل لمستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{4}$. وأعلى بسرعة ٤ متر / ث . أحسب التغير الذي يطرأ على طاقة حركة هذا الجسم بعد انقضاء ثانية واحدة على لحظة قذفه ثم عندما يعود إلى موضع القذف

الحل

$\therefore$ الجسم يتحرك على مستوى أملس لأعلى تحت تأثير وزله فقط

$$\therefore \text{عجلة الحركة} = - د جا ه = - 0.1 \times 9.8 = - 0.98 \text{ م}^2 / \text{ث}^2$$

بعد ١ ث :

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + \text{د} \quad \therefore \text{ع} = 1 \times 0.98 - 4 = -3.02 \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{التغير في طاقة الحركة} = \frac{1}{2} \text{ك} (\text{ع} - \text{ع}') = \frac{1}{2} \times 5 \times (3.02 - 1) = 5 \text{ جول}$$

عندما يعود الجسم إلى موضع القذف تكون سرعته = سرعة القذف = 4 م / ث

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + \text{د} \quad \therefore \text{التغير في طاقة الحركة} = \frac{1}{2} \text{ك} (\text{ع} - \text{ع}') = \frac{1}{2} \times 5 \times (4 - 0) = 10 \text{ جول}$$

ملاحظة : عندما يعود الجسم إلى نقطة قذفه فأنه لم يتحرك فعلاً وبالتالي تكون طاقة حركته = 0

تمارين (4 - 4) صفحة 274

(1) يتحرك جسم كتلته ك في خط مستقيم بحيث يعطى القياس الجبري لمتجه سرعته بدلالة الزمن كالآتي :

$$\text{ع} = \text{أ} + \text{ب} \cdot \text{ن} + \text{د} \cdot \text{ن}^2 \quad \text{عين طاقة حركة هذا الجسم وأثبت أن قدرة القوة المسببة للحركة عند اللحظة ن = صفر كانت تساوي ك أ ب .}$$

الحل

$$\text{ط} = \frac{1}{2} \text{ك} (\text{أ} + \text{ب} \cdot \text{ن} + \text{د} \cdot \text{ن}^2)^2$$

$$\therefore \text{ش} = \text{ط} - \text{ط} \quad \text{حيث ط} = \text{ثابت}$$

$$\therefore \text{عش} = \frac{\text{ط}}{\text{ن}} - \text{صفر} \quad \therefore \text{القدرة} = \text{د} \cdot \text{ن}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \text{ك} (\text{أ} + \text{ب} \cdot \text{ن} + \text{د} \cdot \text{ن}^2) \quad \text{وعند ن = 0} \quad \therefore \text{القدرة} = \text{ك أ ب}$$

• استخدم مبدأ الشغل والطاقة لحل التمارين الآتية :

(2) ترك جسم كتلته ١ كجم ليسقط من ارتفاع ١٠ أمتار عن سطح الأرض . عين طاقة حركته عندما يكون على وشك الاصطدام بالأرض .

الحل

$$\therefore \text{التغير في طاقة الحركة} = \text{الشغل المبذول من الوزن} \quad \therefore \text{ط} = 0 - \text{ك د ل} \quad \therefore \text{ط} = 1 \times 9.8 \times 10 = 98 \text{ جول}$$

(3) قذف جسم كتلته 200 جم رأسياً لأعلى من موضع على سطح الأرض بسرعة 15 متر/ث فما هي طاقة حركته عندما يكون على ارتفاع 10.4 أمتار من نقطة القذف ؟

الحل

$$\therefore \text{التغير في طاقة الحركة} = \text{الشغل المبذول من الوزن}$$

$$\therefore \text{ط} = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (15)^2 - \text{ك د ل}$$

$$\therefore \text{ط} = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (9.8 - 10.4) + 0.2 \times (15)^2 \times 0.2 = 2.116 \text{ جول} \quad \therefore \text{جول تقريبا}$$

(4) قذف جسم كتلته 400 جم رأسياً إلى أسفل من موضع يرتفع 3 أمتار عن سطح الأرض بسرعة 5 متر/ث . عين طاقة حركته الابتدائية وكذلك طاقة حركته عندما يكون على وشك الاصطدام بالأرض .

