ثانيا : الديناميكا

(١) القوانين والنتائج الهامة :

إذا كان الجسم يتحرك بسرعة منتظمة فإن :

$ف = ع \times ن$ ، $ع = \frac{ف}{ن}$ ، $ن = \frac{ف}{ع}$

(٢) السرعة النسبية لجسم م بالنسبة لجسم آخر ب $ع_{م ب}$:

$ع_{م ب} = ع_م + ع_ب$ في اتجاهين متضادين ←

$ع_{م ب} = ع_م - ع_ب$ في نفس الاتجاه ←

(٣) معادلات الحركة المستقيمة ذات العجلة المنتظمة :

$ع = ع_. + جـ ن$ (لا يشتمل على ف)

$ف = ع_. ن + \frac{1}{2} جـ ن^2$ (لا يشتمل على ع)

$ع^2 = ع_.^2 + 2 جـ ف$ (لا يشتمل على ن)

(٤) معادلات الحركة الرأسية تحت تأثير الجاذبية الأرضية :

هي نفس المعادلات السابقة مع استبدال جـ بـ د
مع مراعاة اتجاه الحركة الرأسية (+ ٨ و ٩ لأسفل ، - لأعلى)

زمن أقصى ارتفاع تصل له (ع) = صفر فيكون $ن = \frac{ع_.}{د}$

زمن الصعود = زمن الهبوط

مسافة أقصى ارتفاع = $\frac{ع_.^2}{2د}$

السرعة التي يعود بها الجسم لنقطة القذف = سرعة القذف

(٥) مشتقة الدوال المثلثية :

$ف = ر - ر_.$ ، $ع = \frac{ف}{ن}$ ، $جـ = \frac{ع}{ن}$

ملاحظات هامة :

إذا كانت ع ، جـ لهما نفس الإشارة فإن الحركة متسارعة $ع جـ >$.
وإذا كانتا إشاراتهما مختلفة فإن الحركة تقصيرية $ع جـ <$.

(٦) كمية الحركة : $د = ك \times ع$

ملاحظة هامة :

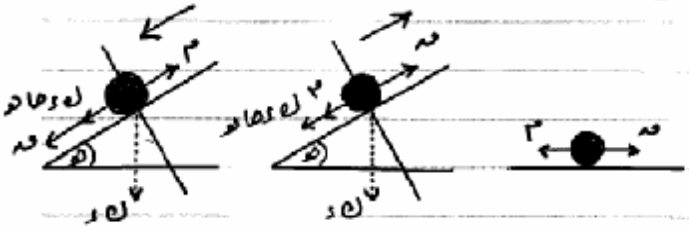
* إذا كانت $م_1 ع_1 = م_2 ع_2$ فإن $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_2}{ع_1}$

* إذا كانت $م_1 ع_1^2 = م_2 ع_2^2$ فإن $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_2^2}{ع_1^2}$

(٧) قانون نيوتن الأول :

يظل الجسم على حالته من السكون أو الحركة بسرعة منتظمة ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته .

المعادلة الرياضية لقانون نيوتن الأول : القوى = صفر
ويتحرك الجسم حركة منتظمة أو يأتمن سرعة .



(٨) قانون نيوتن الثاني :

معدل تغير كمية الحركة لجسم يتناسب مع القوة المحركة له ويكون في نفس الاتجاه .

المعادلة الرياضية لقانون نيوتن الثاني : القوى المؤثرة = ك جـ
ويتحرك الجسم بعجلة منتظمة جـ
وبالتطبيق على الأشكال السابقة فإن :

ك جـ = ق - م ، ك جـ = ق - م - ق وحاد

ك جـ = ق + ق وحاد - م

(٩) حركة المصاعد (الحركة الرأسية) :

* إذا كان المصعد ساكناً أو يتحرك بسرعة منتظمة

∴ ر = ك ء أو ق = ك ء

* إذا كان المصعد صاعد لأعلى بعجلة منتظمة فإن :

∴ ر = ك (ء + جـ) أو ق = ك (ء + جـ)

* إذا كان المصعد هابط لأسفل بعجلة منتظمة فإن :

∴ ر = ك (ء - جـ) أو ق = ك (ء - جـ)

ملاحظة هامة :

(١) إذا كان الوزن الظاهري ر > الوزن الحقيقي ك ء
فإن الحركة تكون لأعلى

(٢) إذا كان الوزن الظاهري ر < الوزن الحقيقي ك ء
فإن الحركة تكون لأسفل

* الوزن الظاهري هو قراءة الميزان .
* الميزان ذو الكفتين يعطي دائماً وزنه حقيقي .

