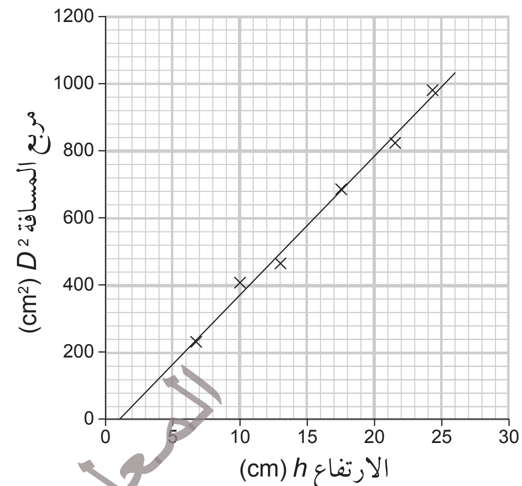
إجابات أسئلة الاستقصاء العملي ٣-٢ في كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام أنموذج النتائج)

أ. انظر الجدول ٣-٢.

ب، ج.



الشكل ٣-٣

د. الميل = 41.4، نقطة التقاطع = 42.6−

هـ. $v = 143 \text{ cm s}^{-1}$

فكرة للتقويم: يمكن استخدام تباين المدى مع سرعة الإطلاق الابتدائية أو الارتفاع الابتدائي للمقذوف لتحديد ما إذا كان قد تم العمل بشكل صحيح في هذه التجربة. القياسات الجيدة تنعكس في مدى قرب نقاط البيانات من الخط الأفضل ملاءمة على التمثيل البياني ومدى تقارب القراءات المتكررة بعضها مع بعض. يجب أن يقوم الطلبة بتكرار القياسات وإظهار جميع القراءات وحساب قيمة عدم اليقين.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدّي

إذا كان هناك حاجة إلى مزيد من التحدي، يمكن أن تتضمّن الأسئلة حسابات للتوصّل إلى الاتجاه الذي يجب أن تسلكه طائرة من أجل الطيران، على سبيل المثال، في اتجاه الشرق مع هبوب رياح تتقاطع مع الطائرة، ومع إعطاء قيمتَي سرعة الرياح وسرعة الطائرة في الهواء الساكن.

الدعم

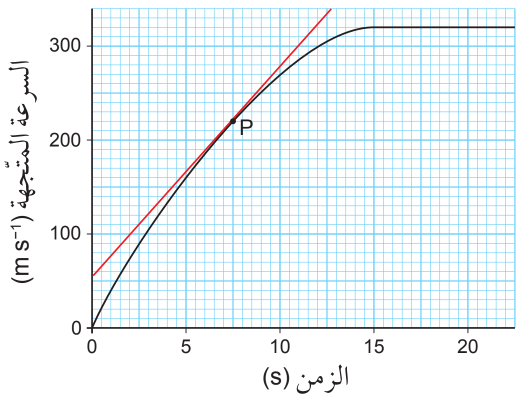
من المحتمل جدًا أن يواجه الطلبة مشاكل مع مركّبتَي متجه ما. قد يحتاجون إلى التكرار والتشجيع قبل أن يتمكّنوا من تحديد ما إذا كان ينبغي لهم استخدام الجيب أو جيب التمام للعثور على مركّبة معيّنة؛ وهذا الأمر طبيعي.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اسأل الطلبة: ما القياس الذي يؤثر بشكل كبير في قيمة عدم اليقين لقيمة (g)؟ ما أصعب ما وجدته في التجربة؟
- اسأل الطلبة: هل اتضح لكم أن الكرة تتحرك أفقيًا بسرعة ثابتة ولكنها تتسارع رأسيًا؟ كيف تعتقدون أنه يمكنكم تذكّر ذلك وتذكّر معادلات المركّبات الأفقية والرأسية؟

التكامل مع المناهج

غالبًا ما تتمّ دراسة علم الحركة كجزء من منهج الرياضيات. قد يكون من المنطقي بالنسبة إليك التركيز على الطبيعة العملية للموضوع. تأكّد من فهم الطلبة للعمليات المتضمّنة، لأنه عادة ما يتمّ دراسة هذا الموضوع في بداية تدريس الفيزياء، على خلاف ما يحصل في الرياضيات. يمكن التخطيط للدراسة اللاحقة في الرياضيات لتكون كمراجعة، وللمساعدة في عملية التعلم لتدريس الفيزياء. ويمكن للطلبة الذين يجيدون الرياضيات استخدام التكامل للمساعدة في اشتقاق معادلات الحركة الخطية. يجب ألّا يتضمن التكامل اشتقاق هذه المعادلات، بل عليك التأكد من أنهم يستخدمون هذه الطريقة فقط إذا لم تسبب مشاكل لأي طالب. ومع ذلك، قد يتم تدريس علم المثلثات، في مرحلة مبكرة من تدريس الرياضيات، إذا وجدت المدرسة ضرورة لذلك.