الحل

$$\text{طاقة الحركة الابتدائية} = \text{ط} = \frac{1}{2} \times 0.4 \times 5^2 = 5 \text{ جول}$$

$$\therefore \text{ط} = \text{ط} - \text{ك د ل} \quad \therefore \text{ط} = 5 - 0.4 \times 9.8 \times 3 = 16.76 \text{ جول}$$

- (٥) أطلقت رصاصة كتلتها ٢٠٠ جم بسرعة ٢٩٤ متر / ث على قطعة من الخشب فاستقرت فيها على عمق ٢٠ سم ، أوجد قوة مقاومة الخشب لحركة الرصاصة مقدرة بوحدة ث كجم بفرض أنها ثابتة .

الحل

* التغير في طاقة الحركة = الشغل المبذول من المقاومة

$$\therefore \text{ط} - \text{ط} = - \text{م} \times \text{ف}$$

$$\therefore 0 - \frac{1}{2} \times 0.2 \times (294)^2 = - \text{م} \times 0.2$$

$$\therefore \text{م} = 43218 \text{ نيوتن} = \frac{43218}{9.8} = 4410 \text{ ث كجم}$$

- (٦) أطلقت رصاصة أفقياً بسرعة ٧٠٠ متر / ث على قطعة من الخشب فاستقرت فيها على عمق ٨ سم . إذا أطلقت رصاصة مشابهة بنفس السرعة على هدف ثابت من نفس الخشب سمكه ٦ سم . فما هي السرعة التي تخرج بها الرصاصة من الهدف بفرض أن المقاومة ثابتة .

الحل

الحالة الأولى:

$$\text{ط} - \text{ط} = - \text{م} \times \text{ف} \quad \therefore 0 - \frac{1}{2} \times 0.08 \times (700)^2 = - \text{م} \times 0.08 \dots\dots\dots (١)$$

الحالة الثانية:

$$\therefore \text{ط} - \text{ط} = - \text{م} \times \text{ف} \quad \therefore \frac{1}{2} \times \text{ك} \times \text{ع}^2 - \frac{1}{2} \times (700)^2 = - \text{م} \times 0.06 \dots\dots\dots (٢)$$

بقسمة (١) ÷ (٢) :

$$\therefore \frac{\Delta}{6} = \frac{\frac{1}{2} \times (700)^2 - \frac{1}{2} \times \text{ع}^2}{\text{ع}^2 - (700)^2}$$

ومنها ع = ٣٥٠ م / ث

- (٧) أطلقت رصاصة بسرعة ٣٠٠ متر / ث على هدف من الخشب فاستقرت فيه على عمق ٢٧ سم ، فما هي السرعة التي يجب أن تطلق بها رصاصة مشابهة على هدف من نفس الخشب سمكه ٣ سم حتى تستقر فيه وهي على وشك اختراقه بفرض أن المقاومة ثابتة ؟

الحل

الحالة الأولى:

$$\text{ط} - \text{ط} = - \text{م} \times \text{ف} \quad \therefore 0 - \frac{1}{2} \times 0.27 \times (300)^2 = - \text{م} \times 0.27 \dots\dots\dots (١)$$

الحالة الثانية:

الرصاصة على وشك اختراق الحاجز تعني أن سرعة الرصاصة النهائية = ٠

$$\therefore \text{ط} - \text{ط} = - \text{م} \times \text{ف} \quad \therefore \frac{1}{2} \times \text{ك} \times \text{ع}^2 - \frac{1}{2} \times (300)^2 = - \text{م} \times 0.03 \dots\dots\dots (٢)$$

بقسمة (١) ÷ (٢) :

$$\therefore \frac{0.27}{0.03} = \frac{\frac{1}{2} \times (300)^2 - \frac{1}{2} \times \text{ع}^2}{\text{ع}^2 - (300)^2}$$

ومنها ع = ١٠٠ م / ث

- (٨) يتحرك جسم كتلته ٥٠٠ جم بسرعة $\vec{v} = 3\hat{i} + 4\hat{j}$ حيث $\hat{i}$ ، $\hat{j}$ متجهتا وحدة متعامدين ومقدار السرعة مقاس بوحدة متر / ث ، عين طاقة حركة هذا الجسم بالإرج .