(١٠) الدفع :

د = ق × ن — الدفع = القوة الدافعة × الزمن

د = ك (ع - ع) — الدفع = التغير في كمية الحركة

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

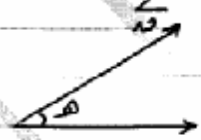
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مجموع كميتي الحركة قبل التصادم = مجموع كميتي الحركة بعد التصادم

$ك_1ع_1 + ك_2ع_2 = ك_1ع'_1 + ك_2ع'_2$ (تصادم مرن)

$ك_1ع_1 + ك_2ع_2 = (ك_1+ك_2)ع$ (تصادم غير مرن)

(١١) الشغل :



شـ = ق ○ ف

= ||ق|| ||ف|| جتا هـ

شـ = قـ ف

* الوحدات المتجانسة :

القوة	قـ	نيوتن	داين
المسافة	ف	متر	سم
السرعة	ع	م/ث	سم/ث
العجلة	جـ	م/ث^2	سم/ث^2
الشغل	شـ	جول	إرج
الزمن	ن	ثانية	ثانية
كمية الحركة	م	ك جم م/ث	ج جم سم/ث

* التحويلات الهامة :

ن كجم $\xleftarrow{\times 9.8}$ نيوتن

ن جم $\xleftarrow{\times 980}$ داين

نيوتن $\xleftarrow{\times 10^5}$ داين

جول $\xleftarrow{\times 10^7}$ إرج

كيلومتر $\xleftarrow{\times 1000}$ متر

متر $\xleftarrow{\times 100}$ سم

كم/س $\xleftarrow{\times \frac{5}{18}}$ م/ث

* ملاحظة *
التحويلات العكسية تتم عند طريق القسمة

أمثلة محلولة

مثال (١)

قامت سيارة P متحركة على طريق مستقيم بقياس السرعة النسبية لسيارة Q قادمة في الاتجاه المضاد فوجدتها ١٢٠ كم/س ولما خفضت السيارة P سرعتها إلى النصف وأعادت القياس وجدت أن السرعة النسبية للسيارة Q أصبحت ١٠٠ كم/س .

أوجد مقدار السرعة الفعلية لكل منهما .

الحل :

$ع_{ب/م}$ ← $ع_م$ $ع_ب$

في الحالة الأولى :

$ع_{ب/م} = ع_ب + ع_م$ ← $ع_ب + ع_م = 120$

في الحالة الثانية $ع_ب + \frac{1}{2}ع_م = 100$

بحل المعادلتين : $ع_م = 40$ كم/س ، $ع_ب = 80$ كم/س

مثال (٢)

يتحرك طراد وسفينة على مسار مستقيم واحد ، كل منهما متجه نحو الآخر . راقب الطراد حركة السفينة فوجد أنها تتحرك بسرعة ٨٠ كم/س ، ولما أصبحت المسافة بينهما ٦ كم أطلق الطراد صاروخاً نحو السفينة ، فإذا علمت أنه يحرك الصاروخ بتطبيع دفعه بسرعة ١٠٠ كم/س . فما هو الزمن الذي ينقضي منذ لحظة الإطلاق وحتى لحظة إصابة الهدف .

الحل :

$ع_ط$ ← $ع_س$ $ع_ط$

$ع_{س/ط} = ع_س + ع_ط$ ∴ $ع_س + ع_ط = 80$ كم/س

$ع_ط$ ← $ع_س$

نوجد سرعة الصاروخ بالنسبة للسفينة علماً بأن $ع_ص = 100 + ع_ط$

$ع_{ص/س} = ع_ص + ع_س$ ∴ $ع_{ص/س} = 100 + ع_ط + 80 - ع_ط$

∴ $ع_{ص/س} = 180$ كم/س

∵ $ن = \frac{ف}{ع}$ ∴ $ن = \frac{60}{180} = \frac{1}{3}$ ساعة = ٢٠ دقيقة

مثال (٣)

إذا كان متجه الموضع $ر$ لجسيم يتحرك بحيث $ر = (5ن^3 - 5ن^2 + 6ن + 6)$ ت حيث ت متجه وحدة ثابت ومقدار $ر$ مقيساً بالسنتيمتر ، $ن$ هو الزمن مقيساً بالثانية .

فعين متجهات السرعة والإزاحة والعجلة لهذا الجسيم ، واثبت أن الحركة قصيرية عندما $ن = 0$ ومتسارعة عندما $ن = 1$

الحل :

∵ $ر = (5ن^3 - 5ن^2 + 6ن + 6)$ ت ، ∵ $ف = ر - ر_0$

∵ $ر_0 = 6$ ت ∴ $ف = (5ن^3 - 5ن^2 + 6ن)$ ت

∵ $ع = \frac{ف}{ن}$ ∴ $ع = (15ن^2 - 10ن + 6)$ ت

∵ $ه = \frac{ع}{ن}$ ∴ $ه = (30ن - 10)$ ت

عندما $ن = 0$

$ع = 6$ ، $ه = -10$ ∴ $ع ه = -60 < 0$

∴ الحركة قصيرية عند $ن = 0$

عندما $ن = 1$

$ع = 11$ ، $ه = 20$ ∴ $ع ه = 220 > 0$

∴ الحركة متسارعة عند $ن = 1$

مثال (٤)

يتحرك جسم كتلته ٢ كجم بتأثير قوة $قـ = (3ن^2 - ن)$ ت + $(ن^2 + ن)$ ك حيث ت ، ك متجها وحدة متعامدين ، ومقدار $قـ$ بالنيوتن وكان $ف = (\frac{3}{4}ن^4 - ن)$ ت + $(\frac{1}{3}ن^3 + ن^2)$ ك ، ومقدار $ف$ يقاس بالمتر أوجد قيمة الثابت