اقرأ إحداثيَّي نقطتَين من خط المماس لإيجاد ميل المماس. على سبيل المثال:

للزمن $t_1 = 0$ s ؛ $v_1 \approx 60$ m s^{-1}

للزمن $t_2 = 11$ s ؛ $v_2 \approx 300$ m s^{-1}

لذلك، تقريبًا، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{300-60}{11-0} = 22 \text{ m s}^{-2}$$

١٤. أ. تتباطأ السيارة بتباطؤ ثابت (منتظم).

ب. السرعة المتجهة الابتدائية: $u = 20$ m s^{-1}

السرعة المتجهة النهائية: $v = 8$ m s^{-1}

ج. التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8-20}{30-0} = -0.40 \text{ m s}^{-2}$$

د. إزاحة السيارة = المساحة تحت منحنى التمثيل البياني = (مساحة المستطيل بعرض 8 m s^{-1} والطول 30 s) + (مساحة المثلث بارتفاع 12 m s^{-1} والقاعدة 30 s)

$$= (8 \times 30) + (\frac{1}{2} \times 12 \times 30) = 420 \text{ m}$$

هـ. إزاحة السيارة:

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

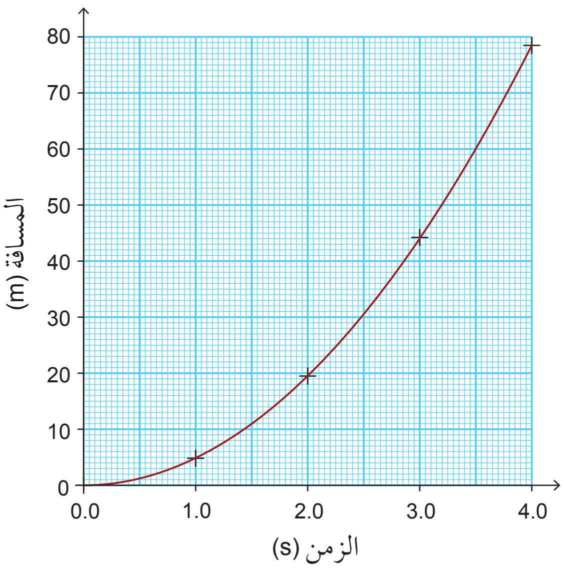
$$s = (20 \times 30) + (\frac{1}{2} \times (-0.40) \times 30 \times 30)$$

$$= 600 - 180 = 420 \text{ m}$$

١٥. أ. عندما نستخدم $s = ut + \frac{1}{2}at^2$، مع $u = 0$ لحساب المسافة التي يسقطها الحجر كل مرة نحصل على:

الزمن (s)	0	1.0	2.0	3.0	4.0
المسافة (m)	0	4.9	19.6	44.1	78.5

ب. منحنى التمثيل البياني هو قطع مكافئ مارّ بنقطة الأصل.



ج. في 2.5 s، يسقط الحجر مسافة 30.6 m ≈ 31 m.

تحقق باستخدام المعادلة:

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = 0 + (\frac{1}{2} \times 9.81 \times 2.5 \times 2.5)$$

$$= 30.7 \text{ m} \approx 31 \text{ m}$$

د. الزمن المستغرق:

$$t = 2.86 \text{ s} \approx 2.9 \text{ s}$$

تحقق من خلال إعادة ترتيب المعادلة، مع تذكّر أن $u = 0$، وبذلك:

$$40 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.81 \times t^2$$

بحيث يصبح الزمن:

$$t = 2.86 \text{ s} \approx 2.9 \text{ s}$$

١٦. أ. نعرف s و a، وأن $u = 0$، وعلينا إيجاد t.

