

حل بچروت الميكانيكا، البصريّات والأمواج 2013

حل السؤال الأوّل

أ. معدّل السرعة لجسما خلال زمن معيّن Δt هي عبارة عن السرعة الثابتة التي إذا سار بها الجسم لقطع نفس الإزاحة Δx . معنى هذا أنّ معدّل السرعة هي عبارة عن الإزاحة مقسومة على الزمن ($\bar{v} = \Delta x / \Delta t$).

ب. بما أنّ القارين قطعاً نفس الإزاحة خلال نفس الزمن فتوجد لهما نفس السرعة المتوسطة.

ج. علينا أن نتذكّر أنّ السرعة اللحظية في لحظة ما، هي عبارة عن ميل الرسم البياني للموقع كدالة للزمن (ميل الرسم البياني المعطى).

في المجال الزمني ما بين 150sec و 230sec، نلاحظ أنّ ميل الرسم البياني في حالة نقصان، أي أنّ السرعة اللحظية في حالة نقصان، ولهذا فإنّ التسارع سالب.

د. خلال الزمن ما بين 150sec و 230sec، يقطع القارب "ب" إزاحة مقدارها (1km = 1000m) ابتداءً من سرعة ابتدائية هي عبارة عن السرعة الثابتة التي سار فيها قبل التسارع وهي:

$$v_0 = \frac{3000 \text{ m}}{150 \text{ sec}} = 20 \text{ m/sec}$$

لهذا نحصل من العلاقة: $\Delta x = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$ على أنّ:

$$1000 = 20(230 - 150) + \frac{1}{2} a (230 - 150)^2$$

$$\Rightarrow a = -0.1875 \text{ m/sec}^2$$

هـ. في المرحلة الأولى ما ن 150sec و 230sec سرعة القارب ثابتة مقدارها $v_1 = 20 \text{ m/sec}$.

في المرحلة الثانية القارب يتحرك بتباطؤ، حيث نحصل على:

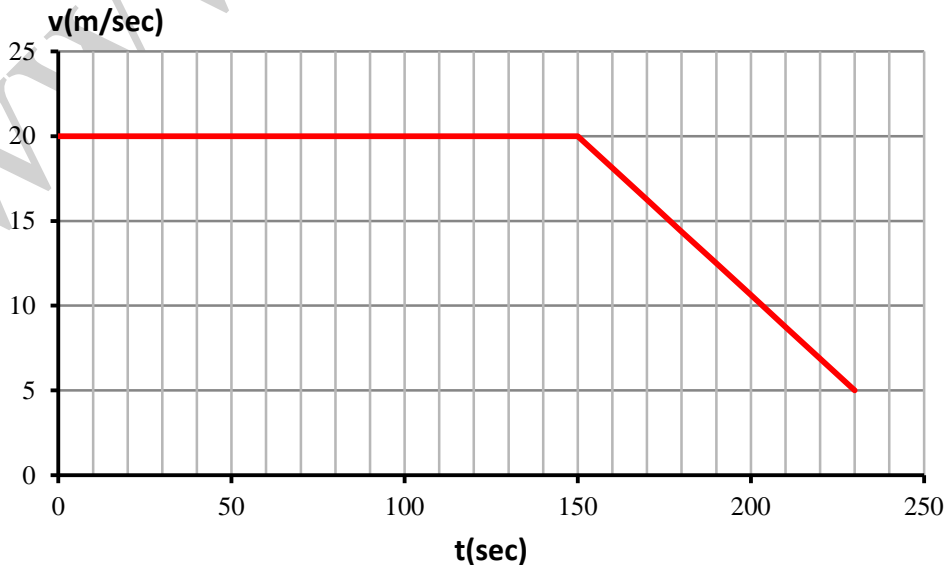
$$v_2(t) = v_0 + a(t - 150) = 20 - 0.1875(t - 150) =$$

$$= 48.125 - 0.1875t$$

السرعة النهائية هي:

$$v(230) = 20 - 0.1875(230 - 150) = 5 \text{ m/sec}$$

لهذا نحصل على رسم بياني من الصورة التالية:



حل السؤال الثاني

أ. من التعبير المعطى نحصل على أن:

$$[k] = \frac{[f]}{[v^2]} = \frac{N}{m^2/sec^2} = \frac{kg\ m/sec^2}{m^2/sec^2} = \frac{kg}{m}$$

ب. السقوط الحر هو عبارة عن حركة الجسم بتأثير قوة الجاذبية فقط.