الحل

$$\text{ع} = \|\vec{v}\| = \sqrt{(3)^2 + (4)^2} = 5 \text{ متر / ث} = 500 \text{ سم / ث}$$

$$\text{طاقة الحركة} = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (500)^2 = 62500 \text{ (إرج)} \quad (\text{يصح الجواب بالكتاب})$$

- (٩) أطلقت رصاصة من بندقية بسرعة ٨٠٠ متر / ث على حاجز خشبي سميك فاستقرت داخله على عمق ٨ سم من السطح .
 فإذا أطلقت رصاصة أخرى من البندقية نفسها على حاجز مصنوع من نفس مادة الحاجز الأول وسمكه ٦ سم فاخترقته .
 أوجد سرعة الرصاصة لحظة خروجها من الحاجز ، علماً بأن مقاومة الخشب لحركة الرصاصة واحدة في الحالتين .

الحل

الحالة الأولى :

$$\text{ط} - \text{ط} = \text{م} \times \text{ف} \quad \therefore \text{ط} - 0 = 0.8 \times \text{م} = 0.8 \times 800 = 640 \text{ (١)}$$

الحالة الثانية :

$$\text{ط} - \text{ط} = \text{م} \times \text{ف} \quad \therefore \text{ط} - 0 = 0.6 \times \text{م} = 0.6 \times 800 = 480 \text{ (٢)}$$

بقسمة (١) ÷ (٢) :

$$\therefore \frac{0.8}{0.6} = \frac{640}{480} \quad \text{ومنها} \quad \text{ع} = 400 \text{ م / ث}$$

- (١٠) يهبط جسم من السكون على خط أكبر ميل لمستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية ظلها $\frac{3}{4}$ ولمسافة ١٠٠ متر .
 أوجد سرعة الجسم عند نهاية مساره .

الحل

الجسم يهبط على مستوى أملس تحت تأثير مركبة الوزن = ك د جا هـ

$$\text{ط} - \text{ط} = \text{الشغل المبذول من مركبة الوزن} \quad \therefore \text{ط} - 0 = \text{ك د جا هـ} \times \text{ف}$$

$$\therefore 0 - 0 = \text{ع} \times \text{ك} = \text{ع} \times 100 \times 0.8 \times 0.6 \quad \text{بالقسمة} \div \text{ك} \quad \therefore \text{ع} = 9.8 \times 0.6 \times 100 = 588$$

$$\therefore \text{ع} = 1176 \quad \therefore \text{ع} = 34.3 \text{ متر / ث تقريباً}$$

- (١١) يقع جسم كتلته ٥ كجم بسرعة ٢٠ سم / ث لأسفل على خط أكبر ميل لمستوى أملس طوله ٤٠٠ سم وارتفاعه ١٥٠ سم .
 أوجد طاقة حركة هذا الجسم عندما يصل إلى قاعدة المستوى .

الحل

$$\text{جا هـ} = \frac{150}{400} = \frac{3}{8}$$

الجسم يهبط على مستوى أملس تحت تأثير مركبة الوزن = ك د جا هـ

$$\text{ط} - \text{ط} = \text{الشغل المبذول من مركبة الوزن} = \text{ك د جا هـ} \times \text{ف}$$

$$\therefore \text{ط} - 0 = 0.2 \times 5 \times \frac{3}{8} \times 400 = 150 \text{ جول}$$

$$\therefore \text{ط} = 150 \text{ جول}$$

- (١٢) وضع جسم كتلته ٢٠٠ جم عند قمة مستو مائل ارتفاعه ١ متر فتهبط حتى وصل إلى قاعدة المستوى بسرعة ٢ متر / ث .
 فما هو الشغل الذي بذلته قوة المقاومة علماً بأنها ثابتة ؟

الحل

$$\therefore \text{ط} - \text{ط} = \text{الشغل الكلي (المبذول من مركبة الوزن والمقاومة)}$$

$$\therefore \text{ط} - \text{ط} = \text{ك د جا هـ} \times \text{ف} - \text{م} \times \text{ف}$$

$$\therefore 0 - 0 = 0.2 \times 1 \times \frac{3}{4} - \text{م} \times 1 \quad \therefore \text{م} = 0.15 \text{ جول}$$

$$\therefore \text{م} \times \text{ف} = 0.2 \times 1 \times \frac{3}{4} - 0.15 = 0.075 \text{ جول}$$

- (١٣) يهبط جسم كتلته ٢٠٠ كجم من سكون على خط أكبر ميل لمستوى مائل طوله ١٦ متراً وارتفاعه ٥ أمتار .
فإذا كانت المقاومة لحركة الجسم تعادل $\frac{1}{4}$ وزنه . أوجد طاقة حركة الجسم عندما يصل إلى قاعدة المستوى .