أعد ترتيب المعادلة $s = ut + \frac{1}{2}at^2$، مع تذكّر أن $u = 0$،

بحيث يصبح الزمن:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 8.0}{9.81}} \approx 1.3 \text{ s}$$

السرعة النهائية:

$$v = \frac{l_2}{t_4 - t_3} = \frac{0.05}{0.35 - 0.30} = 1.0\ \text{m s}^{-1}$$

$$\Delta t = t_3 - t_1 = 0.30 - 0.0 = 0.30\ \text{s}$$

بالتالي، تسارع البطاقة:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1.0 - 0.25}{0.30} = 2.5\ \text{m s}^{-2}$$

٨. بالنسبة إلى الجزء الأول من شريط النابض الزمني، الطول $l_1 = 10\ \text{cm}$، الزمن المستغرق:

$$t_1 = 5 \times 0.02 = 0.10\ \text{s}$$

لذلك، السرعة الابتدائية:

$$u = \frac{l_1}{t_1} = \frac{0.10}{0.10} = 1.0\ \text{m s}^{-1}$$

بالنسبة إلى الجزء الثاني من شريط النابض الزمني، الطول $l_2 = 16\ \text{cm}$، الزمن المستغرق:

$$t_2 = 5 \times 0.02 = 0.10\ \text{s}$$

لذلك، السرعة النهائية:

$$v = \frac{l_2}{t_2} = \frac{0.16}{0.10} = 1.6\ \text{m s}^{-1}$$

جزءا الشريط متجاوران، لذا فإن الزمن بين بداية الجزء الأول وبداية الجزء الأخير، Δt = الزمن الذي يستغرقه الجزء الأول:

$$\Delta t = 5 \times 0.02 = 0.10\ \text{s}$$

لذلك، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1.6 - 1.0}{0.10} = 6.0\ \text{m s}^{-2}$$

٩. أ. نعرف u و a و t ونريد أن نعرف v، لذا نستخدم المعادلة:

$$v = u + at$$

$$v = 0.0 + (2.0 \times 10) = 20\ \text{m s}^{-1}$$

ب. نعرف u و a و t ونريد أن نعرف s، لذا نستخدم المعادلة، المسافة:

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = 0.0 + (\frac{1}{2} \times 2.0 \times 10 \times 10) = 100\ \text{m}$$

ج. نعرف u و v و a ونريد أن نعرف t، لذلك نعيد ترتيب المعادلة $v = u + at$، بالتالي الزمن:

$$t = \frac{v - u}{a}$$

$$t = \frac{24 - 0}{2.0} = 12\ \text{s}$$

١٠. أ. نعرف u و v و t ونريد أن نعرف a، لذلك لذلك نستخدم معادلة التسارع:

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$a = \frac{20 - 4.0}{100} = 0.16\ \text{m s}^{-2}$$

ب. السرعة المتوسطة:

$$v_{\text{متوسطة}} = \frac{v + u}{2}$$

$$v_{\text{متوسطة}} = \frac{20 + 4.0}{2} = 12\ \text{m s}^{-1}$$

ج. يمكننا استخدام المعادلة $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ولكن نظرًا لأننا توصّلنا إلى السرعة المتوسطة، فمن الأسهل استخدام المعادلة الآتية لحساب المسافة:

$$s = v_{\text{متوسطة}} \times t$$

$$s = 12 \times 100 = 1200\ \text{m}$$

١١. نعرف u و v و a ونريد أن نعرف s، لذلك نعيد ترتيب المعادلة $v^2 = u^2 + 2as$، بحيث تكون المسافة:

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

$$s = \frac{(0)^2 - (30)^2}{2 \times (-7)} = \frac{900}{14} = 64.3\ \text{m} \approx 64\ \text{m}$$

١٢. نعرف v و a و s ونريد أن نعرف u، لذلك نعيد ترتيب المعادلة $v^2 = u^2 + 2as$ إلى $u^2 = v^2 - 2as$، لذا السرعة الابتدائية:

$$u = \sqrt{v^2 - 2as}$$

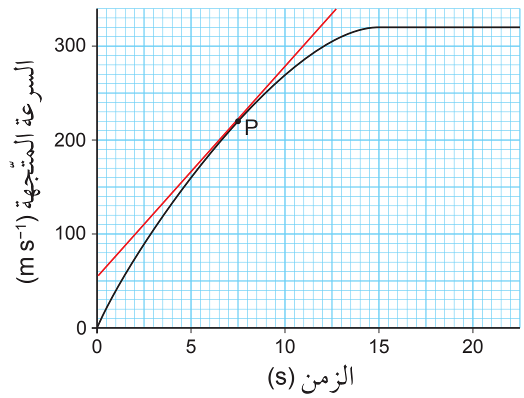
$$u = \sqrt{(0.0)^2 + (2 \times (-6.5) \times 50)} = \sqrt{650}$$

$$= 25.5\ \text{m s}^{-1}$$

هذا يتجاوز السرعة القصوى بقليل.