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحل:

$\because \vec{ع} = \frac{د\vec{ف}}{د\vec{ن}} = (٣ن^{٢} - ١)\vec{س} + (٤ن + ١)\vec{ص}$

$\therefore \vec{ج} = \frac{د\vec{ع}}{د\vec{ن}} = ٣\vec{س} + ٤\vec{ص}$ ، $ك = ٢$ كجم

$\because \vec{ق} = ك\vec{ج}$ $\therefore \vec{ق} = ٢(٣\vec{س} + ٤\vec{ص})$

$\therefore \vec{ق} = ٦\vec{س} + ٨\vec{ص}$ ، $\vec{ق} = ب\vec{س} + ب\vec{ص}$

$\therefore ب = ٦$ ، $ب = ٨$

مثال (٥) :

يؤثر على جسيم كتلته ٥٠ جرام قوة في اتجاه ثابت وقيمتها بالنيوتن تساوي $(٥ن - ن^{٢})$ حيث ن الزمن بالثانية ، إذا علم أن الجسيم يبدأ حركته عندما $ن = ٠$ فأوجد مقدار القوة المؤثرة على الجسيم ، والشغل الذي بذلته هذه القوة خلال الثواني الخمسة الأولى من حركته .

الحل :

$\because \vec{ق} = (٥ن - ن^{٢})\vec{ت}$ $\therefore \vec{ج} = (٥ - ٢ن)\vec{ت}$

$\therefore \vec{ج} = -٢\vec{ت}$ $\because \vec{ق} = ك\vec{ج}$

$\therefore \vec{ق} = ٥٠ \times -٢\vec{ت}$ $\therefore \vec{ق} = -١٠٠\vec{ت}$

$\because$ شغ $= \vec{ق} \cdot \vec{ف} = -١٠٠\vec{ت} \cdot (٥ن - ن^{٢})\vec{ت}$

$\therefore$ شغ $= -٥٠٠ن + ١٠٠ن^{٢}$

الشغل خلال ٥ ثوان $= -٥٠٠ \times ٥ + ١٠٠ \times ٢٥ =$ صفر

مثال (٦)

جسم كتلته ٢١ كجم معلق في ميزان زنبركي مثبت بسقف مصعد أوجد قراءة الميزان بوزنه الكيلوجرام

(١) إذا كان المصعد يتحرك رأسياً لأعلى بعجلة منتظمة ١٠٥ سم/ث^{٢}

(٢) إذا كان المصعد يتحرك رأسياً بسرعة منتظمة .

الحل :

أولاً : إذا كان المصعد يتحرك رأسياً لأعلى بعجلة :

ك = ٢١ كجم

جـ = ١٠٥ سم/ث^{٢} $= ١٫٠٥$ م/ث^{٢}

سـ = ؟

$\because$ سـ = ك (د + جـ)

$\therefore$ سـ = ٢١ (٩٫٨ + ١٫٠٥) = ٢٢٫٨٥ نيوتن

$\therefore$ سـ = ٢٣٫٢٥ ث كجم

ثانياً : إذا كان المصعد يتحرك رأسياً بسرعة منتظمة :

$\therefore$ سـ = ك د = ٢١ × ٩٫٨ $\therefore$ سـ = ٢١ ث كجم

مثال (٧)

علق جسم كتلته ١٢ كجم في ميزان زنبركي معلق في سقف مصعد يتحرك رأسياً فكانت قراءة الميزان ٨ ث كجم عين مقدار واتجاه عجلة حركة المصعد

الحل :

$\because$ قراءة الميزان سـ = ٨ ث كجم ، الوزن الحقيقي = ١٢ كجم

$\therefore$ المصعد هابط لأسفل لأن الوزن الظاهري < الوزن الحقيقي

$\because$ سـ = ك (د - جـ)

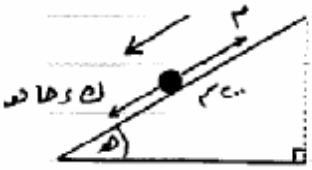
$\therefore ٨ \times ٩٫٨ = ١٢ (٩٫٨ - جـ)$ $\therefore$ جـ $= ٢٫٤ \frac{٤}{١٥}$ م/ث^{٢}

مثال (٨)

بدأ جسم كتلته ٣٠٠ جرام حركته من السكون من قمة مستوى مائل طوله ٣٠٠ سم وارتفاعه ١٠٠ سم ، فإذا كانت المقاومة لحركة الجسم ثابتة وتساوي ١٤٠ ثقل جرام فأوجد :

① الشغل المبذول حتى يصل الجسم إلى قاعدة المستوى .

② سرعة وصول الجسم إلى قاعدة المستوى .