الحل

$$\begin{aligned} \text{المقاومة} &= \frac{1}{4} \times 200 = 50 \text{ ث كجم} \\ \therefore \text{ط} - \text{ط} &= \text{الشغل الكلي (المبذول من مركبة الوزن والمقاومة)} \\ \therefore \text{ط} - \text{ط} &= \text{ك د ج ا ه} \times \text{ف} - \text{م} \times \text{ف} \\ \therefore \text{ط} - 0 &= 16 \times 9.8 \times 50 - \frac{1}{4} \times 200 \times 9.8 \times 16 \\ \therefore \text{ط} &= 1960 \text{ جول} \end{aligned}$$

- (١٤) أثرت قوة أفقية مقدارها ١٠ ث . كجم لمدة ٥ ثوان على جسم كتلته ٢٠ كجم فحركته من السكون على مستوى أفقى أملس .
أوجد سرعة الجسم في نهاية الفترة . وإذا اصطدم الجسم جسماً ساكناً كتلته ٢٠ كجم وكونا معاً جسماً واحداً .
فما هي السرعة المشتركة لهما ؟ وأحسب ما فقد من طاقة الحركة وبيّن ما حدث للطاقة المفقودة .

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \text{ق} \times \text{ن} &= \text{ك} (ع - ع) \quad \text{الدفع} = \text{التغير في كمية الحركة} \\ \therefore 10 \times 5 &= 20 \times (ع - 0) \\ \therefore \text{مجموع كميتي الحركة قبل التصادم} &= \text{مجموع طاقتي الحركة بعد التصادم} \\ \therefore 20 \times 2.5 &= (20 + 20) \times ع' \\ \therefore ع' &= 12.5 \text{ م / ث} \\ \text{الطاقة المفقودة} &= \text{مجموع طاقتي الحركة قبل التصادم} - \text{مجموع طاقتي الحركة بعد التصادم} \\ &= \frac{1}{2} \times 20 \times 2.5^2 - \frac{1}{2} \times 40 \times 12.5^2 = 300 \text{ جول} \\ \text{طاقة الحركة المفقودة (الميكانيكية)} & \text{ تحولت إلى طاقة حرارية} \end{aligned}$$

- (١٥) أثرت قوة مقدارها ٥ ث . كجم في كتلة مقدارها ١٩٦ كجم متحركة في خط مستقيم في اتجاه القوة فقطعت مسافة ٢٨٠ سم
— أحسب مقدار الزيادة في طاقة الحركة بالإرج — وإذا كانت طاقة حركة الكتلة في نهاية المسافة ١٤١١.٢ مليون إرج .
أحسب سرعة الكتلة عند بدء تأثير القوة .

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \text{ط} - \text{ط} &= \text{الشغل المبذول من القوة} = \text{ق} \times \text{ف} \\ \therefore \text{الزيادة في طاقة الحركة} &= 2.8 \times 9.8 \times 5 = 137.2 \text{ جول} = 137.2 \times (10)^3 = 1372 \times (10)^3 \text{ إرج} \\ \therefore \text{ط} - \text{ط} &= 1372 \times (10)^3 \\ \therefore 1411.2 \times (10)^3 &= \frac{1}{2} \times 196 \times 1000 \times ع'^2 - \frac{1}{2} \times 196 \times 1000 \times ع'^2 \\ \therefore ع' &= 10 \text{ م / سم} \end{aligned}$$

- (١٦) تحرك كرتان كتلتاهما ٣٠ جم ، ٩٠ جم في خط مستقيم واحد على نضد أفقى أملس وفي اتجاهين متضادين بسرعتين
مقدارهما ٥٠ سم / ث ، ٣٠ سم / ث على الترتيب ، فإذا كونت الكرتان جسماً واحداً بعد التصادم .
فأحسب سرعة هذا الجسم وطاقة الحركة المفقودة بالتصادم .