الحركة المُعطاة لا تعتبر سقوطاً حراً، وذلك لأنه تعمل على الجسم بالإضافة لقوة الجاذبية قوة الاحتكاك مع الهواء.

ج.

في لحظة البداية ($t = 0$) القوة الوحيدة التي تعمل على الجسم هي (mg) وذلك لأن سرعة الجسم في هذه اللحظة هي صفر، وقوة الاحتكاك مع الهواء صفر، لهذا يكون تسارع الجسم في هذه اللحظة (g).

مع تقدّم الزمن تزداد سرعة الجسم، مما يؤدي إلى ازدياد قوة الاحتكاك، وبالتالي إلى نقصان التسارع، وذلك لأنّ التسارع مُعطى بالعلاقة:

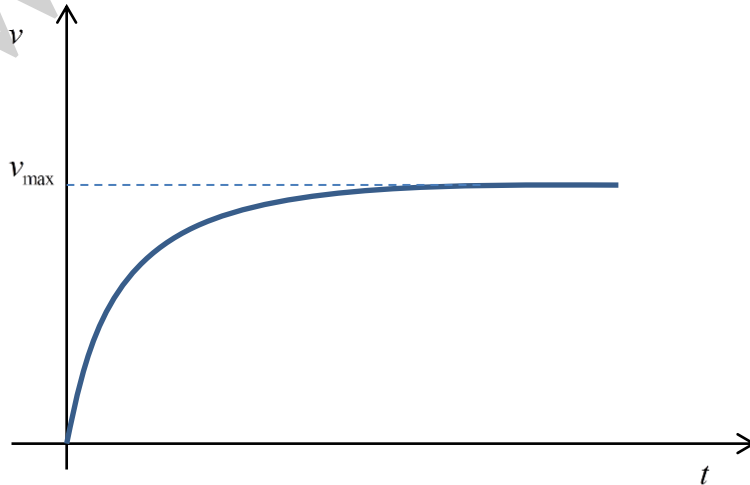
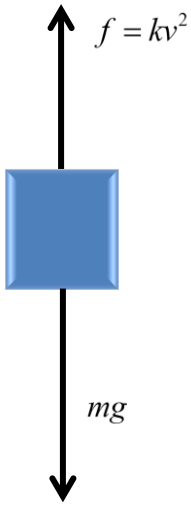
$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{mg - kv^2}{m}$$

التسارع الآن ما زال موجبا إلا أنه أخذ بالنقصان وذلك لأنه كلما ازدادت السرعة تقل القوة المحصلة. معنى هذا أنه مع تقدّم سقوط الجسم، تزداد سرعته، لكن بوتيرة أخذة بالنقصان، حتى اللحظة التي تُصبح فيها قوة الاحتكاك مع الهواء مساوية لقوة. في هذه اللحظة يُصبح الجسم في حالة اتزان، وتصبح سرعة الجسم ثابتة هي عبارة عن السرعة النهائية القصوى التي يصل إليها الجسم أثناء سقوطه.