الحل :

م = ١٤٠ ث جرام

جـ = ٠

$\because$ هاهـ = القوى المؤثرة

$\therefore$ ٣٠٠ هـ $= \frac{١}{٣} \times ٩٨٠ \times ٣٠٠ - ٩٨٠ \times ١٤٠ = ٩٨٠٠$

$\therefore$ هـ $= \frac{٩٨٠٠}{٣٠٠} \leftarrow$ هـ $= ٣٢ \frac{٢}{٣}$ سم/ث^{٢}

الشغل المبذول حتى يصل الجسم لقاعدة المستوى

$= ($ك هاهـ $- ٣) \times ٣٠٠ = (١٤٠ - \frac{١}{٣} \times ٢٠٠) \times ٣٠٠$

$= ٣٠٠٠$ ثقل جرام سم ①

$\because ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢$ جـ ف

$\therefore ع^{٢} = ٠ + ٢ \times \frac{٩٨}{٣} \times ٣٠٠$ $\therefore ع = \frac{٦٧٢\sqrt{٤٠}}{٣}$ سم/ث

مثال (٩)

تتحرك باخرة في مسار مستقيم نحو ميناء وعلى صارية على بعد ٤٥ كم من الميناء مرت طائرة في الاتجاه المضاد بسرعة ٢٥٠ كم/س ورصدت حركة الباخرة فوجدت أنها متحركة بسرعة ٢٦٥ كم/س . احسب الزمن الذي يمضي حتى تصل الباخرة للميناء

الحل :

الطائرة (ط) ← ف = ٤٥ كم ← الباخرة (ب)

الميناء

$\because$ الباخرة والطائرة في اتجاهين متضادين

$\therefore ع_{ب ط} = ع_{ب} + ع_{ط}$ $\therefore ٢٦٥ = ع_{ب} + ٢٥٠$

$\therefore ع_{ب} = ١٥$ كم/س ، ف = ٤٥ كم

$\because ن = \frac{ف}{ع}$ $\therefore ن = \frac{٤٥}{١٥} = ٣$ ساعات

مثال (١٠)

سقط جسم من قمة برج رأسي مرتفع فبلغ الأرض من حركته ٣ و ٢٤ متر أوجد : (١) ارتفاع البرج

(٢) سرعة وصول الجسم لسطح الأرض .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحل :

ع = ٠

ف = -س

ن = ن - ١

نوجد المسافة س كما لآتي :

ع = ٠ ، ك = ٩,٨ م/ث² ، ف = س ، ن = ن - ١

∴ ف = ع ن + ½ ك ن²

∴ س = ½ × ٩,٨ × (ن - ١)²

س = ٤,٩ (ن² - ٢ن + ١) ← (١)

٣٤,٢ = ن

نوجد المسافة الكلية ف = س + ٣٤,٢ كالآتي :

ع = ٠ ، ك = ٩,٨ م/ث² ، ف = س + ٣٤,٢ ، ن = ن

∴ س + ٣٤,٢ = ½ × ٩,٨ ن²

∴ س + ٣٤,٢ = ٤,٩ ن² ← (٢)

بالتعويض (١) في (٢) ∴ ٤,٩ ن² - ٣٤,٢ = ٤,٩ ن² - ٩,٨ ن + ٤,٩

∴ ن = ٤

∴ المسافة س = ½ (٩,٨) × ٩ = ٤٤,١ متر

∴ ارتفاع البالون = ٤٤,١ + ٣٤,٢ = ٧٨,٤ متر ✻ (١)

∴ ع = ٠ ، ك = ٩,٨ م/ث² ، ن = ٤ + ١ = ٥ ث

∴ ع = ع + ك ن ∴ ع = ٥ × ٩,٨ = ٤٩ م/ث ✻ (٢)

مثال (١١)

إذا كان ر = (¼ ن⁴ + ٢ن³ + ٤ن - ١) ي فأثبت أن الحركة تكون متسارعة دائماً .

الحل :

∴ ف = ر - ر₀ ، ∴ ر = ر₀ + ف

∴ ف = (¼ ن⁴ + ٢ن³ + ٤ن) ي

∴ ع = ك ف / ك ن = (ن³ + ٦ن² + ٤) ي

∴ ك = ك ع / ك ن = (٣ن² + ١٢ن) ي

∴ ع هـ = (ن³ + ٦ن² + ٤)(٣ن + ١٢)

= (ن + ٢)³ × ٣ (ن + ٤) = ٣ (ن + ٢)³ (ن + ٤)

وحيث أن : ن + ٢ دائماً مقدار > ٠

∴ ٣ (ن + ٢)³ دائماً > ٠ ← ع هـ > ٠ دائماً

∴ الحركة تكون متسارعة دائماً ✻

مثال (١٢)

بدأ جسم حركته من سكون وعجلة منتظمة في خط مستقيم فقطع مسافة ٢٧ متر خلال ربع دقيقة وتغيرت كمية حركته بمقدار ٥,٤ كجم متر/ث . أوجد كتلة هذا الجسم .