الحل

$$\begin{aligned} \text{نأخذ } \vec{u} \text{ متجه وحدة في اتجاه الكرة } 90 \text{ جم} \\ \therefore \text{مجموع كميتي الحركة قبل التصادم} &= \text{مجموع كميتي الحركة بعد التصادم} \\ \therefore 30 \times 50 + (90 \times 30) \times ع &= 0 \end{aligned}$$

∴ طاقة الحركة المفقودة = طاقة الحركة قبل التصادم - طاقة الحركة بعد التصادم = ط. - ط.

$$= \left[\frac{1}{2} \times 30 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} \times 90 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 \right] - \left[\frac{1}{2} \times 120 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 \right] = 78000 - 72000 = 6000 \text{ أرج}$$

(١٧) سقطت كرة كتلتها ١٠٠ جم من ارتفاع ٣,٦ متراً على أرض أفقية ، فاصطدمت بالأرض وارتدت رأسياً إلى أعلى . فإذا بلغ النقص في طاقة حركتها نتيجة للاصطدام بالأرض ١,٩٦ جول . أوجد المسافة التي ارتدتها الكرة عقب تصادمها بالأرض .

الحل

سرعة الكرة قبل التصادم :

$$\therefore \text{ع}^2 = \text{ع}^2 + ٢ \times \text{ف} \quad \therefore \text{ع}^2 = ٢ \times ٩,٨ \times ٣,٦ = ١٢٩,٦ \quad \therefore \text{ع} = ١١,٤ \text{ م / ث}$$

∴ طاقة الحركة المفقودة = ط. - ط. = ١,٩٦ جول

$$\therefore \text{ط} = \text{ط} - ١,٩٦$$

$$\therefore \frac{1}{2} \times ١٠٠ \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{2} \times ١٠٠ \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 - ١,٩٦ \quad \therefore \text{ع} = ٥,٦ \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{ع}^2 = \text{ع}^2 + ٢ \times \text{ف} \quad \therefore ٥,٦^2 = ٠ + ٢ \times ٩,٨ \times \text{ف} \quad \therefore \text{ف} = ١,٦ \text{ متر}$$

(١٨) أسقطت مطرقة كتلتها طن واحد من ارتفاع ٤,٩ متراً رأسياً على عمود من أعمدة الأساس كتلته ٤٠٠ كجم فتدكته رأسياً في الأرض لمسافة ١٠ سم . عين السرعة المشتركة للمطرقة والجسم بعد الاصطدام مباشرة . عين أيضاً طاقة الحركة المفقودة بالتصادم وكذا مقاومة الأرض .

الحل

سرعة الكرة قبل التصادم :

$$\therefore \text{ع}^2 = \text{ع}^2 + ٢ \times \text{ف} \quad \therefore \text{ع}^2 = ٢ \times ٩,٨ \times ٤,٩ = ١٠٩,٦ \quad \therefore \text{ع} = ١٠,٤ \text{ م / ث}$$

∴ مجموع كميتي الحركة قبل التصادم = مجموع كميتي الحركة بعد التصادم

$$\therefore ١٠٠٠ \times ٩,٨ + \text{صفر} = (١٠٠٠ + ٤٠٠) \times \text{ع} \quad \therefore \text{ع} = ٧ \text{ م / ث}$$

، طاقة الحركة المفقودة = ط. - ط.

$$= \left[\frac{1}{2} \times 1000 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 \right] - \left[\frac{1}{2} \times 1400 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 \right] = 13720 \text{ جول}$$

، التغير في طاقة الحركة = الشغل الكلي (من الوزن والمقاومة)

$$\therefore \text{ط} - \text{ط} = \text{ك} \times \text{د} - \text{م} \times \text{ف}$$

$$\therefore \text{صفر} = \frac{1}{2} \times 1400 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 - 1000 \times ٩,٨ \times \text{ف} - \text{م} \times ٠,١$$

$$\therefore \text{م} = 356720 \text{ نيوتن} \quad \therefore \text{م} = \frac{356720}{9,8} = 36400 \text{ كجم}$$

ملاحظة : يمكن حساب م من معادلة الحركة داخل الأرض : ك د - م = ك ج

(١) احسب طاقة وضع جسم كتلته ٤٥٠ جم موجود على ارتفاع ٣٠ متراً من سطح الأرض مقدراً إجابته بالجول .