د. السرعة القصوى (v_{\max}) تكون في اللحظة التي يتحقق فيها أنّ $\Sigma F = 0$ ، أي أن:

$$mg = kv_{\max}^2$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{mg}{k}} = \sqrt{\frac{100}{0.25}} = 20\ m/sec$$



حل السؤال الثالث

أ. نستخدم العلاقة: $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ ، حيث نعوض أن $v = 0$ ، ونحصل على:

$$v_0^2 = -2a\ell$$

انتبه إلى أن a سالب، لهذا المقدار على اليمين هو موجب.

$$\ell = \frac{v_0^2}{-2a}$$

لهذا عندما نضع السرعة نحصل على أن:

$$\ell' = \frac{(2v_0)^2}{-2a} = 4 \frac{v_0^2}{-2a} = 4\ell$$

معنى هذا أن مسافة التوقف تزداد بأربعة أضعاف.

$$\ell' = \frac{v_0^2}{-2(1.5a)} = \frac{2}{3} \left(\frac{v_0^2}{-2a} \right) = \frac{2}{3} \ell \text{ ج.}$$

د. الطاقة التي تحولت إلى حرارة هي عبارة عن الطاقة الحركية التي كانت بحوزة السيارة في البداية وهي:

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(1500)(15)^2 = 168,750 \text{ J}$$

$$\ell = \frac{v_0^2}{-2a} \text{ هـ.}$$

تسارع السيارة هو:

$$a = \frac{-3000 \text{ N}}{1500 \text{ kg}} = -2 \text{ m/sec}^2$$

لهذا نحصل على:

$$\ell = \frac{15^2}{-2(-2)} = 56.25 \text{ m}$$

حل السؤال الرابع

أ.

$$\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{\Delta t} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = m\vec{a}$$

ب. التغير الذي طرأ على كمية حركة الكرة هو عبارة عن كمية الدفع التي عملت عليها وهي عبارة عن المساحة

المحصورة ما بين الرسم البياني للقوة وبين محور الزمن. عدد المربعات بين الرسم والمحور هو 10 مربعات

بالتقريب. مساحة المربع الواحد هي: $(S_1 = 200 \text{ N} \times 0.001 \text{ sec}) = 0.2 \text{ Nsec}$ ، لهذا نحصل على أن كمية

$$\text{الدفع هي: } J = 10(0.2 \text{ Nsec}) = 2 \text{ Nsec} .$$

ج.

بما أن الضربة هي أفقية، فإن السرعة العمودية v_y لا تتغير وتبقى 5 m/sec ، بينما بالاتجاه الأفقي تكتسب

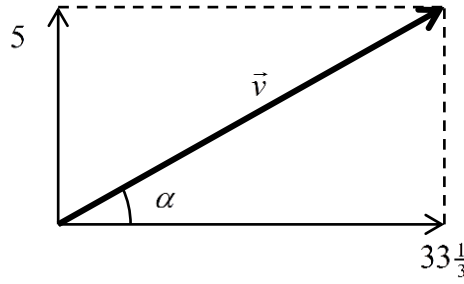
الكرة سرعة مقدارها (نختار الاتجاه الموجب باتجاه كمية الدفع):

$$J_x = mv_{2x} - mv_{1x}$$

$$2 = 0.006v_{2x} - 0$$

$$\Rightarrow v_{2x} = 33 \frac{1}{3} \text{ m/sec}$$

لهذا السرعة المحصلة هي:



$$v = \sqrt{5^2 + 33\frac{1}{3}^2} = 33.7 \text{ m/sec}$$

واتجاه هذه السرعة نسبة لسطح الأرض هو:

$$\tan \alpha = \frac{5}{33\frac{1}{3}} \Rightarrow \alpha = 8.53^\circ$$

د.

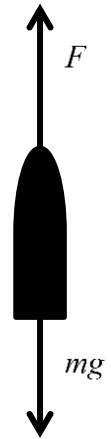
(1) هذا الادعاء صحيح، إذ أنه أثناء عملية الاصطدام عملت بين الكرة والكرة الأرضية قوى فعل ورد فعل، نتيجة هذه القوى تتغير كمية حركة الكرة وكمية حركة الكرة الأرضية، بحيث أن التغير بكمية حركة الكرة الأرضية مساو بالمقدار ومعاكس بالاتجاه للتغير بكمية حركة الكرة.

(2) غير صحيح.