الحل :

ع = ٠ ، ف = ٢٧ متر ، ن = ¼ دقيقة = ١٥ ثانية

التغير في كمية الحركة = ٥,٤ كجم متر/ث

∴ ف = ع ن + ½ هـ ن² ∴ ٢٧ = ½ × هـ × ٢٢٥

∴ هـ = ٢٧ / ١١٢,٥ ← هـ = ٢/٥ م/ث²

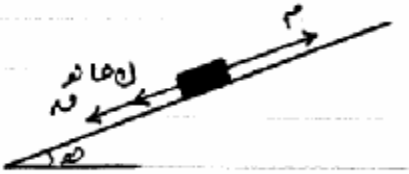
∴ ع = ع + هـ ن ∴ ع = ٠ + ٢/٥ × ١٥ = ٦ م/ث

∴ التغير في كمية الحركة = ك (ع - ع)

∴ ٥,٤ = ك (٦ - ٠) ← ك = ٥,٤ / ٦ = ٩/١٠ = ٠,٩ كجم

مثال (١٣)

قاطرة كتلتها ٧٠ طن وتتحرك بالسرعة ١٤٤٠٠ كجم تجر عدداً من العربات الكتلة كل منها ٧ طن أسفل مستوى يميل على الأفق بزاوية جيبها ١/١٣٣ فإذا كانت مقاومة الهواء والاحتكاك لحركة القطار تساوي ٢٠ ث كجم لكل طن من الكتلة ، أوجد عدد العربات التي تجرها القاطرة علماً بأن تكون السرعة منتظمة .



الحل :

ك = ٧٠ طن = ٧٠٠٠٠ كجم

هـ = ١٤٠٠٠ ث كجم

عدد العربات = ن

كتلة العربة الواحدة = ٧ طن = ٧٠٠٠ كجم

هائم = ١/١٣٣ ، م = ٢٠ ث كجم لكل طن

المقاومة الكلية = ٢٠ (٧٠ + ٧ن) ث كجم

∵ الحركة منتظمة ∴ القوى = المقاومات

∴ هـ + ل هائم = م

∴ ١٤٠٠٠ + ٧٠٠٠٠ + ٧٠٠٠ ن × ١/١٣٣ = ٢٠ (٧٠ + ٧ن)

∴ ٧٠ن = ٧٠٠٠ ← ن = ١٠٠ عربة ✻

مثال (١٤)

أثرت قوة أفقية ثابتة قدرها ٤٤٨ ث كجم على جسم ساكن كتلته ١١٢٠ كجم موضوع على مستوى أفقي أملس لمدة ٤ ثوان أوجد سرعته في نهاية المدة .

الحل :

ع = ٠

ن = ٤ ثوان

∴ ل هـ = القوى المؤثرة

∴ ٩,٨ × ٤٤٨ = ١١٢٠ جـ

∴ جـ = ٣,٩٢ م/ث²

∴ ع = ع + جـ ن

∴ ع = ٠ + ٤ × ٣,٩٢ = ١٥,٦٨ م/ث

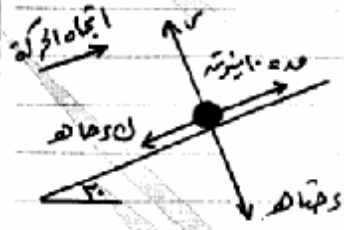
لاحظ : يجب تحويل القوى لوحدة النيوتن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (١٥)

وضع جسم كتلته ١ كجم على مستوى أملس يميل على الأفق بزاوية قياسها ٣٠° وأثرت عليه قوة مقدارها ١٠ نيوتن في اتجاه خط أكبر ميل للمستوى لأعلى ، أوجد عجلة الحركة ورد فعل المستوى على الجسم

الحل :



∵ ك جـ = القوى المؤثرة

∴ ك ك = ق − ك د هاه

∴ ١ × جـ = ١٠ − ١ × ٩٫٨ × ٠٫٥

∴ جـ = ١٠ − ٤٫٩ = ٥٫١ م/ث²

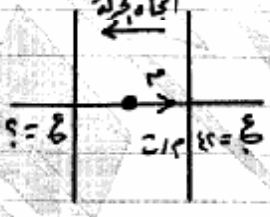
و ∴ ر = ك د هاه

= ١ × ٩٫٨ × √٣/٢ ∴ ر = ٤٫٩ √٣ نيوتن

مثال (١٦)

أطلقت رصاصة كتلتها ٣٥ جرام بسرعة ٤٢٠ م/ث على حاجز ثابت سمكه الخشب ٥٠ سم اوجد سرعة خروج الرصاصة إذا كانت مقاومة الخشب ثابتة = ٥٫٦ ث كجم .

الحل :



ك = ٣٥ جرام = ٣٥/١٠٠٠ كيلوجرام

ع = ٤٢٠ م/ث

ف = ٥٠ سم = ١/٢ متر

م = ٥٫٦ ث كجم

∵ ك جـ = القوى المؤثرة ∴ ٣٥/١٠٠٠ × جـ = − م

∴ ٣٥/١٠٠٠ × جـ = − ٥٫٦ × ٩٫٨

∴ جـ = − ١٠٠٠/٣٥ × ٥٫٦ × ٩٫٨ = − ١٥٦٨ م/ث²

∵ ع² = ع² + ٢ جـ ف ∴ ع² = (٤٢٠)² − ٢ × ١٥٦٨ × ١/٢

∴ ع² = ١٩٦ ⇐ ع = ١٤ √١٣ م/ث

مثال (١٧)