الحل

$$\text{طاقة الوضع} = \text{ض} = \text{ك د ل} = 0.45 \times 9.8 \times 30 = 132.3 \text{ جول}$$

(٢) احسب طاقة وضع جسم كتلته ٣ كجم وموجود على ارتفاع ٢٠ سم من سطح الأرض مقدراً إجابته بالإرج .

الحل

$$\text{طاقة الوضع} = \text{ض} = \text{ك د ل} = 3 \times 9.8 \times 0.20 = 5.88 \text{ إرج} \quad (10)$$

(٣) هبطت طائرة عمودية وزنها ٣٥٠٠ ث . كجم رأسياً من ارتفاع ١٥٠ متراً إلى ارتفاع ٥٠ متراً من سطح الأرض .

ما هو مقدار الفقد في طاقة وضعها ؟

الحل

طاقة الوضع المفقودة = طاقة الوضع الابتدائية - طاقة الوضع النهائية = ض - ض

$$= 3500 \times 9.8 \times (150 - 50) = 34300 \text{ جول} = (10) \times 343 = 343 \text{ إرج} \quad (10) \times 35 = 35 \text{ ث كجم . متر}$$

(٤) رفع ونش جسماً وزنه ١٥٠ ث كجم رأسياً من موضعه على الأرض إلى موضع جديد على ارتفاع ٦ أمتار من سطح الأرض .

ما هي الزيادة في طاقة وضع الجسم ؟

الحل

$$\text{طاقة الحركة المكتسبة} = \text{ض} - \text{ض} = 150 \times 9.8 \times (6 - 0) = 8820 \text{ جول} = 8820 \div 9.8 = 900 \text{ ث كجم . متر}$$

(٥) هبط جسم كتلته ٢٥٠ جم مسافة ٨٠ سم على خط أكبر ميل لمستوى أملس يعمل على الأفقى بزاوية قياسها ٦٠° .

ما هو التغير في طاقة وضعه ؟

الحل

$$\text{المسافة الرأسية} = 80 \text{ سم} \quad (10) \times 3 = 30 \text{ سم}$$

$$\text{التغير في طاقة الوضع} = 250 \times 9.8 \times 30 = 73500 \text{ جول} = 73500 \div 9.8 = 7500 \text{ إرج} \quad (10) \times 170 = 1700 \text{ إرج تقريباً}$$

(٦) صعد جسم وزنه ٢ ث كجم مسافة ١٢٠ سم على خط أكبر ميل لمستوى أملس يعمل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° .

احسب الزيادة في طاقة حركته .

الحل

$$\text{المسافة الرأسية} = 120 \text{ سم} \quad (10) \times 3 = 30 \text{ سم}$$

$$\text{الزيادة في طاقة الوضع} = \text{ض} - \text{ض} = 2 \times 9.8 \times 30 = 588 \text{ جول} = 588 \div 9.8 = 60 \text{ إرج} \quad (10) \times 1176 = 11760 \text{ جول}$$

$$= 11760 \div 9.8 = 1197.6 \text{ جول} = 1197.6 \div 9.8 = 122 \text{ ث كجم . متر}$$

(٧) جسم كتلته ٥ كجم موضوع على ارتفاع ١٥ متراً عن سطح الأرض . أوجد طاقة وضعه

، وإذا سقط الجسم رأسياً فاجد طاقة وضعه وطاقة حركته عندما يكون على ارتفاع ٥ أمتار عن سطح الأرض .