(3) غير صحيح، فكمية الحركة تغيرت (انتبه إلى أن لكمية الحركة توجد إشارة هنا)، لكن الطاقة الحركية للكرة لم تتغير.

حل السؤال الخامس

أ.



$$a = \frac{F - mg}{m} = \frac{1.16 \times 10^7 - (7.3 \times 10^5) 10}{7.3 \times 10^5} = 5.89 \text{ m/sec}^2 \text{ ب.}$$

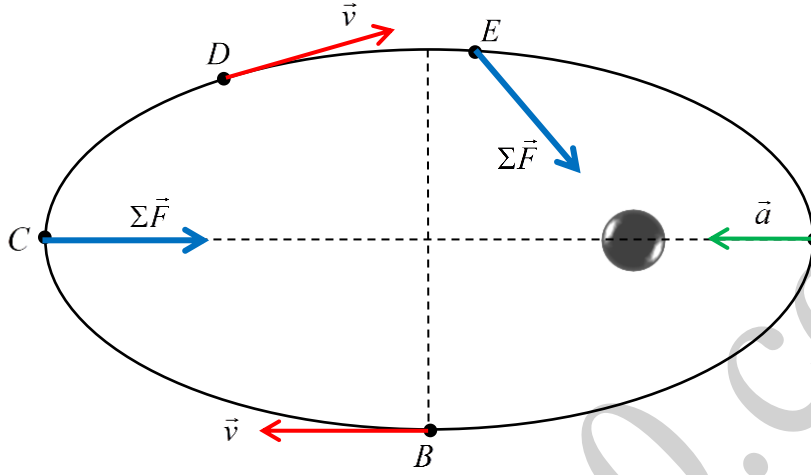
ج.

(1) في غرفة الاحتراق يختلط الوقود مع الأكسجين، عملية الاحتراق تؤدي إلى اندفاع الغاز المشتعل من الصارخ بقوة كبيرة. ما بين الغاز المندفع وبين الصاروخ تعمل قوى فعل ورد فعل، حسب القانون الثالث

لنيوتن. نتيجة هذا الأمر تعمل قوّة على الصاروخ تؤدّي إلى اندفاعه.

(2) التسارع يزداد وذلك لأنّ كتلة الصاروخ آخذة بالنقصان وذلك بسبب احتراق الوقود واندفاعه خارجاً من الصاروخ.

د.



تفسير:

السرعة تتّجه باتّجاه المماس للمسار.

القوّة المحصّلة هي عبارة عن قوّة جاذبيّة الكوكب، ولهذا فهي تتّجه نحو مركز الكوكب.

التسارع يتّجه باتّجاه القوّة المحصّلة، وذلك بحسب القانون الثاني لنيوتن.

هـ. في النقطة A سرعة القمر الاصطناعي قصوى، وذلك بحسب القانون الثاني لكبلر:

فالخط الواصل ما بين القمر ومركز الأرض يُغطّي مساحات متساوية بأزمنة متساوي، معنى هذا أنّ القمر يكون أسرع في دورانه كلّما اقترب من الأرض أكثر، والعكس صحيح.

لهذا السبب، تكون للقمر سرعة قصوى في النقطة A وذلك لأنّه موجود في هذه النقطة في أقرب نقطة من مركز الأرض.

حل السؤال السادس

أ. الصورة الوهميّة هي الصورة التي نراها في موقع يختلف عن الموقع الذي صدرت منه الأشعّة، أنما نراها في موقع هو عبارة عن تقاطع الامتدادات للأشعّة الواصلة للعين، كما هو الحال في الصور المتكوّنة في المرآة.

أمّا الصورة الحقيقيّة فهي الصورة التي نراها في الموقع الذي تصدرت منه الأشعّة، كما هو الحال عندما ننظر مباشرة إلى شخص، فنرى صورته في الموقع الذي صدرت منه الأشعّة (جسمه)، أو الصورة الحقيقيّة في العدسة المجمّعة.