علق جسم كتلته ٤٩٠ جم من ميزان زنبركي فسجل الميزان القراءة ٤٧٠ ث جم ، فهل المصعد صاعد أم هابط ؟ وما مقدار عجلة الحركة وسرعته بعد ٥ ثوان ؟

الحل :

∵ الوزن الحقيقي ٤٩٠ ث جم والوزن الظاهري ٤٧٠ ث جم

∴ الوزن الظاهري < الوزن الحقيقي

∴ المصعد هابط بعجلة منتظمة

∵ ك (د − جـ) = ٤٧٠ × ٩٨٠ = ٤٩٠ (٩٨٠ − جـ)

∴ ٤٩٠ = ٤٧٠ (٩٨٠ − جـ)

∴ ٩٨٠ − جـ = ٤٩٠ × ٤٧٠ / ٤٩٠

∴ ٩٨٠ − جـ = ٤٧٠

∴ جـ = ٥١٠ سم/ث²

∵ ن = ٠ ، ز = ٥ ث ، ع = ؟

∵ ع = ن + جـ ز ∴ ع = ٠ + ٥١٠ × ٥

∴ ع = ٢٥٥٠ سم/ث

مثال (١٨)

علق جسم من ميزان زنبركي مثبت في سقف مصعد فسجل الميزان القراءة ٣٠ ث كجم عندما كان المصعد صاعداً بعجلة جـ م/ث² ، وسجل الميزان القراءة ١٥ ث كجم عندما كان المصعد هابطاً بتعجيل منتظم ٣/٢ جـ م/ث²

أوجد كتلة الجسم ومقدار جـ .

الحل :

أثناء الصعود : ∑ق = ك (د + جـ)

∴ ٣٠ × ٩٫٨ = ك (٩٫٨ + جـ) ← (١)

أثناء الهبوط : ∑ق = ك (د − جـ) تعجيل منتظم = هبوط

∴ ١٥ × ٩٫٨ = ك (٩٫٨ − ٣/٢ جـ) ← (٢)

بقسمة (١) ÷ (٢) ∴ ٢ = (٩٫٨ + جـ) / (٩٫٨ − ٣/٢ جـ)

∴ ١٩٫٦ − ٣ جـ = ٩٫٨ + جـ

∴ ٤ جـ = ٩٫٨ ∴ جـ = ٩٫٨/٤ = ٢٫٤٥ م/ث²

بالتعويض في (١)

∴ ك = ٣٠ × ٩٫٨ / (٩٫٨ + ٢٫٤٥) = ٢٤ كجم

مثال (١٩)

جسر أملس كتلته ١/٢ كجم سقط رأسياً من السكون ولعب ٢ ثانية اصطدم بسطح سائل وغاص فيه بسرعة منتظمة مقدارها ٤٫٥ م/ث خلال ٠٫١ ثانية . أوجد الدفع الناتج عن تصادم الجسم مع سطح السائل . وإذا كانت زمن التصادم ١/٢٠ من الثانية فأوجد مقدار القوة الدفعية .

الحل : ع = ٠

ف = ؟ ، ن = ٠ ، ز = ٢ ثانية

∴ ف = ع + ن ز ∴ ف = ٠ + ١٩٫٦ = ١٩٫٦ م/ث

∴ ع = ؟ ∴ ع = ٠ + ٩٫٨ × ٢

∴ ع = ١٩٫٦ م/ث

وأثناء الحركة المنتظمة ع = ف/ن = ٤٫٥/٠٫١ = ٣٦ م/ث

∴ الدفع = التغير في كمية الحركة

∴ د = ك (ع − ع)

∴ د = ١/٢ (٣٦ − ١٩٫٦) = ١/٢ × ١٦ = ٨ ث كجم/ث

و ∵ د = ن ر ∴ ر = د/ن

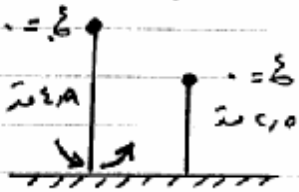
∴ ر = ٨ / ١/٢٠ = ١٦٠ نيوتن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (٢٠)
إذا كانت كتلة الغازات التي تخرج من طائرة نفاثة في الثانية الواحدة هي ٤٢ كيلوجرام وسرعة الغازات ١٨٠٠ كم/س فاوجد بالنيوتن مقدار القوة التي تندفع بها الطائرة .
الحل :
$\because$ ق = $\frac{ك}{ن}$ (ل ع) = ع $\frac{ول}{ون}$
$\therefore$ ق = $\frac{٥}{١٨}$ × ١٨٠٠ × ٤٢ = ٢١٠٠٠ نيوتن ✻