١٣. أ. $t = 7.5\ \text{s}$ ؛ $v = 220\ \text{m s}^{-1}$

ب. ارسم مماسًا للمنحنى عند النقطة P (انظر التمثيل البياني).



اقرأ إحداثيَّي نقطتَين من خط المماس لإيجاد ميل المماس. على سبيل المثال:

للزمن $t_1 = 0$ s ؛ $v_1 \approx 60$ m s^{-1}

للزمن $t_2 = 11$ s ؛ $v_2 \approx 300$ m s^{-1}

لذلك، تقريبًا، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{300 - 60}{11 - 0} = 22 \text{ m s}^{-2}$$

١٤. أ. تتباطأ السيارة بتباطؤ ثابت (منتظم).

ب. السرعة المتجهة الابتدائية: $u = 20$ m s^{-1}

السرعة المتجهة النهائية: $v = 8$ m s^{-1}

ج. التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8 - 20}{30 - 0} = -0.40 \text{ m s}^{-2}$$

د. إزاحة السيارة = المساحة تحت منحنى التمثيل البياني = (مساحة المستطيل بعرض 8 m s^{-1} والطول 30 s) + (مساحة المثلث بارتفاع 12 m s^{-1} والقاعدة 30 s)

$$= (8 \times 30) + (\frac{1}{2} \times 12 \times 30) = 420 \text{ m}$$

هـ. إزاحة السيارة:

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

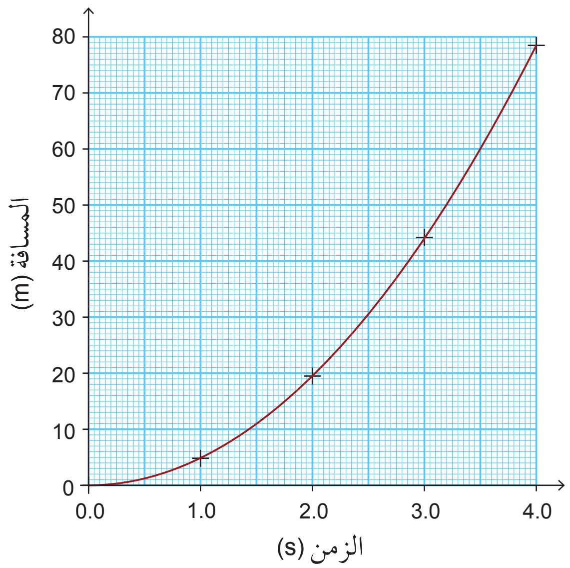
$$s = (20 \times 30) + (\frac{1}{2} \times (-0.40) \times 30 \times 30)$$

$$= 600 - 180 = 420 \text{ m}$$

١٥. أ. عندما نستخدم $s = ut + \frac{1}{2}at^2$، مع $u = 0$ لحساب المسافة التي يسقطها الحجر كل مرة نحصل على:

الزمن (s)	0	1.0	2.0	3.0	4.0
المسافة (m)	0	4.9	19.6	44.1	78.5

ب. منحنى التمثيل البياني هو قطع مكافئ مارّ بنقطة الأصل.



ج. في 2.5 s، يسقط الحجر مسافة 31 m ≈ 30.6 m.

تحقق باستخدام المعادلة:

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = 0 + (\frac{1}{2} \times 9.81 \times 2.5 \times 2.5)$$

$$= 30.7 \text{ m} \approx 31 \text{ m}$$

د. الزمن المستغرق:

$$t = 2.86 \text{ s} \approx 2.9 \text{ s}$$

تحقق من خلال إعادة ترتيب المعادلة، مع تذكّر أن $u = 0$، وبذلك:

$$40 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.81 \times t^2$$

بحيث يصبح الزمن:

$$t = 2.86 \text{ s} \approx 2.9 \text{ s}$$

١٦. أ. نعرف s و a، وأن $u = 0$، وعلينا إيجاد t.

أعد ترتيب المعادلة $s = ut + \frac{1}{2}at^2$، مع تذكّر أن $u = 0$،

بحيث يصبح الزمن:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 8.0}{9.81}} \approx 1.3 \text{ s}$$

ب. نعرف s و a، وأن $u = 0$، وعلينا إيجاد v.

استخدم المعادلة $v^2 = u^2 + 2as$، بحيث تكون سرعة الاصطدام:

$$v = \sqrt{u^2 + 2as}$$

$$v = \sqrt{(0)^2 + 2 \times 9.81 \times 8.0} = \sqrt{156.96}$$

$$= 12.5 \text{ m s}^{-1} \approx 13 \text{ m s}^{-1}$$

١٧. أ. باستخدام الطريقة في المثال ٦، نجد أن السرعة المتوسطة للكرة الفولاذية:

$$v_{\text{متوسطة}} = \frac{s}{t} = \frac{2.10}{0.67} = 3.134 \text{ m s}^{-1}$$

ثم جِد قيم v و u

السرعة النهائية:

$$v = 2 \times 3.134 = 6.268 \text{ m s}^{-1}$$

السرعة الابتدائية:

$$u = 0.0 \text{ m s}^{-1}$$

نعوّض بهذه القيم في معادلة التسارع:

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$a = \frac{6.268}{0.67} = 9.36 \text{ m s}^{-2}$$

$$\approx 9.4 \text{ m s}^{-2}$$

ب. مقاومة الهواء؛ تأخّر في تحرير الكرة.

ج. النسبة المئوية لعدم اليقين في الزمن:

$$= \frac{0.02}{0.67} \times 100\% = 3\%$$

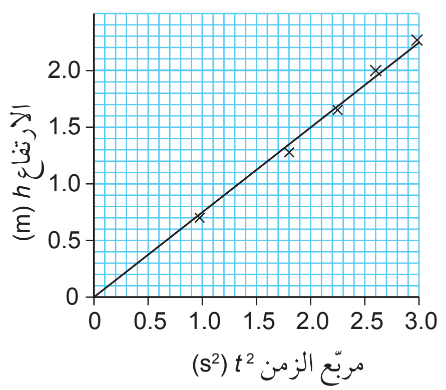
النسبة المئوية لعدم اليقين في g:

$$= 3\% + 3\% = 6\%$$

وبطريقة أخرى يمكن حساب النسبة المئوية لعدم اليقين في g باستخدام زمن (0.65 s) حيث أكبر قيمة لـ g هي 9.94 m s^{-2}، الأمر الذي يعطي عدم يقين مطلق قدره 0.58 m s^{-2} ونسبة مئوية لعدم اليقين:

$$\frac{0.58}{9.36} \times 100\% = 6\%$$

١٨. أ.



ب. بما أن $s = \frac{1}{2}at^2$ و $a = g$، فإن الميل $= \frac{1}{2}g$،

الميل =

$$\frac{2.25 - 0}{3.0 - 0} = 0.75 \text{ m s}^{-2}$$

لذلك تسارع السقوط الحر، $g \approx 1.5 \text{ m s}^{-2}$

ج. هذا الجسم لا يسقط على الأرض، ربما على سطح القمر.

١٩. أ. الزاوية = 30° مع الأفقي، $s_x = 17.3 \text{ m} \approx 17 \text{ m}$؛ $s_y \approx 10 \text{ m}$

ب. الزاوية = 70° مع الأفقي، $v_x = 1.7 \text{ m s}^{-1}$؛ $v_y = -4.7 \text{ m s}^{-1}$

ج. الزاوية = 30° مع الأفقي، $a_x = -5.2 \text{ m s}^{-2}$؛ $a_y = -3.0 \text{ m s}^{-2}$

د. الزاوية = 15° مع الأفقي، $s_x = -77.3 \text{ m} \approx -77 \text{ m}$؛ $s_y = 20.7 \text{ m} \approx 21 \text{ m}$

٢٠. إزاحة الحجر الآن هي: $s = -25$ m

التعويض في المعادلة $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ يعطي:

$$-25 = 20t + \frac{1}{2} \times (-9.81) \times t^2$$

لذلك، $4.9t^2 - 20t - 25 = 0$ أو تقريبًا $5t^2 - 20t - 25 = 0$، والتي يمكن تبسيطها إلى:

$$t^2 - 4t - 5 = (t - 5)(t + 1) = 0$$

لذلك، الزمن المستغرق للوصول إلى قعر الجرف = 5 s (أي 1 s أكثر). الإجابة الدقيقة هي:

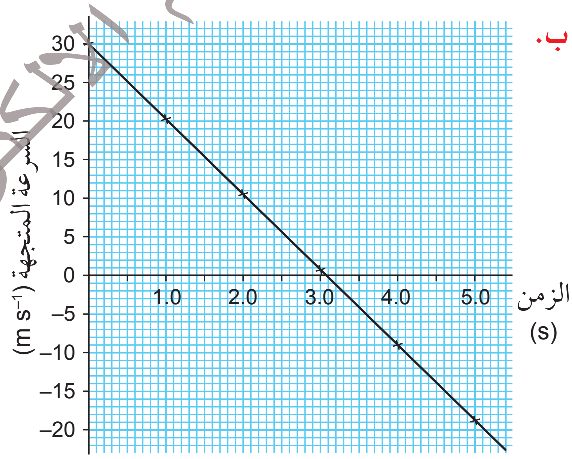
$$5.08 \approx 5.1 \text{ s}$$

في حلّ المعادلة التربيعية ستجد حلًا ثانيًا، $t = -1\ s$. من الواضح أن الحجر لا يمكن أن يستغرق زمنًا سالبًا للوصول إلى قاع الجرف. ومع ذلك، فإن هذا الحلّ له معنى: فهو يفيدنا أنه لو تمّ إلقاء الحجر إلى الأعلى من قاع الجرف بالسرعة الصحيحة، لكان قد تحرك إلى الأعلى بسرعة $20\ m\ s^{-1}$ أثناء مروره بأعلى الجرف عند $t = 0\ s$.

٢١. **أ.** استخدم $v = u + at$ لحساب v، وتذكّر أن $a = -9.81\ m\ s^{-2}$

السرعة المتجهة ($m\ s^{-1}$)	30	20.19	10.38	0.57	−9.24	−19.05
الزمن (s)	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0

ب.



ج. 3.1 s

٢٢. **أ.** تبقى السرعة الأفقية ثابتة بعد القذف (بإهمال مقاومة الهواء)، لذلك، السرعة الأفقية:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{12.0}{4.0} = 3.0\ m\ s^{-1}$$

ب. للمسافة الرأسية، استخدم $s = ut + \frac{1}{2}at^2$، تذكّر أن $u = 0$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = 0 + \frac{1}{2} \times (-9.81) \times 4.0 \times 4.0 = -78.5\ m$$

لذلك يبلغ ارتفاع الجرف 78.5 m

٢٣. **أ.** المركّبة الرأسية للسرعة المتجهة:

$$= 8 \times \sin 40° = 5.14 \approx 5.1\ m\ s^{-1}$$

ب. المركّبة الرأسية للسرعة المتجهة: $0\ m\ s^{-1}$

ج. أعد ترتيب المعادلة $v = u + at$، بحيث يكون الزمن:

$$t = \frac{v - u}{a}$$

$$t = \frac{0 - 5.14}{-9.81} = 0.524 \approx 0.52\ s$$

د. المركّبة الأفقية للسرعة المتجهة:

$$= 8 \times \cos 40° = 6.13 \approx 6.1\ m\ s^{-1}$$

هـ. افترض أن المركّبة الأفقية للسرعة المتجهة ثابتة المقدار واستخدم معادلة المسافة:

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = 6.1 \times 0.52 + 0 = 3.21 \approx 3.2\ m$$

٢٤. أولًا، احسب الزمن المستغرق للكرة للعودة إلى سطح الأرض.

السرعة الرأسية الابتدائية:

$$u_{\text{رأسية}} = 40 \times \sin 45° \approx 28.3\ m\ s^{-1}$$

نعلم أن المسافة الرأسية التي تمّ تخطّيها عندما تصطدم الكرة بسطح الأرض = 0 m، لذا أعد ترتيب المعادلة $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ لإيجاد t:

$$0 = 28.3t + \frac{1}{2} \times -9.81t^2 = 28.3t - 4.905t^2$$

لذلك، $t = 0$ (عند رمي الكرة) أو $t = 5.77\ s$ (عندما تعود إلى سطح الأرض)

افترض أن السرعة المتجهة الأفقية ثابتة المقدار:

$$u_{\text{أفقية}} = 40 \times \cos 45° = 28.3\ m\ s^{-1}$$

لذلك، المسافة الأفقية:

$$s = ut = 28.3 \times 5.77$$

$$= 163\ m \approx 160\ m$$