الحل

$$\text{طاقة الوضع الأولى} = \text{ك د ل} = 5 \times 9.8 \times 15 = 735 \text{ جول} \quad (10) \times 735 = 7350 \text{ جول} \quad (10) \times 735 = 7350 \text{ جول}$$

$$\text{طاقة الوضع الثانية} = \text{ك د ل} = 5 \times 9.8 \times 5 = 245 \text{ جول} = 245 \div 9.8 = 25 \text{ ث كجم . متر}$$

$$\therefore \text{ض} + \text{ط} = \text{ض} + \text{ط} \quad \therefore ٧٣٥ + ٠ = ٠ + ٢٤٥ + \text{ط}$$

$$\therefore \text{ط} = ٤٩٠ \text{ جول} = \frac{٤٩٠}{٩,٨} = ٥٠ \text{ ث كجم . متر}$$

- (٨) بندول بسيط يتكون من خيط طوله ٩٠ سم ويحمل في طرفه كتلة مقدارها ٧٥ جم وينذب في زاوية قياسها ١٢٠°. أوجد :
 أولاً : زيادة طاقة الوضع في نهاية المسار عنها في منتصفه .
 ثانياً : سرعة الكتلة عند منتصف المسار .

الحل

نفرض أن أ هي نهاية المسار ، ب هي منتصف المسار = مستوى الصفر

$$\therefore \text{ض} = \text{صفر} , \text{ط} = ٠$$

$$\text{م} = \text{أ} = ٩٠ \text{ جتا } ٦٠^\circ = ٤٥ \text{ سم} \quad \therefore \text{ب} = \text{أ} = ٤٥ \text{ سم}$$

$$\text{ض} = \text{ك} = \text{ب} \times \text{أ} = ٤٥ \times ٧٥ = ٣٣٧٥ \text{ ث جم . سم}$$

$$\therefore \text{ض} = ٣٣٠٧٥٠٠ \text{ إرج} = ٣٣٧٥ \text{ ث جم . سم}$$

أولاً : الزيادة في طاقة الوضع = ض - ض = ٣٣٧٥ ث جم . سم

$$\text{ثانياً : ط} = \text{ط} + \text{ض} = \text{ط} + \text{ض}$$

$$\therefore \text{ط} = \text{ض} = ٣٣٠٧٥٠٠ \text{ إرج}$$

$$\therefore \frac{٣٣٠٧٥٠٠}{٩,٨} \times ٧٥ = \text{ع}^\circ = ٣٣٠٧٥٠٠ \quad \therefore \text{ع}^\circ = ٨٨٢٠٠ \quad \therefore \text{ع} = ٢٩٦,٩٨ \text{ سم / ث} = ٢٦ \sqrt{\text{سم / ث}}$$

- (٩) أثرت القوة في ٦ س + ٢ ص على جسم فحركته من الموضع أ إلى الموضع ب في زمن ٢ ثانية ،

وكان متجه الموضع للجسم يعطى بالعلاقة : $\text{ر} = (٣\text{ ن} + ٢\text{ ص}) + (٢\text{ ن} + ١\text{ ص})$.

أحسب التغير في طاقة الوضع للجسم . حيث معيار في مقياس بالنيوتن ، معيار ر بالمتر ، ن بالثانية .

الحل

$$\text{ر} = ٢\text{ ن} + \text{ص} \quad \therefore \text{ض} = (١,٢) \odot (٢,٦) = ١٤$$

$$\text{ر} = ١٤\text{ ن} + ٩\text{ ص} \quad \therefore \text{ض} = (٩,١٤) \odot (٢,٦) = ١٠٢$$

$$\therefore \text{التغير في طاقة الوضع} = \text{ض} - \text{ض} = ١٠٢ - (١٤) = ٨٨ \text{ جول} \quad (\text{يصحح الجواب بالكتاب})$$

- (١٠) حلقة كتلتها $\frac{١}{٢}$ كجم تنزلق على عمود أسطوانى رأسى خشن فإذا كانت سرعتها ٦,٣ متر / ث بعد أن قطعت مسافة

٤,٨ متر من بدء حركتها . أحسب باستخدام مبدأ الشغل والطاقة الشغل المبذول من المقاومة أثناء الحركة .

الحل

نفرض أن صفر طاقة الوضع عند ب

$$\text{الشغل المبذول من المقاومة} = (\text{ض} + ٠) - (٠ + \text{ط})$$

$$\therefore \text{ش} = ٤,٨ \times ٩,٨ \times \frac{١}{٢} - \frac{١}{٢} \times (٦,٣)^2 = ١٣,٥٩٧٥ \text{ جول}$$