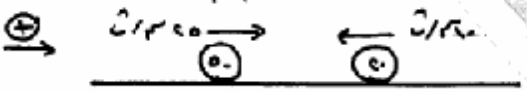
مثال (٢١)
تندفع كرة كتلتها ١٥ جم بسرعة ١٦ م/ث على مستوى أفقي ضد مقاومات مقدارها ٧٫٥ نيوتن وبعد ١٠ ثوان صدمت كرة أخرى كتلتها ٢٤ جم تتحرك في نفس الاتجاه بسرعة ٥ م/ث فإذا أصبحت سرعة الكرة الأولى بعد التصادم مباشرة ٧ م/ث في نفس الاتجاه فاوجد :
أولاً : سرعة الكرة الثانية بعد التصادم
ثانياً : دفع كل من الكرتين على الأخرى
الحل :
$\because$ ق = ك جـ $\therefore$ −٧٫٥ = ١٥ جـ $\therefore$ جـ = −$\frac{١}{٢}$ م/ث^{٢}
ع = ع$_{٠}$ + جـ ن
$\therefore$ ع (سرعة الكرة الأولى قبل التصادم مباشرة) = ١٦ − $\frac{١}{٢}$ × ١٠
$\therefore$ ع = ١١ م/ث
$\because$ ل ع$_{١}$ + ل ع$_{٢}$ = ل ع$'_{١}$ + ل ع$'_{٢}$
$\therefore$ ١٥ × ١١ + ٢٤ × ٥ = ١٥ × ٧ + ٢٤ ع$'_{٢}$
$\therefore$ ع$'_{٢}$ = ٧٫٥ م/ث ✗ (د)
د = ك$_{١}$ (ع$'_{١}$ − ع$_{١}$) = ١٥ (٧ − ١١) = −٦٠ نيوتن.ث
$\therefore$ دفع كل من الكرتين على الأخرى = ٦٠ نيوتن.ث ✻ (٢)

مثال (٢٢)
سقطت كرة من المطاط كتلتها كيلوجرام واحد من ارتفاع ٤٫٩ متر على سطح أرضي أفقي صلب فارتدت إلى أقصى ارتفاع لها وقدره ٠٫٥ متر ، احسب مقدار التغير في كمية حركة الكرة نتيجة اصطدامها بالأرض ثم أوجد مقدار رد فعل الأرض على الكرة بالنيوتن إذا كان زمن تلامس الكرة بالأرض هو ثانية .
الحل :

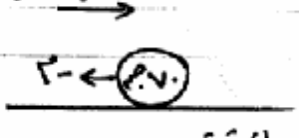


أثناء الهبوط :
$\because$ ع^{٢} = ع$_{٠}^{٢}$ + ٢ جـ ف $\therefore$ ع^{٢} = ٠ + ٢ × ٨ × ٤٫٩
$\therefore$ ع = ٩٫٨ م/ث
أثناء الصعود :
٠ = ع^{٢} − ٢ × ٩٫٨ × ٠٫٥ $\therefore$ ع = ٣٫٤٧ م/ث
التغير في كمية الحركة = ك (ع$_{٢}$ − ع$_{١}$)
= ١ (٩٫٨ − (−٧)) = ١ (٩٫٨ + ٧) = ١٦٫٨ كجم.م/ث
$\because$ ق × ن = ك (ع$_{٢}$ − ع$_{١}$)
$\therefore$ ق × ٠٫١ = ١٦٫٨ ⟵ ق = ١٦٨ نيوتن
$\because$ ق = ر + ك ء
$\therefore$ ر = ١٦٨ + ١ × ٩٫٨
$\therefore$ رد فعل الأرض على الكرة = ١٧٧٫٨ نيوتن

مثال (٢٣)
كرتان ملساوتان كتلتاهما ٢٠٠ جم ، ٥٠٠ جم تتحركان في خط مستقيم أفقي واحد وفي اتجاهين متضادين اصطدمت الكرتان عندما كانت سرعتاهما ١٠ سم/ث ، ٢٥ سم/ث على الترتيب وكونتا جسماً واحداً توقف عند الحركة بعد أن تقطع مسافة ٣٥ سم تحت تأثير مقاومة ثابتة أوجد :
① سرعة الجسم بعد التصادم مباشرة
② المقاومة التي أثرت على الجسم بالداين



الحل :
$\because$ ل ع$_{١}$ + ل ع$_{٢}$ = (ل$_{١}$ + ل$_{٢}$) ع
$\therefore$ ٢٠ × (−١٠) + ٥٠ × (٢٥) = ٧٠ ع
$\therefore$ ٧٠ ع = ١٠٥٠ − ٢٠٠ $\therefore$ ع = ١٥ سم/ث
بعد التصادم تتحرك الكتلة المشتركة في اتجاه الموجب بسرعة ١٥ سم/ث
ع^{٢} = ع$_{٠}^{٢}$ + ٢ جـ ف
$\therefore$ ٠ = (١٥)^{٢} + ٢ × ٣٥ × جـ
$\therefore$ ٧٠ جـ = −٢٢٥
$\therefore$ جـ = $\frac{-٢٢٥}{٧٠}$ = $\frac{-٤٥}{١٤}$ سم/ث^{٢}

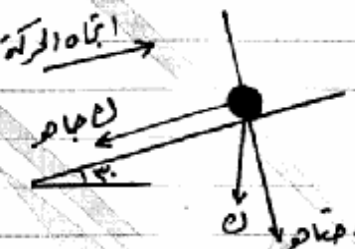


$\because$ ل جـ = القوى المؤثرة
$\therefore$ −ق = ل جـ $\therefore$ −ق = $\frac{-٤٥}{١٤}$ × ٧٠
$\therefore$ ق = ٢٢٥ داين ✻

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (٢٤)
تحرك رجل كتلته ٨٠ كجم صاعداً طريقاً منحدراً مستقيماً يميل على الأفق بزاوية قياسها ٣٠° . احسب الشغل المبذول ضد وزنه الرجل من قطع مسافة ١٢٠ متراً على ذلك المنحدر .

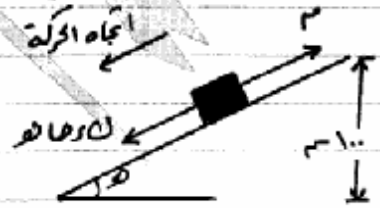
الحل :



نحلل الوزن إلى مركبتيه كما بالشكل
نلاحظ أن المركبة العمودية على اتجاه الحركة تشغل =
∴ الشغل المبذول ضد وزن الرجل = - ل جاهـ ف
= - ٨٠ × ٩٫٨ × ١٢٠ × ١/٢
= - ٤٨٠٠ كجم . متر

مثال (٢٥)
وضع جسم كتلته ١٠٠ جم عند قمة مستوى مائل فسمة ارتفاعه ١٠٠ سم فانزلق ووصل إلى قاعدة المستوى بسرعة ٣ م/ث
احسب الشغل المبذول ضد مقاومة المستوى للحركة .

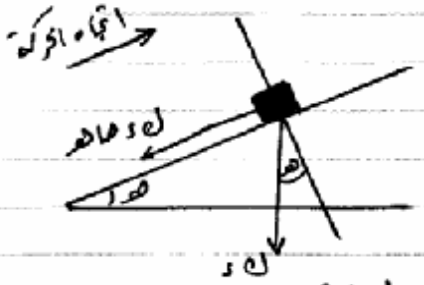
الحل :



∵ ع٢ = ج٢ + ٢ هـ ف
∴ ٩ = ٠ + ٢ هـ ف ⇐ هـ ف = ٤٫٥
∵ ل هـ = القوى المؤثرة
∴ ل هـ = ل جاهـ - م
∴ م = ل جاهـ - ل هـ (بضرب الطرفين × ف)
∴ م ف = ل جاهـ × ف - ل هـ × ف
= ١ × ٩٫٨ × ١/١٠ - ٤٫٥
∴ الشغل المبذول ضد المقاومة م ف = ٥٣٫٠ نيوتن . متر (جول)

مثال (٢٦)
مستوى مائل أملس يميل على الأفق بزاوية جيبها ١/٩٨ قذف عليه جسم كتلته ٢ كجم في اتجاه خط أكبر ميل للمستوى لأعلى بسرعة ١٫٤ م/ث . أحسب الشغل المبذول ضد الوزن حتى يسكن الجسم لحظياً .

الحل :



∵ ل هـ = القوى المؤثرة
∴ ل هـ = - ل جاهـ ∴ هـ = - جاهـ
∴ هـ = - ٩٫٨ × ١/٩٨ = - ١/١٠ م/ث٢
∵ ع٢ = ج٢ + ٢ هـ ف
∴ صفر = (١٫٤)٢ + ٢ × - ١/١٠ × ف
∴ ١/٥ ف = ١٫٩٦
∴ ف = ٩٫٨ متر
∴ الشغل المبذول ضد الوزن = ل جاهـ × ف
= ٢ × ٩٫٨ × ١/٩٨ × ٩٫٨
= ١٫٩٦ نيوتن . متر

مثال (٢٧)
يتحرك جسم كتلته ٢ جم من السكون س = ص = ٠ تحت تأثير قوة ق = ٨ س + ٤ ص إذا كان متجه موضعه ر دالة في الزمن هو ر = (٣ ن٢ + ٥) س + (ن٣ + ٢ ن) ص حيث ر بالسنتيمتر ، ن بالثانية ، فعين إحداثيتي ع ، ب ثم احسب الشغل المبذول ضد القوة ق في الفترة من ن = صفر إلى ن = ٥

الحل :
∵ ر = ٥ س + ٠ ص ، ف = ر - ر٠ = ٣ ن٢ س + (ن٣ + ٢ ن) ص
∴ ع = د ف / د ن = ٦ ن س + (٣ ن٢ + ٢) ص
∴ ك = د ع / د ن = ٦ س + ٦ ن ص
∵ ق = ك ؛ ٨ س + ٤ ص = ٢ (٣ س + ٣ ن ص)
∴ ٦ = ٨ ⇐ ٣ = ٤ أ
، ٣ ب = ٤ ⇐ ب = ١
عندما ن = ٥ ⇐ ر = ٣ × ٢٥ س + (٥ + ٥) ص
∴ ف = ٧٥ س + ٣٠ ص
∴ ش = ق ⊙ ف
∴ ش = (٨ ، ٤) ⊙ (٧٥ ، ٣٠)
= ٨ × ٧٥ + ٤ × ٣٠
= ٦٠٠ + ١٢٠ = ٧٢٠ جول

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com