ب. لكي تتكوّن صورة وهميّة في العدسة المجمّعة، يجب أن يكون الجسم على بُعد عن العدسة أقل من البُعد البؤري للعدسة ($u < f$)، وهذا يلائم الحالة الموصوفة في الشكل "ب".

ج.

$$f = \frac{1}{C} = \frac{1}{2 \frac{1}{m}} = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

د. $v = -60 \text{ cm}$ (البُعد سالب وذلك لأن الصورة تقديرية).

$$\frac{1}{u} + \left(\frac{1}{-60} \right) = \frac{1}{50} \quad \Rightarrow u = 27 \frac{3}{11} \text{ cm}$$

حل السؤال السابع

أ. زاوية السقوط هي الزاوية المحصورة ما بين الحزمة الساقطة على السطح وبين العمود على السطح. بما أن الحزمة معامدة على السطح، فإن زاوية سقوطها صفر.

ب. ربيع على حق، فعندما تكون زاوية السقوط صفر، فإن زاوية الانكسار تكون صفراً أيضاً دون علاقة بمعامل الانكسار، معنى هذا أن الحزمة تستمر بالحركة على خط مستقيم دون علاقة باللون، ولهذا فإن الألوان لا تتفرك في السطح AB .

بينما في السطح AC زاوية الانكسار تختلف عن الصفر، ولهذا فإن زاوية الانكسار تختلف عن الصفر، حيث أن لكل لون تكون زاوية انكسار مختلفة وذلك بحسب معامل الانكسار لهذا اللون.

ج. زاوية سقوط اللون الأحمر على السطح AC هي $\theta_1 = \alpha = 40^\circ$ ، لهذا نحصل من قانون سنيل على أن:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin 40} = 1.513 \quad \Rightarrow \theta_2 = 76.54$$

د. نرمز لزاوية الانكسار في الهواء بـ θ_2 ولزاوية السقوط في الزجاج بـ θ_1 . حسب قانون سنيل نحصل على أن:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = n \quad \Rightarrow \sin \theta_2 = n \sin \theta_1$$

بما أنه حسب الرسم المعطى زاوية السقوط θ_1 هي نفسها لكافة الألوان بينما زاوية الانكسار (θ_2) للون البنفسجي أكبر من زاوية الانكسار للون الأحمر، فنستنتج أن معامل انكسار اللون البنفسجي هو أكبر من معامل انكسار اللون الأحمر.

هـ. طول الموجة للون الأحمر أكبر من طول الموجة للون البنفسجي.

حل السؤال الثامن

أ. في الأمواج العرضية تكون الحركة الاهتزازية لجزيئات الوسط باتجاه معامد على اتجاه تقدم الموجة كما هو الوضع في أمواج الماء.

بينما في الأمواج الطولية تكون الحركة الاهتزازية لجزيئات الوسط باتجاه مواز لاتجاه تقدم الموجة كما هو الوضع في الأمواج الصوتية.

ب. نستخدم العلاقة: $\lambda = v / f$ ، ونحصل على:

$$\lambda = \frac{400 \text{ m/sec}}{500 \text{ Hz}} = 0.8 \text{ m}$$

ج. الشرط للحصول على أمواج متوقفة هو أن يتحقق أن:

$$\ell = n(\lambda / 2)$$

في الوضع الموصوف في السؤال يتحقّق أنّ $n=1$ ، لهذا نحصل على:

$$\ell = 1(0.8\text{m}/2) = 0.4\text{m}$$

د.

(1) في المرّة التالية $n=2$ ، لهذا نحصل على أنّ طول الموجة الآن:

$$\ell = n(\lambda/2) \Rightarrow 0.4\text{m} = 2(\lambda/2)$$

$$\Rightarrow \lambda = 0.4\text{m}$$

من هنا نحصل على أنّ:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{400\text{m/sec}}{0.4\text{m}} = 1000\text{Hz}$$

(2) يوجد الآن ثلاثة نقاط عقدة، حيث أنّ شكل الوتر هو كالتالي:

