

مذكرة شرح وتدريبات القوى في بعدين



تم تحميل هذا الملف من موقع مناهج مملكة البحرين

موقع المناهج ← مناهج مملكة البحرين ← الصف الثاني الثانوي ← فيزياء ← الفصل الأول ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-10-14 11:51:06

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة
فيزياء:

إعداد: أحمد العربي

التواصل الاجتماعي حسب الصف الثاني الثانوي



صفحة مناهج مملكة
البحرين على
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني الثانوي والمادة فيزياء في الفصل الأول

إجابة المقرر 219

1

مذكر فيز 210 لمراجعة الفصل الأول كاملا

2

مذكرة الإبداع في الفيزياء فيز 210

3

إجابة درس الاحتكاك والحركة على مستوى مائل

4

ملخص درس المتجهات فيز 210

5

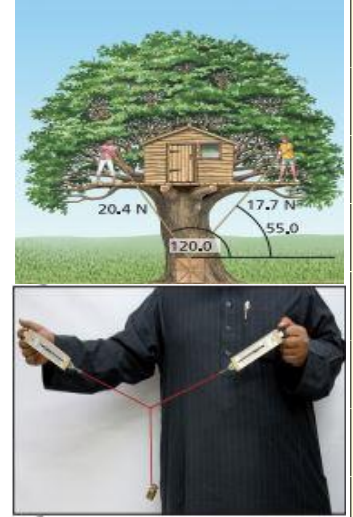
تحميل تطبيق المناهج للهواتف الذكية

تطبيق المناهج على Play Google (أندرويد)

تطبيق المناهج على Store App (آبل)



الفيزياء ٢ (فيز. ٢١٠)



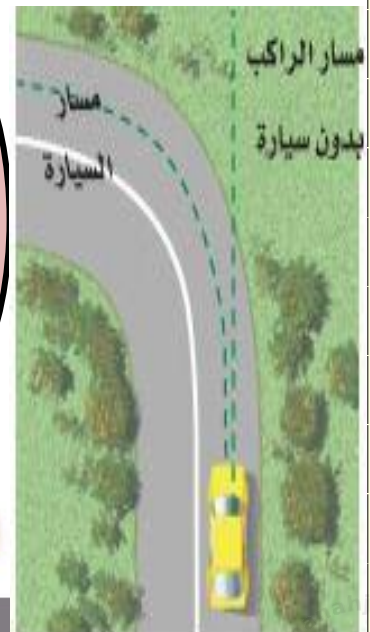
الصف الثاني الثانوي

اسم الطالب :

الصف :



إعداد
أ/ أحمد العربي
ت / 36875859



الفيزياء ٢ (فيز ٢١٠)

الفصل الأول

القوى في بُعدين

إعداد
أ / أحمد العربي
ت / 36875859

المتجهات في بُعدين

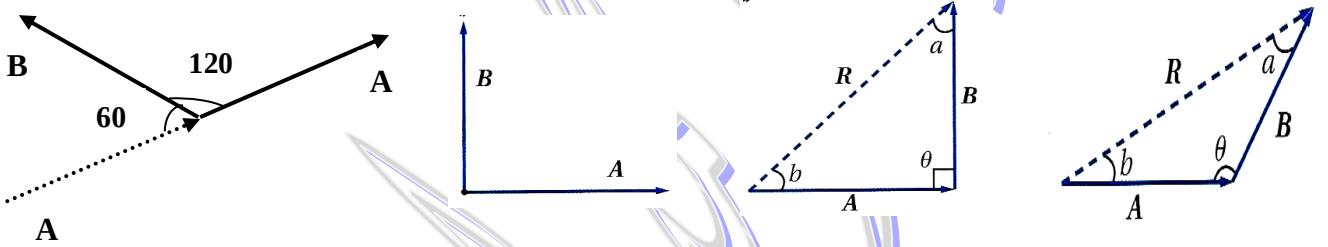
جمع المتجهات بطريقة الرسم

يُمكن جمع متجهين بطريقة الرسم بوضع ذيل متجه على رأس متجه آخر ثم رسم المتجه المحصل بتوصيل ذيل المتجه الأول برأس المتجه الثاني ، ثم قياس طوله للحصول على مقداره وفق مقياس الرسم المستخدم ، واستعمل منقلة لقياس اتجاه المتجه المحصل .

ملاحظات هامة :

١ - لا يتغير المتجه بتحريكه ما لم يتم تغيير طوله أو اتجاهه . لأن طول المتجه واتجاهه هما فقط ما يُميز المتجه ، لذا فإن المتجه لم يتغير بسبب هذه الحركة .

٢ - مقدار محصلة متجهين متساويين يساوي مقدار أي من المتجهين عندما تكون الزاوية بين بدايتي المتجهين تساوي 120° (أي الزاوية بين المتجهين تساوي 60°) .



٣ - تكون محصلة متجهين أكبر ما يمكن عندما يكونان في نفس الاتجاه (الزاوية بينهما 180° أو الزاوية بين ذيليهما 0°) ، وتكون محصلة أي متجهين أقل ما يمكن عندما يكونان في عكس الاتجاه (الزاوية بينهما 0° أو الزاوية بين ذيليهما 180°) .

جمع المتجهات بالطريقة الحسابية

يُمكن جمع متجهين بالطريقة الحسابية عندما تكون :

١ - الزاوية بين المتجهين قائمة ($\theta = 90^\circ$) باستخدام نظرية فيثاغورث .

نظرية فيثاغورث : " مربع مقدار المتجه المحصل يساوي مجموع مربعي مقداري المتجهين "

$$R^2 = A^2 + B^2$$

لتحديد اتجاه المحصلة يمكن حساب الزاوية b باستخدام العلاقة : $b = \tan^{-1} (B/A)$

٢ - الزاوية بين المتجهين ليست قائمة ($\theta \neq 90^\circ$) باستخدام قانون جيب التمام أو قانون الجيب .

قانون جيب التمام : " مربع مقدار المتجه المحصل يساوي مجموع مربعي مقداري المتجهين مطروحاً منه

ضعفا حاصل ضرب مقداري المتجهين مضروباً في جيب تمام الزاوية بينهما "

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta$$

قانون الجيب : " مقدار المحصلة مقسوماً على جيب الزاوية التي بين المتجهين يساوي مقدار أي من المتجهين مقسوماً على جيب الزاوية التي تقابله "

$$\frac{R}{\sin \theta} = \frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b}$$

أسئلة وتمارين على المتجهات في بُعدين

س ١ / طلب المعلم منك أن ترسم بيانياً محصلة إزاحتين تحصران بينهما زاوية θ حيث $0 < \theta < 90$ رتب خطوات جمع المتجهين من خلال كتابة الأرقام من 1 إلى 4 تصاعدياً بحيث يشير الرقم 1 إلى الخطوة الأولى :

- رتب المتجهين بحيث تبدأ بالذيل وتنتهي بالرأس .
- قس طول المتجه المحصل واتجاهه .
- اختر مقياس رسم مناسب ثم ارسم المتجهين .
- ارسم المتجه المحصل .

س ٢ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- الكمية المتجهة يلزم لتعيينها تحديد :

- أ- مقدارها ووحدة قياسها
ج- مقدارها واتجاهها ووحدة قياسها
ب- اتجاهها ووحدة قياسها
د- وحدة قياسها فقط

٢- يتساوى متجهان إذا كان لهما نفس :

- أ- المقدار والاتجاه
ب- المقدار فقط
ج- الاتجاه فقط
د- نقطة البداية

٣- إذا أثرت قوتان متساويتان في نقطة وكانت محصلتهما مساوية لمقدار كل منهما ، فإن الزاوية بينهما تساوي :

- أ- 30° ب- 60° ج- 120° د- 180°

٤- إذا أثرت قوتان متساويتان في نقطة ، وكانت محصلتهما مساوية لمقدار كل منهما ، فإن الزاوية بين ذليلهما تساوي :

- أ- 30° ب- 60° ج- 120° د- 180°

٥- إذا أثرت في جسم قوتان متساويتان في المقدار ، مقدار كل منهما $2F$ ، والزاوية بينهما 180° ، فإن مقدار محصلتهما تساوي :

- أ- $4F$ ب- $2F$ ج- F د- صفر

٦- نحصل على أكبر قيمة لمحصلة متجهين عندما تكون الزاوية بينهما :

- أ- 0° ب- 45° ج- 90° د- 180°

٧- متجهين قيمة أحدهما مثلي قيمة الآخر ، فإن أكبر قيمة لمحصلتها عندما تكون الزاوية بين ذليلهما :

- أ- 0° ب- 45° ج- 90° د- 180°

٨ - كيف تتغير محصلة المتجهين C و D عندما تزداد الزاوية بينهما من 0° إلى 90° ؟

(أ) تقل من 0° إلى 45° ثم تزداد من 45° إلى 90°

(ج) تزداد من 0° إلى 45° ثم تقل من 45° إلى 90°

٩- ما ناتج جمع المتجهين A و B بالشكل المقابل ؟

← B=8 شرقاً

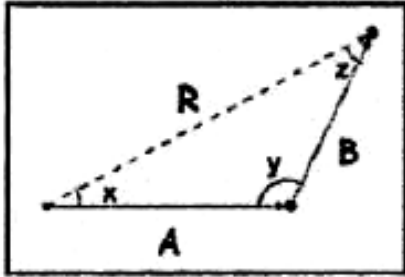
← A=5 غرباً

د- 3 غرباً

ج- 3 شرقاً

ب- 13 غرباً

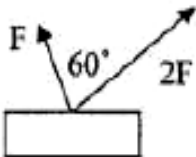
أ- 13 شرقاً



١٠ - أي من المعادلات التالية تحقق قانون جيب الزاوية في الشكل المجاور ؟

(أ) $\frac{R}{\sin x} = \frac{A}{\sin z} = \frac{B}{\sin y}$ (ب) $\frac{R}{\sin y} = \frac{A}{\sin x} = \frac{B}{\sin z}$

(ج) $\frac{R}{\sin z} = \frac{A}{\sin y} = \frac{B}{\sin x}$ (د) $\frac{R}{\sin y} = \frac{A}{\sin z} = \frac{B}{\sin x}$



١١ - مربع محصلة التوتان F و 2F المؤثران في صندوق (لاحظ الشكل)

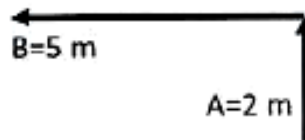
ب- $4 F^2$

أ- $3 F^2$

د- $7 F^2$

ج- $6 F^2$

١٢ - ما مقدار واتجاه محصلة المتجهين A و B ؟



ب (2.65 بزاوية 68.2° مع المتجه A

أ (5.39 بزاوية 68.2° مع المتجه A

د (2.65 بزاوية 68.2° مع المتجه B

ج (5.39 بزاوية 68.2° مع المتجه B

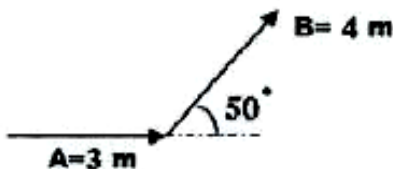
١٣ - أي مما يلي يمثل مقدار محصلة A و B الموضحين في الشكل؟

(أ) $R = (3)^2 + (4)^2 - 2(3)(4)\cos 50^\circ$

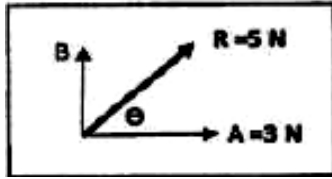
(ب) $R = \sqrt{(3)^2 + (4)^2 + 2(3)(4)\cos 130^\circ}$

(ج) $R = (3)^2 + (4)^2 - 2(3)(4)\cos 130^\circ$

(د) $R = \sqrt{(3)^2 + (4)^2 - 2(3)(4)\cos 130^\circ}$



١٤ - المتجهان A و B متعامدان، محصلتهما R تساوي 5 N (لاحظ الشكل) ما قيمة الزاوية θ ؟



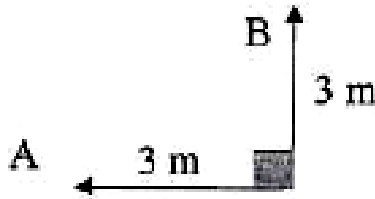
أ. 30.9°

ب. 36.8°

ج. 53.1°

د. 59°

١٥ - مقدار واتجاه المتجه الناتج عن (A - B) هو :



أ- 4.24 m ، فوق محور X بزاوية 45° .

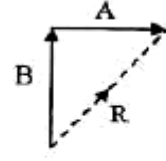
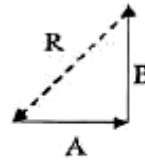
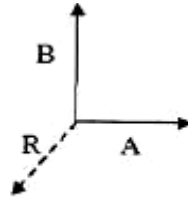
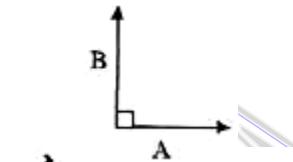
ب- 4.24 m ، تحت محور X بزاوية 45° .

ج- 2.45 m ، فوق محور X بزاوية 135° .

د- 2.45 m ، تحت محور X بزاوية 135° .

١٦ - يوضح الشكل المقابل المتجهين A, B يحصران بينهما زاوية 90°

أي من الأشكال الآتية تمثل المتجه المحصل لهما R .



(د)

(ج)

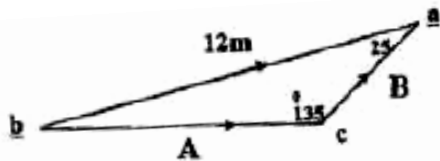
(ب)

(ا)

١٧ - في الشكل المقابل إزاحتان A و B محصلتهما 12 m

والزاوية المقابلة للمحصلة 135° والزاوية المقابلة للإزاحة A

تساوي 25° ، عندئذ يكون مقدار الإزاحة A هو :



أ- 4.17 m

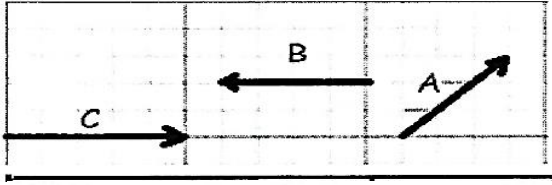
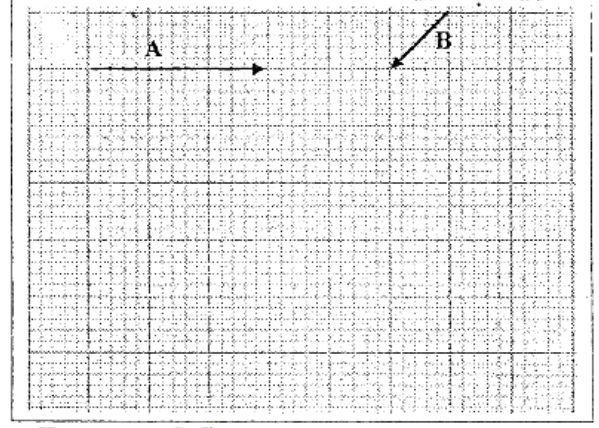
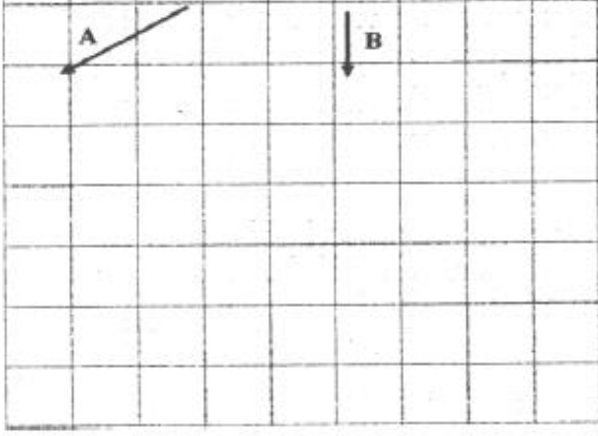
ب- 7.17 m

ج- 9.17 m

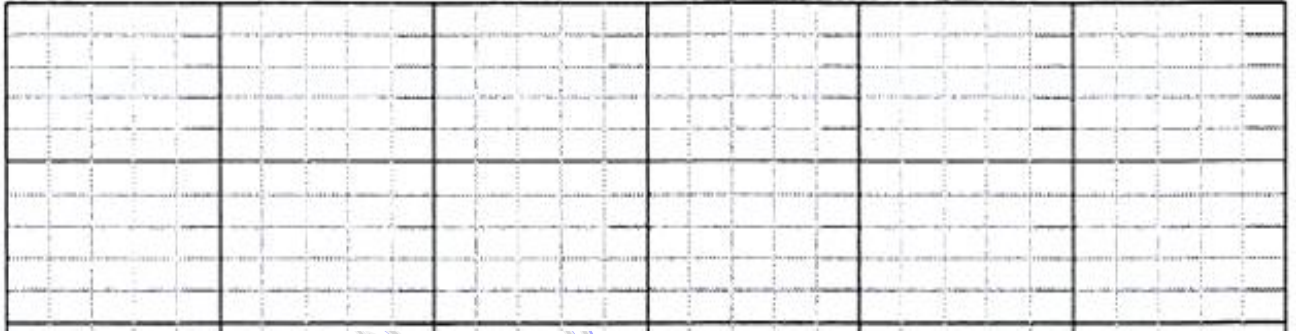
د- 20.07 m

س٣ / حل التمارين التالية :

- ١ - أنظر المتجهين A , B على الشكلين الآتيين ، وارسم على كل شكل منهما كلاً من :
- (أ) - $A + B$.
 (ب) - $A - B$. (اطرح المتجه B من المتجه A)



- ٢ - أنظر المتجهات A , B , C ، ثم أوجد بالرسم كلاً من :
- (أ) - $B + C$.
 (ب) - $A - B$. (المتجه A مطروحاً منه المتجه B)
 (ج) - $C + A + B$.



- ٣ - تطير طائرة بسرعة 300 m/s بزاوية 35° شمال الشرق ، وبدأت تهب عليها رياح سرعتها 50 m/s بزاوية 15° غرب الشمال ، بين بالرسم داخل المستطيل المقابل مقدار واتجاه محصلة سرعة الطائرة .
 (استخدم مقياس الرسم 1 cm لكل 50 m/s)

مقدار المحصلة :

اتجاه المحصلة :



٤- تحركت سارة بسيارتها من متحف البحرين الوطني غرباً فقطعت مسافة 2 km لتصل إلى المنطقة الدبلوماسية ، ثم انحرفت باتجاه 60° شمال الغرب ، وقطعت مسافة 2.7 km لتصل إلى باب البحرين ، ومن ثم اتجهت جنوباً إلى منطقة المطاعم في العدلية بعد أن قطعت مسافة 3.5 km ، استخدم ورقة الرسم البياني لإيجاد إزاحة سارة بطريقة الرسم :

مقدار الإزاحة :

.....

اتجاه الإزاحة :

.....

٥ - إزاحتان ؛ الأولى 25 km ، والثانية 15 km ، احسب مقدار واتجاه المحصلة بطريقتي الرسم والحساب في الحالات الآتية :

(أ) - عندما تكون الزاوية بينهما 90° .

(29.15 km , 31°)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(37.15 km , 16.6°)

(ب) - عندما تكون الزاوية بينهما 135° .



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible][illegible][illegible]

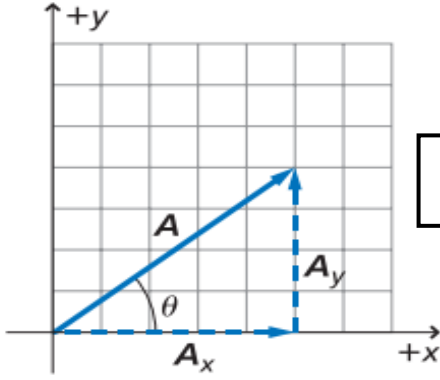
A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of small squares formed by thin grey lines. There are also thicker red lines forming a larger grid pattern, dividing the page into sections. The paper has a light cream or off-white background.

[illegible]

تحليل المتجهات

تحليل المتجه : " هو عملية تجزئة المتجه إلى مركبتيه الأفقية (X) والرأسية (Y) "

اتجاه المتجه : " هو الزاوية التي يصنعها المتجه مع محور X الموجب مقيسة في عكس اتجاه عقارب الساعة "



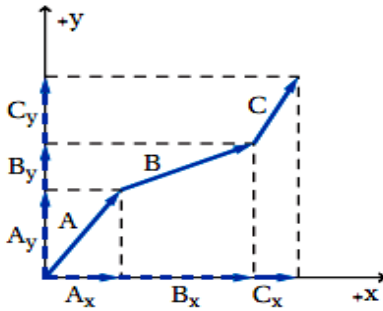
$$A = A_x + A_y$$

$$\cos \theta = \frac{\text{الضلع المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{A_x}{A} \Rightarrow A_x = A \cos \theta$$

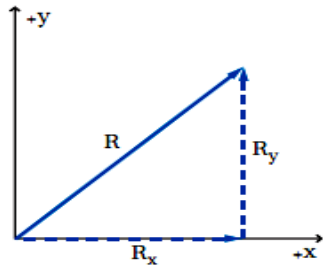
$$\sin \theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{A_y}{A} \Rightarrow A_y = A \sin \theta$$

جمع المتجهات جبرياً

لجمع متجهين أو أكثر جبرياً نتبع الخطوات التالية :



١ - تحليل كل متجه إلى مركبتيه الأفقية والرأسية .
٢ - جمع المركبات الأفقية للمتجهات للحصول على المركبة الأفقية للمحصلة ، وكذلك جمع المركبات الرأسية للمتجهات للحصول على المركبة الرأسية للمحصلة .



$$R_x = A_x + B_x + C_x$$

$$R_y = A_y + B_y + C_y$$

٣ - حساب مقدار المحصلة باستخدام نظرية فيثاغورث .

$$R^2 = R_x^2 + R_y^2$$

٤ - تحديد اتجاه المحصلة بحساب ظل الزاوية التي يصنعها المتجه المحصل مع محور X من العلاقة :

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{R_y}{R_x} \right)$$

إشارة مركبة المتجه حسب الربع الموجود فيه

الربع الأول	الربع الثاني
$A_x > 0$	$A_x < 0$
$A_y > 0$	$A_y > 0$
الربع الثالث	الربع الرابع
$A_x < 0$	$A_x > 0$
$A_y < 0$	$A_y < 0$

ملاحظة هامة :

مقدار المتجه الأصلي يكون دائماً أكبر من مقدار أي مركبة من مركبتيه .
لأن المتجه الأصلي يمثل وتر في مثلث قائم الزاوية .

إتزان القوى

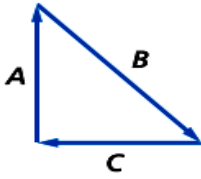
حالة الاتزان : " هي حالة الجسم عندما تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفر "

ويكون الجسم في حالة اتزان عندما لا يتسارع ، بحيث يكون :

- ١ - ساكناً .
٢ - متحركاً بسرعة منتظمة في خط مستقيم .

القوة المحصلة : " هي القوة التي لها نفس تأثير قوتين مجتمعتين ، أو أكثر "

القوة الموازنة : " هي القوة التي تجعل الجسم متزاناً ، وهي تساوي القوة المحصلة في المقدار ، وتعاكسها في الاتجاه "



ملاحظة هامة :

عندما تشكل ثلاث متجهات قوى مثلثاً مغلقاً ، فإن القوة المحصلة تساوي صفر ، ويكون الجسم متزاناً .

تعديل زاوية المحصلة بالنسبة لمحور X الموجب

موقع المحصلة	الربع الأول	الربع الثاني	الربع الثالث	الربع الرابع
إشارة مركبتي المحصلة	X موجبة Y موجبة	X سالبة Y موجبة	X سالبة Y سالبة	X موجبة Y سالبة
اتجاه زاوية المحصلة	شمال الشرق	شمال الغرب	جنوب الغرب	جنوب الشرق
رسم متجه المحصلة				
إشارة زاوية المحصلة	موجبة	سالبة	موجبة	سالبة
التعديل لحساب زاوية المحصلة بالنسبة لمحور X الموجب عكس اتجاه عقارب الساعة	لا يوجد	نطرح مقدار الزاوية الناتج من القانون (بدون الإشارة السالبة) من الرقم 180	نجمع مقدار الزاوية الناتج من القانون مع الرقم 180	نطرح مقدار الزاوية الناتج من القانون (بدون الإشارة السالبة) من الرقم 360

أسئلة وتمارين على تحليل المتجهات واتزان القوى

س ١ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- عملية الحصول على قيمة قوتين من قوة واحدة تُعرف بـ :

أ- ضرب القوى ب- جمع القوى ج- تركيب القوى د- تحليل القوى

٢- عملية الحصول على قوة واحدة من قوتين أو أكثر تُعرف بـ :

أ- ضرب القوى ب- تجزئة القوى ج- تركيب القوى د- تحليل القوى

٣- القوة التي تؤثر في الجسم لتجعله يتزن تُسمى :

أ- القوة المحصلة ب- القوة الموازنة ج- قوة الجاذبية د- قوة المقاومة

٤- المتجه الذي يقع ذيله عند نقطة الأصل لنظام من المحاور في بُعدين ، ومركبته الأفقية موجبة والرأسية سالبة ، يقع في الربع :

أ- الأول ب- الثاني ج- الثالث د- الرابع

٥- مقدار المركبة الأفقية (x) لقوة مقدارها 80 N تؤثر بزاوية 40° بالنسبة للرأسي تساوي :

أ- 39.39 N ب- 61.3 N ج- 80 N د- 51.4 N

٦- إزاحة مقدارها 70 km باتجاه 60° جنوب الشرق ، فإن الشكل التقريبي الذي يمثلها هو :

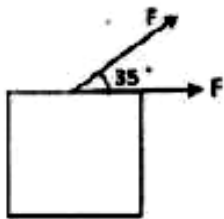


٧- القوة الموازنة للقوتين $F_1 = 75 \text{ N}$ شرقاً و $F_2 = 50 \text{ N}$ غرباً تساوي :

أ- 25 N غرباً ب- 25 N شرقاً ج- 125 N غرباً د- 125 N شرقاً

٨ - تؤثر قوتان متساويتان مقدار كل منهما F في صندوق ، بالاتجاه المبين بالشكل

ما محصلة المركبة الأفقية المؤثرة في الصندوق؟



أ. $2F$ ب. $F \cos 0^\circ + F \cos 35^\circ$

ج. $F \sin 35^\circ + F \cos 35^\circ$ د. $F \tan 35^\circ - F \cos 35^\circ$

٩- متجهان A و B يقعان في المستوى XY ، يكون ($A = B$) عندما :

أ) $A_x^2 + A_y^2 = B_x^2 + B_y^2$ ب) $A_x + A_y = B_x + B_y$

ج) $A_y = B_y$ و $A_x = B_x$ د) $A_y = B_x$ و $A_x = B_y$

أ) $A_x^2 + A_y^2 = B_x^2 + B_y^2$

ج) $A_y = B_y$ و $A_x = B_x$



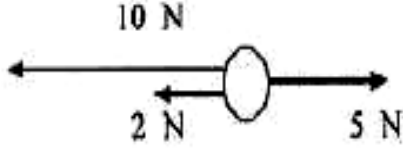
١٠ - أثرت قوتان في الحلقة المبينة في الشكل، ما مقدار واتجاه القوة الموازنة؟

(ب) 7 N باتجاه القوة 2 N

(أ) 3 N باتجاه القوة 5 N

(د) 7 N باتجاه القوة 5 N

(ج) 3 N باتجاه القوة 2 N



١١ - تؤثر ثلاثة قوى في الحلقة المبينة في الشكل، ما مقدار واتجاه القوة الموازنة؟

(ب) 7 N باتجاه القوة 10 N

(أ) 7 N باتجاه الأسفل

(د) 7 N باتجاه القوة 5 N

(ج) 7 N باتجاه الأعلى

١٢ - إذا كانت محصلة ثلاث قوى تساوي 18 N وباتجاه يصنع زاوية 30° مع محور x الموجب، فما مقدار واتجاه

القوة الموازنة للقوى الثلاث؟

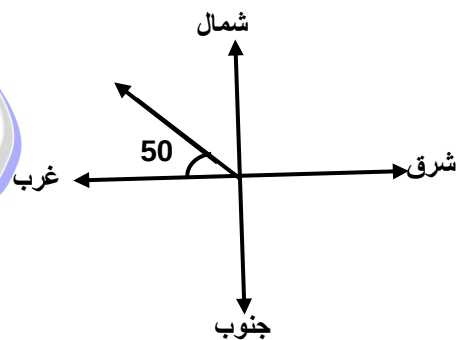
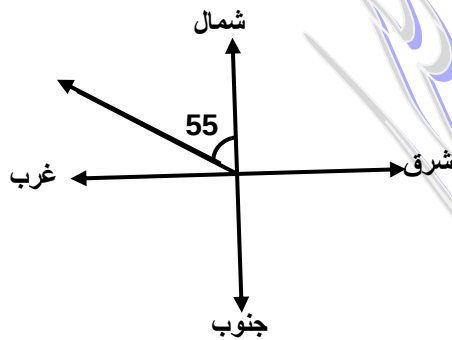
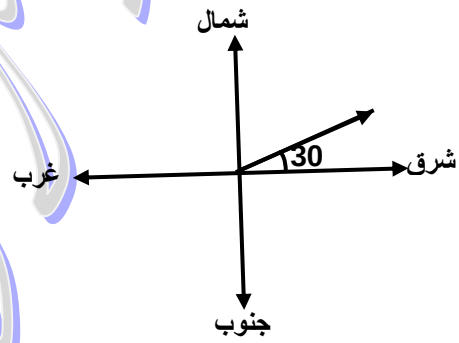
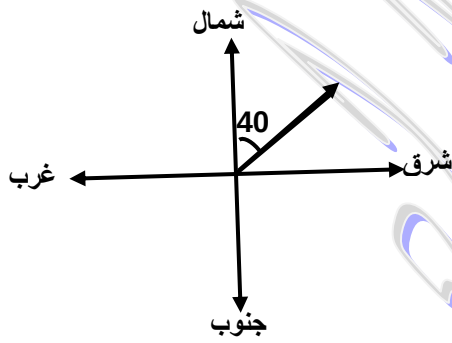
(ب) 18 N، 30° مع محور x الموجب

(أ) 18 N، 180° مع محور x الموجب

(د) 18 N، 210° مع محور x الموجب

(ج) 18 N، 150° مع محور x الموجب

س٢ / حدد زاوية المتجه الموضح في كل من الأشكال الآتية :



.....	
.....	

س٣ / حل التمارين التالية :

١ - بالاستعانة بالرسم المقابل أوجد :

(أ) - مركبة محصلة القوى A, B, C على المحور X .

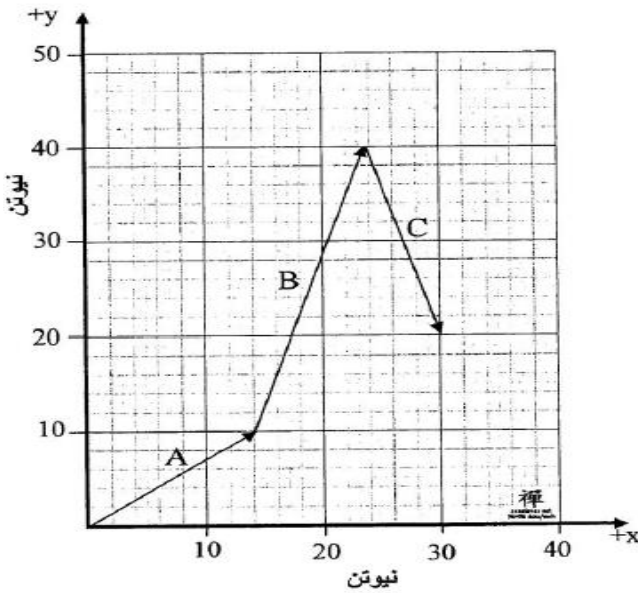
(30 N)

(ب) - مركبة محصلة القوى A, B, C على المحور Y .

(20 N)

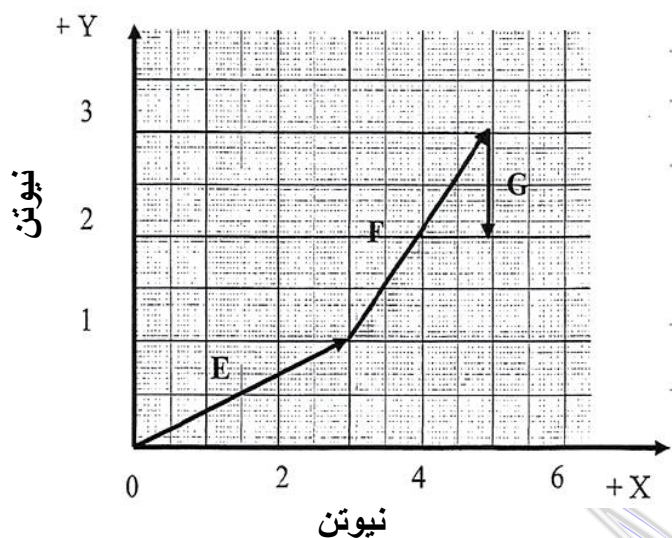
(ج) - مقدار واتجاه محصلة تلك القوى .

(د) - مقدار واتجاه القوة الموازنة .



(36.1 N , $\theta = 33.7^\circ$)

(36.1 N , $\theta = 213.7^\circ$)



٢ - بالاستعانة بالرسم المقابل أوجد :

(أ) - مقدار واتجاه محصلة القوى الثلاث .

$$(5.4 \text{ N} , \theta = 21.8^\circ)$$

$$(5.4 \text{ N} , \theta = 201.8^\circ)$$

(ب) - مقدار واتجاه القوة الموازنة .



٣ - بالاستعانة بالرسم المقابل أوجد :

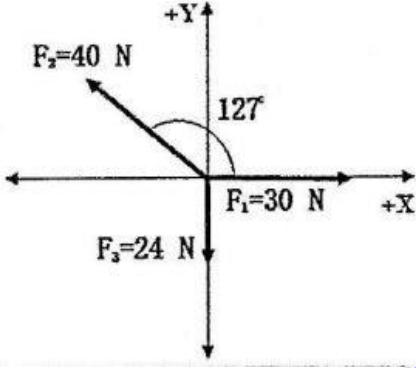
(أ) - مقدار واتجاه محصلة القوتين A , B .

$$(7.21 \text{ N} , \theta = 33.7^\circ)$$

$$(7.21 \text{ N} , \theta = 213.7^\circ)$$

(ب) - مقدار واتجاه القوة الموازنة .

٤ - بالاستعانة بالشكل المقابل أوجد :



(أ) - القوة المحصلة مقداراً واتجهاً باستخدام طريقة تحليل المتجهات .
(9.92 N , $\theta = 53.3^\circ$)

(ب) - القوة الموازنة مقداراً واتجهاً .

(9.92 N , $\theta = 233.3^\circ$)

٥ - أثرت ثلاث قوى في حلقة ، فإذا كانت القوة الأولى $A = 3\text{ N}$ في اتجاه الشرق ، والثانية $B = 5\text{ N}$ في اتجاه الشمال ، والثالثة $C = 15\text{ N}$ في اتجاه يصنع زاوية 40° شمال الغرب ، فاحسب :

(أ) - مقدار واتجاه محصلة تلك القوى .
(16.93 N , $\theta = -59.9^\circ = 120.1^\circ$)

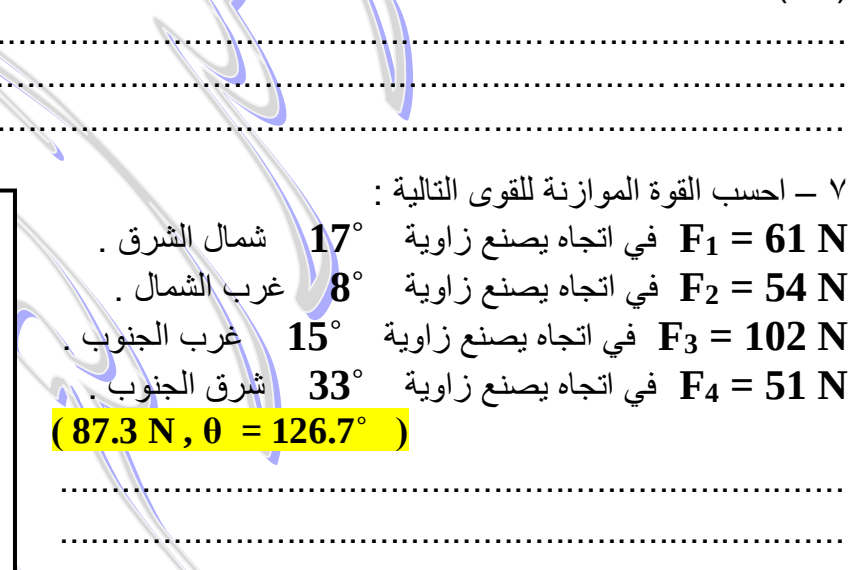
(ب) - مقدار واتجاه القوة الموازنة .

(16.93 N , $\theta = 300.1^\circ$)

(أ) - القوة المحصلة المؤثرة في الصندوق . $(0.8 \text{ N}, \theta = 93.6^\circ)$



(ب) - القوة الموازنة للصندوق .



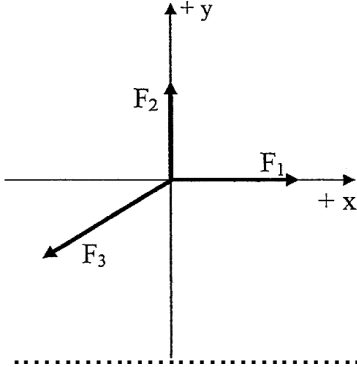
$F_1 = 61 \text{ N}$ في اتجاه يصنع زاوية 17° شمال الشرق .

$F_2 = 54 \text{ N}$ في اتجاه يصنع زاوية 8° غرب الشمال .

$F_3 = 102 \text{ N}$ في اتجاه يصنع زاوية 15° غرب الجنوب .

$F_4 = 51 \text{ N}$ في اتجاه يصنع زاوية 33° شرق الجنوب .

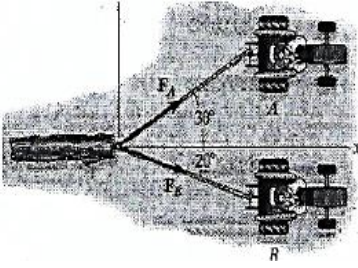
$$(87.3 \text{ N}, \theta = 126.7^\circ)$$



٨ - يتزن جسم تحت تأثير ثلاث قوى كما بالشكل المقابل ،
فإذا علمت أن $F_1 = 16 \text{ N}$ ، $F_2 = 12 \text{ N}$ ، احسب
مقدار واتجاه القوة الثالثة F_3 .
(20 N , $\theta = 216.9^\circ$)

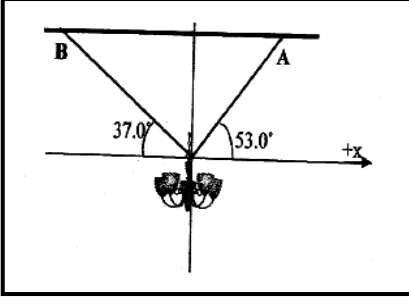
٩ - إذا كان منزلك يبعد مسافة 15 km في اتجاه يصنع 40° شمال الغرب ، ولكن الطريق الوحيد المتاح
أمامك للوصول إلى المنزل هو اتجاه الشمال . فإذا سلكت هذا الطريق وتحركت مسافة 5 km ، فما المسافة
التي يجب أن تقطعها بعد ذلك للوصول إلى منزلك ؟ وفي أي اتجاه تسير ؟
(12.4 km , $\theta = 158^\circ$)

١٠ - يُسحب جذع شجرة كتلته $1 \times 10^3 \text{ Kg}$ بجرايين فإذا كانت الزاوية المحصورة بين الجرايين 18° وكان كل جرار يسحب بقوة 800 N فما مقدار القوة المحصلة التي سيؤثران بها في جذع الشجرة ؟
(1580.3 N)

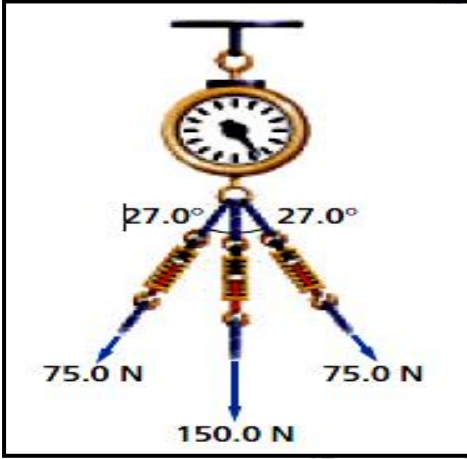


١١ - يسحب جراران جذع شجرة ، الجرار A يسحب بقوة $F_A = 300 \text{ N}$ وبزاوية 30° ، و الجرار B يسحب بقوة $F_B = 200 \text{ N}$ وبزاوية 20° ، احسب مقدار واتجاه القوة المحصلة التي سيؤثران بها في جذع الشجرة ؟
(455.12 N , $\theta = 10.3^\circ$)

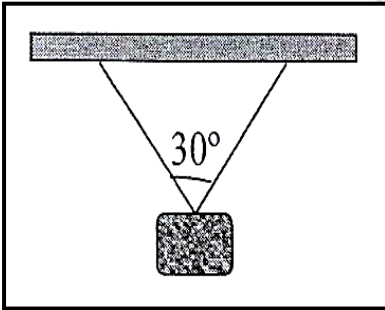
١٢ - أرجوحة طفل معلقة بحبلين ربطا إلى فرع شجرة يميلان عن الرأسية بزاوية 13° فإذا كان الشد في كل حبل 2.28 N ، فما مقدار واتجاه القوة المحصلة التي يؤثر بها الحبلان في الأرجوحة ؟
(4.44 N , $\theta = 90^\circ$)



١٣- يمثل الشكل الآتي ثريا معلقة بحبلين ، الشد في الحبل A يساوي 400 N ، وفي الحبل B يساوي 500 N احسب وزن الثريا .
(620.4 N)

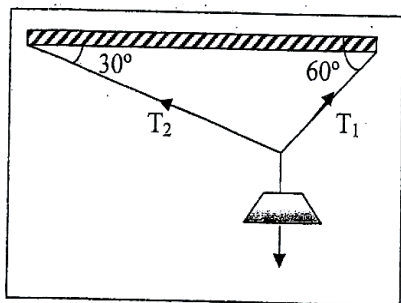


١٤ - يُسحب الميزان في الشكل التالي بثلاثة حبال ما مقدار القوة المحصلة التي يقرأها الميزان ؟
(283.7 N)



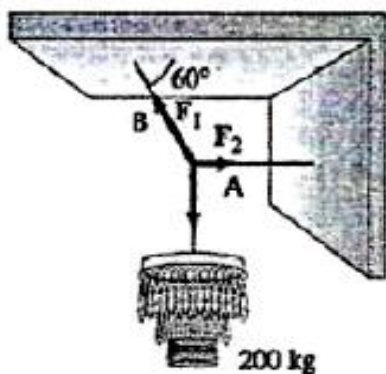
١٥ - تُعلق لوحة فنية وزنها 200 N في قاعة بحبلين متساويين في الشدة الزاوية بينهما 30° ، احسب قوة الشد في كل حبل .
(103.5 N)

١٦ - تُعلق لوحة نتائج إلكترونية في سقف صالة رياضية بـ 10 أسلاك غليظة ، ستة منها تصنع زاوية 8° مع الرأس ، وتصنع الأسلاك الأربعة الأخرى زاوية 10° مع الرأس . فإذا كان الشد في كل سلك 1300 N فاحسب مقدار كتلة لوحة النتائج . (g = 9.8 m/s²)
(1310.7 kg)



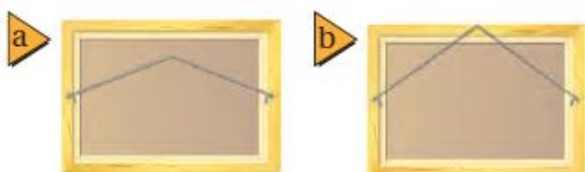
١٧ - في الشكل المقابل جسم كتلته 10 kg رُبط بحبلين مثبتين بسقف غرفة ، احسب قوة الشد في كل حبل .

$$(T_1 = 84.77 \text{ N} , T_2 = 49 \text{ N})$$



١٨ - يوضح الشكل المقابل ثريا كتلتها 200 kg مُعلقة بسلسلتين A و B في وضع الاتزان ، بحيث تميل السلسلة B بزاوية 60° عن السقف ، احسب مقدار الشد في السلسلة A .

$$(1131.6 \text{ N})$$



١٩ - تُعلق لوحة فنية بسلكين طويلين . إذا كانت القوة المؤثرة في السلكين كبيرة سوف ينقطعان ، فهل يجب أن تُعلق اللوحة كما بالشكل a أم كما بالشكل b ؟ فسر ذلك .

الاحتكاك

قوة الاحتكاك : " هي القوة التي تمنع حركة الأجسام ، وتسبب تسارع الجسم في عكس اتجاه حركته "

ويوجد نوعين من قوى الاحتكاك هما :

١- قوة الاحتكاك الحركي : " هي القوة التي تؤثر في السطح عندما يتحرك ملامساً سطح آخر "

$$F_K = \mu_K F_N$$

وتتعين قوة الاحتكاك الحركي من العلاقة :

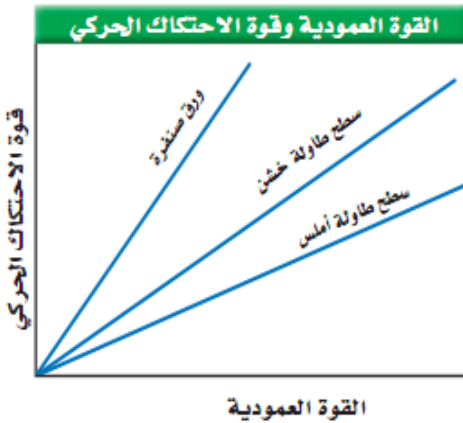
حيث : (F_K) قوة الاحتكاك الحركي ، (μ_K) معامل الاحتكاك الحركي ، (F_N) القوة العمودية .

٢- قوة الاحتكاك السكوني : " هي قوة تؤثر في سطح بواسطة سطح آخر عندما لا توجد حركة بينهما "

$$F_s \leq \mu_s F_N$$

وتتعين قوة الاحتكاك السكوني من العلاقة :

حيث : (F_s) قوة الاحتكاك السكوني ، (μ_s) معامل الاحتكاك السكوني .



العوامل التي تتوقف عليها قوة الاحتكاك :

- ١ - المواد التي تتكون منها السطوح .
- ٢ - القوة العمودية بين الجسمين ، حيث تزداد قوة الاحتكاك بزيادة القوة العمودية (تتناسب قوة الاحتكاك طردياً مع القوة العمودية) .

ولا تتوقف قوة الاحتكاك على :

- ١ - مساحة سطح الجسمين المتلامسين .
- ٢ - سرعة حركة الجسمين .

معامل الاحتكاك الحركي : " هو ميل الخط البياني الذي يُمثل العلاقة بين (قوة الاحتكاك الحركي - القوة العمودية) "

" هو النسبة بين مقدار قوة الاحتكاك الحركي ومقدار القوة العمودية "

س / ماذا يعني قولنا : معامل الاحتكاك السكوني بين المطاط والخرسانة الجافة = 0.8 .

ج : أي أن النسبة بين أقصى قيمة لقوة الاحتكاك السكوني ومقدار القوة العمودية المؤثرة = 0.8 .

ملاحظات هامة :

- ١ - هناك قيمة قصوى لقوة الاحتكاك السكوني (تساوي حاصل ضرب معامل الاحتكاك السكوني في القوة العمودية) ، فعند زيادة مقدار القوة المؤثرة على جسم ساكن تدريجياً تزداد قوة الاحتكاك السكوني حتى تصل قيمتها القصوى ، وعندما تصبح القوة المؤثرة على الجسم أكبر من القيمة القصوى لقوة الاحتكاك السكوني يبدأ الجسم في الحركة ويتحول الاحتكاك من سكوني إلى حركي ، أما في حالة عدم وجود قوة تؤثر في الجسم فإن قوة الاحتكاك السكوني تساوي صفر .

٢ - معامل الاحتكاك ليس له وحدة قياس ، لأنه يمثل نسبة بين قوتين (قوة الاحتكاك والقوة العمودية) .

معاملات الاحتكاك		
μ_k	μ_s	السطح
0.65	0.80	مطاط فوق خرسانة جافة
0.40	0.60	مطاط فوق خرسانة رطبة
0.20	0.50	خشب فوق خشب
0.58	0.78	فولاذ فوق فولاذ جاف (بدون زيت)
0.06	0.15	فولاذ فوق فولاذ (مع الزيت)

٣- معامل الاحتكاك السكوني بين سطحين أكبر من معامل الاحتكاك الحركي بين نفس السطحين .

٤- عند سحب جسم على سطح ما بسرعة منتظمة فإن قوة الاحتكاك يجب أن تساوي قوة السحب ، وتعاكسها في الاتجاه تبعاً لقانون نيوتن الثاني .

٥- يؤثر الاحتكاك دائماً في اتجاه يعاكس اتجاه الحركة .

٦- يعتمد مقدار قوة الاحتكاك على مقدار قوة العمودية بين السطحين ، ولكن ليس من الضروري أن يعتمد على وزن أي من الجسمين .

٧- لحل تمارين الاحتكاك يمكن استخدام قانون نيوتن الثاني ، ومعادلات الحركة بتسارع منتظم :

قانون نيوتن الثاني : $F_{net} = m a$, $F_g = m g$

معادلات الحركة بتسارع منتظم : $v_f = v_i + at$, $d = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$, $v_f^2 = v_i^2 + 2ad$

س / علل : لا تتغير قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق عند زيادة عرض الإطارات .

ج : لأن قوة الاحتكاك لا تتوقف على مساحة سطح الجسمين ، ولكن تتوقف على نوع مادة الجسمين ومقدار القوة العمودية .

س / علل : تزداد قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق عند إضافة ركاب إليها .

ج : لزيادة مقدار القوة العمودية المؤثرة بسبب زيادة الوزن .

إرشادات لحل تمارين الاحتكاك

م	الحالة	مخطط الجسم الحر	العلاقة الرياضية
١	عندما يكون الجسم ساكن وتؤثر فيه قوة تجعله على وشك الحركة		$F_{net} = 0$, $a = 0$ $F_N = F_g = m g$ $F_p = F_s = \mu_s F_N$ $= \mu_s m g$

م	الحالة	مخطط الجسم الحر	العلاقة الرياضية
٢	عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة		$F_{net} = 0, a = 0$ $F_N = F_g = mg$ $F_p = F_k = \mu_k F_N$ $= \mu_k m g$
٣	عندما يتحرك الجسم بتسارع منتظم		$F_N = F_g = mg$ $F_{net} = F_p - F_k$ $m a = F_p - \mu_k m g$
٤	عندما يتباطأ الجسم في وجود قوة مؤثرة		$F_N = F_g = mg$ $F_{net} = F_k - F_p$ $m a = \mu_k m g - F_p$
٥	عندما يتباطأ الجسم تحت تأثير قوة الاحتكاك فقط		$F_N = F_g = mg$ $F_{net} = - F_k$ $m a = - \mu_k m g$ $a = - \mu_k g$
٦	عندما يتسارع الجسم نتيجة التأثير بقوة تميل بزاوية على مستوى الحركة		$F_N = F_g - F_y$ $= m g - F_T \sin \theta$ $F_{net} = F_x - F_k$ $m a = F_T \cos \theta - \mu_k F_N$

أسئلة وتمارين على الاحتكاك

س ١ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

- ١- القوة التي تؤثر في سطح بواسطة سطح آخر عندما لا تكون هناك حركة بينهما تُسمى :
- أ- قوة الاحتكاك السكوني
ب- قوة الاحتكاك الحركي
ج- القوة الموازنة
د- القوة العمودية

- ٢- قوة الاحتكاك الحركي بين سطح أفقي وصندوق ينزلق عليه تعتمد على :
- أ- مساحة سطح الصندوق
ب- سرعة الصندوق
ج- القوة المسببة للحركة
د- القوة العمودية

٣- عندما يعمل المصممون على مضاعفة عرض إطارات سيارات السباق ، فإن قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق :

- أ- تتضاعف
ب- تزداد
ج- لا تتغير
د- تقل

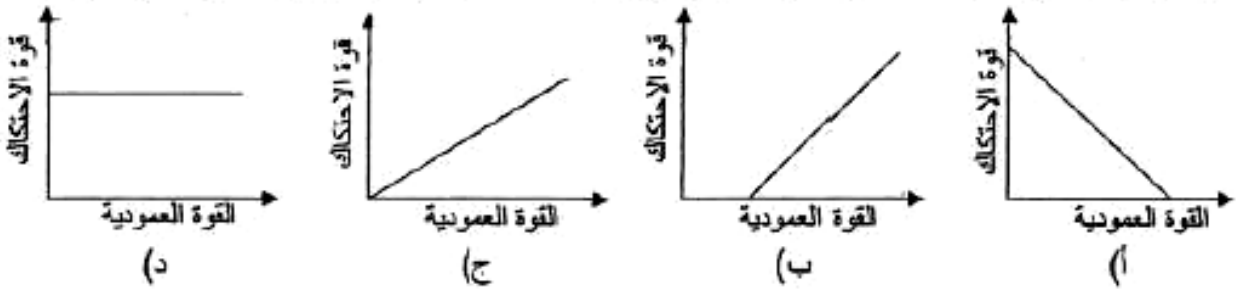
٤- من العوامل التي تؤدي إلى زيادة مقدار قوة الاحتكاك المؤثرة في جسم يتحرك على سطح أفقي خشن :

- أ- زيادة مساحة الجسم الملامسة للسطح
ب- سكب زيت بين الجسم والسطح
ج- تقليل كتلة الجسم
د- وضع كتلة فوق الجسم

٥- وحدة قياس معامل الاحتكاك هي :

- أ- نيوتن
ب- m / s^2
ج- N / kg
د- لا توجد وحدة قياس

٦ - الرسم البياني الذي يمثل العلاقة بين القوة العمودية وقوة الاحتكاك الحركي لجسم ينزلق على سطح خشن هو :

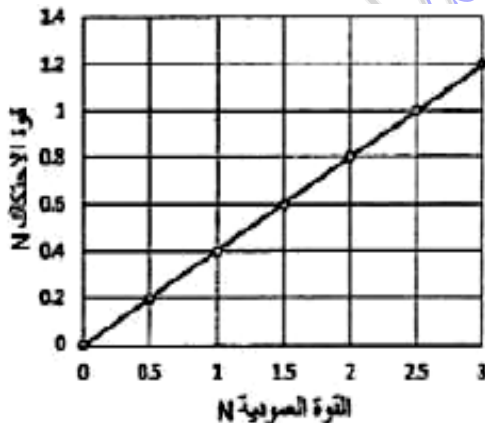


٧ - يوضح الشكل العلاقة البيانية بين القوة العمودية وقوة الاحتكاك

الحركي لجسم يتحرك على مستوى أفقي خشن.

ما مقدار معامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والمستوى الأفقي؟

- أ) 0.2
ب) 0.5
ج) 0.4
د) 0.8



س٢ / حل التمارين التالية :

اعتبر تسارع الجاذبية الأرضية (9.8 m/s^2) :

١ - إذا دفعت صندوقاً خشبياً كتلته 25 Kg على أرضية خشبية بسرعة منتظمة قدرها 1 m/s فما مقدار القوة التي أثرت بها في الصندوق علماً بأن معامل الاحتكاك الحركي $= 0.2$.
(49 N)

٢ - يؤثر فتى بقوة أفقية مقدارها 36 N في زلاجة وزنها 52 N عندما يسحبها على رصيف أسمنتي بسرعة ثابتة . ما معامل الاحتكاك الحركي بين الرصيف والزلاجة المعدنية ؟ أهمل مقاومة الهواء .
(0.69)

٣ - تستقر زلاجة وزنها 52 N على أرضية يغطيها الثلج فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الزلاجة والثلج 0.12 وجلس شخص وزنه 650 N على الزلاجة ، فما مقدار القوة اللازمة لسحب الزلاجة بسرعة ثابتة ؟
(84.24 N)

٤ - يدفع عامر صندوقاً يحتوي كتباً من مكتبه إلى سيارته فإذا كان وزن الصندوق والكتب معاً 134 N ومعامل الاحتكاك السكوني بين سطح الأرض والصندوق 0.55 فما مقدار القوة التي يجب أن يدفع بها عامر الصندوق حتى يبدأ في الحركة ؟
(73.7 N)

٥ - انزلق صندوق كتلته 25 Kg على أرضية صالة رياضية ثم توقف . فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الصندوق وأرضية الصالة 0.15 ، فاحسب مقدار قوة الاحتكاك التي أثرت فيه .
(36.75 N)

٦ - تُسحب زلاجة كتلتها 50 kg على أرض منبسطة مغطاة بالثلج . فإذا كان معامل الاحتكاك السكوني 0.3 ، ومعامل الاحتكاك الحركي 0.1 احسب :
(أ) - وزن الزلاجة .
(490 N)

(ب) - القوة اللازم بذلها لكي تبدأ الزلاجة في الحركة .
(147 N)

(ج) - القوة التي يجب التأثير بها على الزلاجة لتستمر في الحركة بسرعة منتظمة .
(49 N)

(د) - بعد أن تبدأ الزلاجة في الحركة ، ما القوة المحصلة التي ستحتاج إليها الزلاجة لتتسارع بمقدار 3 m/s^2 على الأفقي ؟
(150 N)

٧ - ساعدت والدك لتحركا خزانة كتب كتلتها 41 Kg في غرفة المعيشة فإذا دفعت الخزانة بقوة 65 N وتسارعت بمعدل 0.12 m/s^2 فما معامل الاحتكاك الحركي بين الخزانة وأرضية الغرفة .
(0.15)

٨ - تؤثر قوة مقدارها 40 N في جسم كتلته 5 Kg موضوع على سطح أفقي فتكسبه تسارعا مقداره 6 m/s^2 في اتجاهها احسب مقدار :
(أ) - قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح .
(10 N)

(ب) - معامل الاحتكاك الحركي .
(0.2)

٩ - تسارع قرص على أرضية خرسانية طولها 15.8 m حتى وصلت سرعته 5.8 m/s فإذا كان معامل الاحتكاك بين القرص والأرضية هو 0.31 فما المسافة التي يقطعها القرص قبل أن يتوقف ؟
(5.6 m)

١٠ - عندما كان عبد الله يقود سيارته في ليلة ممطرة بسرعة 23 m/s شاهد فرع شجرة ملقى على الطريق فضغط على المكابح فإذا كانت المسافة بين السيارة وبين الفرع 60 m وكان معامل الاحتكاك الحركي بين إطارات السيارة والطريق 0.41 فهل تتوقف السيارة قبل أن تصطدم بالفرع ؟ علماً بأن كتلة السيارة 2400 Kg .
(نعم تصطدم لأن $d = 66 \text{ m}$)

١١ - ألقى احمد بطاقة ، فانزلقت على سطح الطاولة مسافة 0.35 m قبل أن تتوقف . فإذا كانت كتلة البطاقة 2.3 g ، ومعامل الاحتكاك الحركي بينها وبين سطح الطاولة 0.24 ، احسب السرعة الابتدائية للبطاقة .
(1.3 m / s)

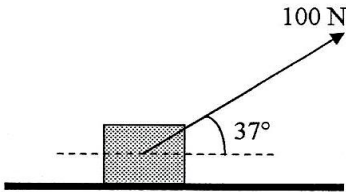
١٢ - وضعت خزانة على سطح مستوٍ لشاحنة ، ما القوة التي تجعل الخزانة تتسارع عندما تتسارع الشاحنة نحو الأمام ؟ ومتى تنزلق الخزانة ، وفي أي اتجاه ؟



١٣ - تُنقل شجرة بشاحنة ومقطورة ذات سطح مستوٍ تسير بسرعة 55 km/h كما بالشكل المقابل ، فإذا كان معامل الاحتكاك السكوني بين الشجرة و سطح المقطورة يساوي 0.5 ، فاحسب أقل مسافة يتطلبها توقف الشاحنة بحيث تتسارع بانتظام دون أن تنزلق الشجرة أو تنقلب .

(23.8 m)

١٤ - تؤثر قوة مقدارها 100 N في صندوق كتلته 15 Kg موضوع على سطح خشن بزاوية مقدارها 37° فوق الأفقي كما بالشكل المقابل فتكسبه تسارعاً أفقياً مقداره 4 m/s^2 ، أجب عما يأتي :



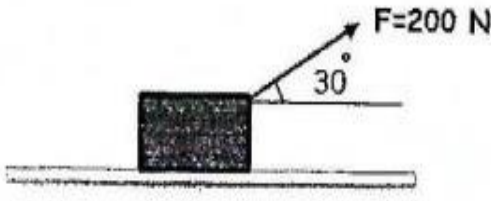
(أ) - ارسم مخطط الجسم الحر للصندوق .

(19.9 N)

(ب) - احسب مقدار قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح .

(0.23)

(ج) - احسب معامل الاحتكاك الحركي بين السطح والصندوق .



١٥ - تؤثر قوة مقدارها 200 N في صندوق كتلته 50 Kg موضوع على سطح خشن بزاوية مقدارها 30° فوق الأفقي كما بالشكل المقابل فتكسبه تسارعاً أفقياً مقداره 2 m/s^2 ، أجب عما يأتي :

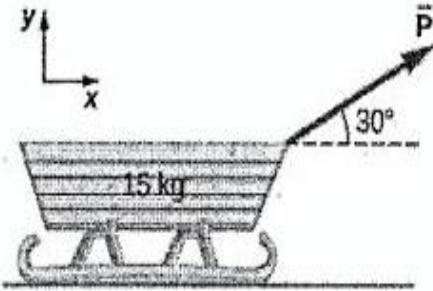
(أ) - ارسم مخطط الجسم الحر للصندوق .

(73.2 N)

(ب) - احسب مقدار قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح .

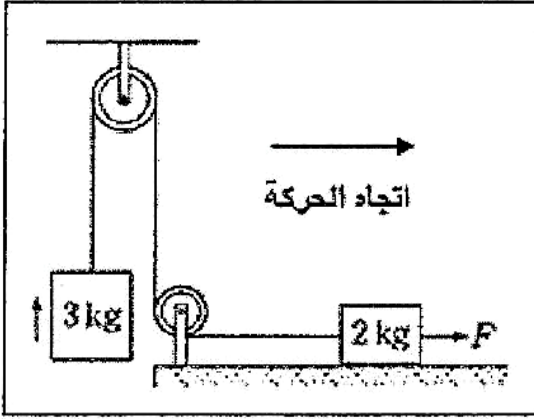
(0.19)

(ج) - احسب معامل الاحتكاك الحركي بين السطح والصندوق .



١٦ - في الشكل المقابل تُسحب عربة كتلتها 15 Kg بقوة مقدارها 50 N تميل على الأفقي بزاوية مقدارها 30° على سطح مستو معامل الاحتكاك بينه وبين العربة 0.25 ، احسب تسارع العربة .

(0.85 m / s²)



١٧ - رُبطت الكتلتان 2 kg ، 3 kg بخيط خفيف يمر على بكرتين ملساوتين ، ووضعت الكتلة 2 kg على طاولة أفقية خشنة معامل الاحتكاك الحركي بينهما 0.36 ، وبقيت الكتلة 3 kg معلقة بنهاية الخيط كما بالشكل المقابل ، وسُحبت الكتلة 2 kg بقوة أفقية F فتسارعت المجموعة بمقدار 1.2 m/s^2 ، أجب عن الأسئلة :

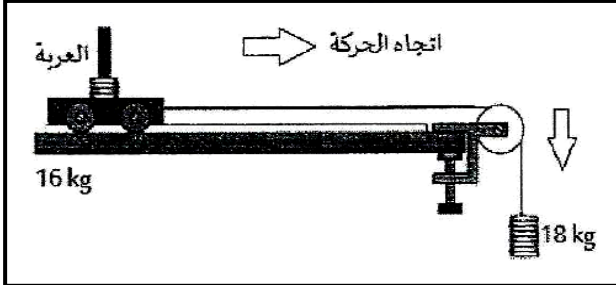
(أ) - ارسم مخطط الجسم الحر للكتلتين على الشكل .

(33 N)

(ب) - احسب مقدار قوة الشد في الخيط .

(42.46 N)

(ج) - احسب مقدار القوة الأفقية F .



١٨ - رُبطت عربة كتلتها 16 kg بخيط يمر فوق بكرة ملساء مهملة الكتلة بحيث تستقر على سطح طاولة أفقية خشنة ، ويتصل في نهاية الخيط جسم كتلته 18 kg كما بالشكل المقابل ، فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين العربة والطاولة 0.5 ، وسُمح لهما بالحركة من السكون ، أجب عن الأسئلة التالية :

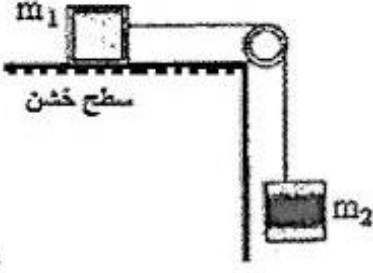
(أ) - ارسم مخطط الجسم الحر للجسم والعربة على الشكل .

(2.88 m/s^2)

(ب) - احسب مقدار تسارع المجموعة .

(124.56 N)

(ج) - احسب مقدار قوة الشد في الخيط .



١٩ - في الشكل كتلتان $m_1 = 0.6 \text{ kg}$ ، $m_2 = 0.4 \text{ kg}$ متصلتان بخيط خفيف يمر على بكرة خفيفة ملساء ، فإذا كانت المجموعة تتحرك بتسارع منتظم 0.25 m/s^2 ، فأجب عن الأسئلة التالية :

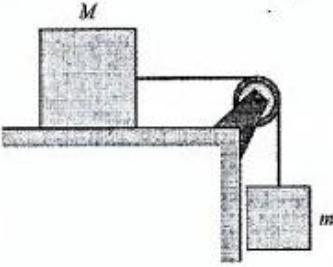
(أ) - ارسم على الشكل مخطط الجسم الحر.

(3.82 N)

(ب) - احسب مقدار قوة الشد في الخيط .

(0.6)

(ج) - احسب معامل الاحتكاك الحركي بين الكتلة الأولى والسطح .



٢٠ - في الشكل كتلتان $M = 8 \text{ kg}$ ، $m = 5 \text{ kg}$ متصلتان بخيط خفيف

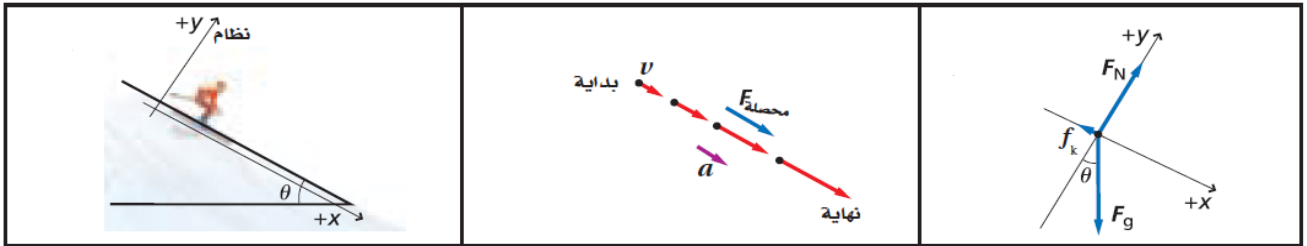
يمر على بكرة خفيفة ملساء ، فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الكتلة M والطاولة 0.2 ، احسب مقدار تسارع المجموعة .

(2.56 m/s²)

الحركة على مستوى مائل

دراسة الحركة على مستوى مائل نرسم مخطط الجسم الحر حسب الخطوات التالية :

- ١ - نرسم المحور X في اتجاه المستوى المائل أي في اتجاه يوازي تسارع الجسم ، والمحور Y عمودي على المحور X وعلى المستوى المائل .
- ٢ - نرسم متجه قوة الاحتكاك في عكس اتجاه حركة الجسم أي في اتجاه المحور X .
- ٣ - نرسم متجه القوة العمودية في اتجاه المحور $+Y$ أي في اتجاه عمودي على المستوى المائل .
- ٤ - نرسم متجه وزن الجسم في اتجاه عمودي لأسفل نحو مركز الأرض ، ثم نحلل الوزن إلى مركبتين احدهما موازية للمحور X وتساوي $F_{gx} = F_g \sin \theta$ ، والأخرى في اتجاه $-Y$ وتساوي $F_{gy} = F_g \cos \theta$ (ونلاحظ أن مقدار القوة العمودية لا يساوي وزن الجسم ، ولكن يساوي مركبة وزن الجسم في اتجاه $-Y$) .



ملاحظات هامة :

- ١ - على المستوى المائل تزداد قوة الاحتكاك السكوني بين السطح والجسم وكذلك مركبة وزن الجسم الموازية للمستوى بزيادة زاوية ميل السطح ، بينما تقل قوة الاحتكاك الحركي ومركبة الوزن العمودية على المستوى ومقدار القوة العمودية بزيادة زاوية الميل ، وتنعقد قوة الاحتكاك والقوة العمودية عندما يصبح السطح رأسياً .
 - ٢ - عندما يكون الجسم ساكن على مستوى مائل فإن معامل الاحتكاك السكوني بين الجسم والسطح يساوي ظل زاوية ميل المستوى $(\tan \theta)$ ، وعندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة على السطح فإن معامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح يساوي ظل زاوية ميل المستوى $(\tan \theta)$.
- س / علل : عند انزلاق جسمين مختلفين في الكتلة معاً على مستوى مائل فإنهما يصلان نهاية المستوى معاً .**
- ج :** لأن تسارعهما متساوٍ لا يعتمد على كتلة الجسم ولكن يعتمد على زاوية ميل المستوى وتسارع الجاذبية .

إرشادات لحل تمارين الاحتكاك على مستوى مائل

م	الحالة	مخطط الجسم الحر	العلاقة الرياضية
١	عندما يكون الجسم ساكن وعلى وشك الحركة		$F_{net} = 0 , a = 0$ $F_N = F_{gy} = mg \cos \theta$ $F_s = F_{gx}$ $\mu_s m g \cos \theta = m g \sin \theta$ $\mu_s = \sin \theta / \cos \theta$ $\mu_s = \tan \theta$

م	الحالة	مخطط الجسم الحر	العلاقة الرياضية
٢	عندما يتحرك الجسم لأسفل بسرعة منتظمة		$F_{net} = 0, a = 0$ $F_N = F_{gy} = mg \cos \theta$ $F_k = F_{gx}$ $\mu_k mg \cos \theta = mg \sin \theta$ $\mu_k = \sin \theta / \cos \theta$ $\mu_k = \tan \theta$
٣	عندما ينزلق الجسم بتسارع		$F_N = F_{gy} = mg \cos \theta$ $F_{net} = F_{gx} - F_k$ $ma = F_g \sin \theta - \mu_k F_g \cos \theta$ $a = g (\sin \theta - \mu_k \cos \theta)$
٤	عندما يُسحب أو يُدفع الجسم لأعلى بسرعة منتظمة		$F_{net} = 0, a = 0$ $F_N = F_{gy} = mg \cos \theta$ $F_T = F_{gx} + F_k$ $F_T = mg (\sin \theta + \mu_k \cos \theta)$
٥	عندما يُسحب أو يُدفع الجسم لأعلى بتسارع		$F_N = F_{gy} = mg \cos \theta$ $F_{net} = F_T - (F_{gx} + F_k)$ $ma = F_T - (F_g \sin \theta + \mu_k F_g \cos \theta)$ $ma = F_T - mg (\sin \theta + \mu_k \cos \theta)$

أسئلة وتمارين على الحركة على مستوى مائل

س ١ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- الكمية الفيزيائية التي تزداد بزيادة زاوية ميل السطح على الأفقي هي :

- أ- مركبة الوزن الموازية للسطح
ب- مركبة الوزن العمودية على السطح
ج- قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح
د- القوة العمودية على السطح

٢- عندما تقل زاوية ميل المستوى المائل عن الوضع الأفقي ، فأى من العبارات التالية تكون صحيحة ؟

- أ- تزداد مركبة الوزن الموازية للسطح وتقل المركبة العمودية .
ب- تزداد كل من مركبتي الوزن الموازية للسطح والعمودية .
ج- تقل مركبة الوزن الموازية للسطح وتزداد المركبة العمودية .
د- تقل كل من مركبتي الوزن الموازية للسطح والعمودية .

٣- القوة التي تُسبب تسارع جسم لأسفل على مستوى مائل خشن هي :

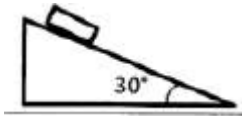
- أ- مركبة الوزن الموازية للمستوى
ب- مركبة الوزن العمودية على المستوى
ج- قوة الاحتكاك الحركي
د- القوة العمودية على المستوى

٤- أي مما يلي يؤدي إلى زيادة مقدار قوة الاحتكاك المؤثرة في جسم يتحرك على سطح مائل خشن ؟

- أ- زيادة مساحة الجسم الملامسة للسطح
ب- تقليل مساحة الجسم الملامسة للسطح
ج- زيادة زاوية ميل السطح على الأفقي
د- تقليل زاوية ميل السطح على الأفقي

٥- يجلس طالب وزنه 490 N على لوح معدني يميل على الأفقي بزاوية 30° ، فإن مركبتي وزن الطالب الموازية للسطح والعمودية عليه على الترتيب هما :

- أ- الموازية 490 N ، والعمودية 424.4 N
ب- الموازية 342 N ، والعمودية 524.4 N
ج- الموازية 245 N ، والعمودية 424.4 N
د- الموازية 245 N ، والعمودية 524.4 N

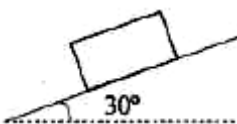


٦- في الشكل جسم كتلته m على وشك الانزلاق للأسفل تحت تأثير وزنه فقط ، ما قيمة معامل الاحتكاك السكوني μ_s :

- أ- 0
ب- 0.28
ج- 0.48
د- 0.58

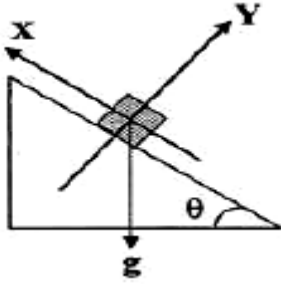
٧- إذا كان معامل الاحتكاك السكوني لكتلة معينة موضوعه على مستوى مائل يساوي 0.7 ، فإن زاوية ميل هذا المستوى تساوي :

- أ- 30°
ب- 35°
ج- 40°
د- 45°



٨- تنزلق كتلة مقدارها 40 g على سطح مائل بسرعة منتظمة ، ما القيمة المتوقعة لمعامل الاحتكاك السكوني μ_s :

- أ- تساوي 0.58
ب- تساوي 0.30
ج- أكبر من 0.30 ، وأقل من 0.58
د- أكبر من 0.58



٩ - الشكل المجاور يمثل جسم على سطح مائل، فإذا كانت مركبة وزن الجسم الموازية

للسطح F_{gx} ، وقوة الاحتكاك السكوني بين الجسم والسطح F_s ، فإنه عند زيادة

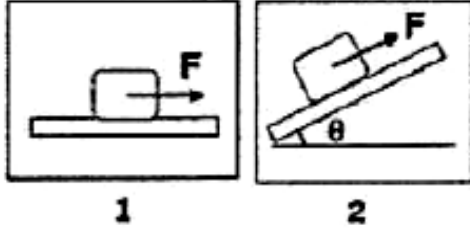
زاوية ميل السطح θ ، سوف:

- (أ) تقل F_{gx} ، وتزداد F_s (ب) تزداد F_{gx} ، وتقل F_s
(ج) تزداد كلًا من F_{gx} و F_s (د) تزداد F_{gx} ، أما F_s فلا تتأثر

١٠ - وضع صندوق خشبي على مستوى أفقي خشن وأثرت فيه قوة F الشكل (1)، ثم أميل هذا المستوى فوق الأفقي بزاوية θ

وأثرت نفس القوة F على الصندوق الشكل (2)، فإن مقدار القوة

العمودية في الشكل (2) مقارنة بالقوة العمودية في الشكل (1)



- (أ) متساوية (ب) أقل
(ج) أكبر (د) الضعف

س٢ / حل التمارين التالية :

اعتبر تسارع الجاذبية الأرضية (9.8 m/s^2) :

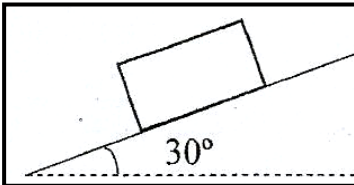
١ - ينزلق سامي في حديقة الألعاب على سطح مائل يصنع زاوية 35° فوق الأفقي فإذا كانت كتلته 43Kg فما مقدار القوة العمودية بين سامي والسطح المائل ؟
(345.2 N)

٢ - إذا وضعت حقيبة سفر على سطح مائل فما مقدار الزاوية التي يجب أن يميل بها هذا السطح بالنسبة للمحور الرأسي حتى تكون مركبة وزن الحقيبة الموازية للسطح مساوية لنصف مقدار مركبتها العمودية .
(63.4°)

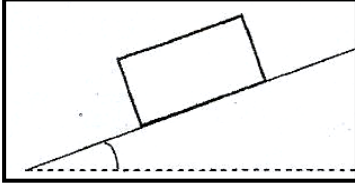
٣ - ينزلق شخص كتلته 45Kg إلى أسفل سطح مستوى مائل على الأفقي بزاوية 45° فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الشخص والسطح يساوي 0.25 فما مقدار تسارعه ؟
(5.2 m/s²)

٤ - يقف شخص كتلته 62Kg على زلاجة وينزلق إلى أسفل منحدر ثلجي يميل على الأفقي بزاوية 37° فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الزلاجة والثلج 0.15 فما سرعة الشخص بعد مرور 5 s من بدء الحركة علماً بأنه انزلق من السكون ؟
(23.5 m/s)

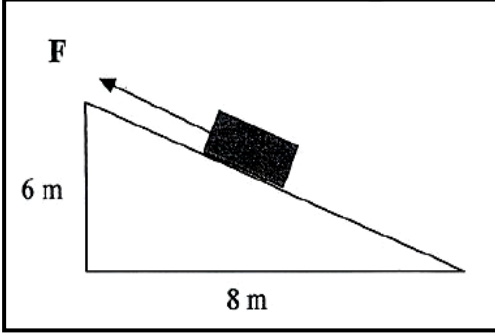
٥ - يُسحب صندوق كتلته 63 Kg بحبل على سطح مائل يصنع زاوية 14° فوق الأفقي . فإذا كان الحبل يوازي السطح ، والشد فيه 512 N ، ومعامل الاحتكاك الحركي 0.27 ، فاحسب مقدار تسارع الصندوق واتجاهه .
(3.2 m/s^2)



٦ - كتلته مقدارها 40 g على وشك الانزلاق على سطح مائل يصنع زاوية 30° مع الأفقي . كما بالشكل المقابل ، احسب معامل الاحتكاك السكوني بين الجسم والسطح .
(0.58)



٧ - إذا كان معامل الاحتكاك السكوني لكتلة معينة موضوعه على مستوى مائل يساوي **0.84** ، فاحسب زاوية ميل هذا المستوى. **(40°)**



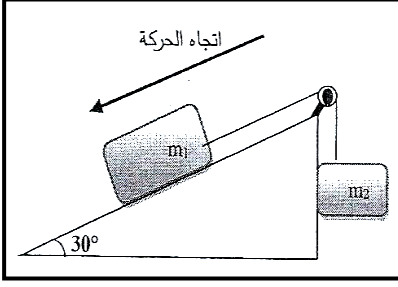
٨ - يسحب طالب صندوقاً يزن **83 N** ، على سطح مائل خشن لأعلى بقوة موازية للسطح مقدارها **72 N** ، فتتحرك الصندوق بسرعة منتظمة ، بالاستعانة بالشكل المقابل أجب عن الأسئلة الآتية :
(أ) - ارسم على الشكل مخطط الجسم الحر للصندوق .
(ب) - احسب معامل الاحتكاك الحركي بين الصندوق والسطح . **(0.33)**

٩ - يراد دفع صخرة كبيرة كتلتها **20 Kg** إلى أعلى جبل ، فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الصخرة والجبل **0.4** ، وميل الجبل 30° عن الأفقي فأوجد :

(أ) - القوة التي يتطلبها دفع الصخرة إلى أعلى الجبل بسرعة منتظمة . **(165.9 N)**

(ب) - ارتفاع الجبل إذا دفعت الصخرة بسرعة **25 m/s** ، وتطلب الوصول إلى قمة الجبل **8** دقائق .

(6000 m)



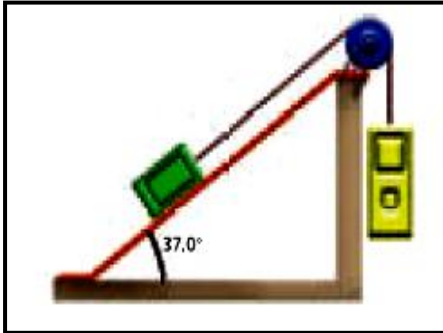
١٠ - كتلتان $m_1 = 6.4 \text{ kg}$ ، $m_2 = 1.2 \text{ kg}$ تتصلان بخيط مهمل الكتلة يمر على بكرة ملساء ، كما بالشكل المقابل ، وتتحرك الكتلة m_1 إلى أسفل على سطح أملس تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية . احسب :

(2.58 m/s²)

(أ) - مقدار تسارع المجموعة .

(14.85 N)

(ب) - مقدار الشد في الخيط .



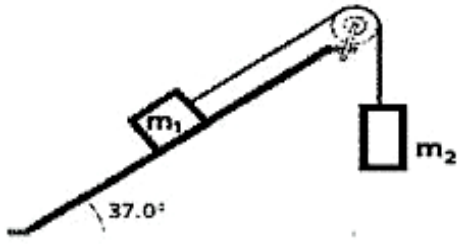
١١ - رُبط جسمان بخيط يمر فوق بكرة ملساء مهملية الكتلة ، بحيث يستقر أحدهما على سطح مائل ، والآخر معلق كما بالشكل المقابل ، فإذا كانت كتلة الجسم المعلق 16 kg ، وكتلة الجسم الثاني 8 kg ، ومعامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح المائل 0.23 وسُوح للجسمين بالحركة من السكون ، فاحسب :

(3.97 m/s²)

(أ) - مقدار تسارع المجموعة .

(93.3 N)

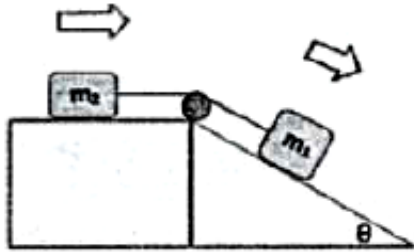
(ب) - مقدار الشد في الخيط .



١٢ - رُبط جسمان بخيط يمر فوق بكرة ملساء مهملة الكتلة ، بحيث يستقر أحدهما على سطح مائل ، والآخر معلق كما بالشكل المقابل ، فإذا كانت كتلة الجسم المعلق 10 kg ، وكتلة الجسم الأول 6 kg ، ومعامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح المائل 0.2 وسُـمـح للجسمين بالحركة من السكون ، فاحسب :

(أ) - مقدار تسارع المجموعة . (3.33 m/s^2)

(ب) - مقدار الشد في الخيط . (64.7 N)



١٣ - وضعت كتلة $m_1 = 5 \text{ kg}$ على مستوى مائل أملس يميل على الأفقي بزاوية مقدارها 30° وربطت بخيط يمر على بكرة ملساء متصل بكتلة أخرى $m_2 = 3 \text{ kg}$ موضوعة على مستوى أفقي خشن معامل الاحتكاك الحركي بينه وبين تلك الكتلة يساوي 0.3 ، فإذا سُـمـح للكتلتين بالحركة من السكون ، فأجب عما يأتي :

(أ) - ارسم مخطط الجسم الحر للكتلتين على الشكل .

(ب) - احسب مقدار تسارع المجموعة . (1.96 m/s^2)

(ج) - احسب مقدار الشد في الخيط . (14.7 N)

الفيزياء ٢ (فيز ٢١٠)

الفصل الثاني

الحركة في بُعدين

إعداد
أ. / أحمد العربي
ت / 36875859

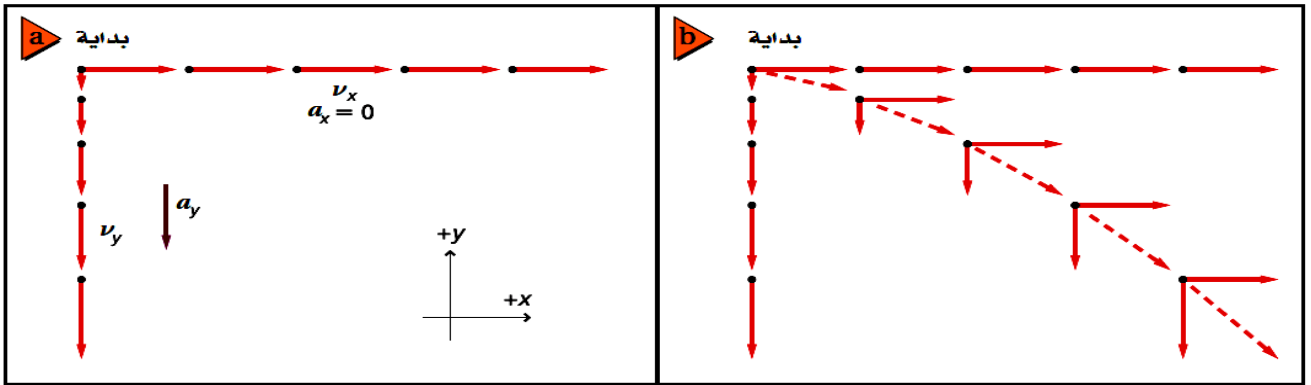
حركة المقذوف

المقذوف : " هو الجسم الذي يُطلق في الهواء "

١ - الأجسام التي تطلق في الهواء مثل السهام والطلقات تتخذ مسار منحنى يُسمى **" قطع مكافئ "** ، وهو عبارة عن منحنى يتحرك فيه الجسم إلى أعلى مسافة معينة ، ثم يغير اتجاهه ، ثم يتحرك لأسفل .

٢ - عند إهمال مقاومة الهواء تكون القوة الوحيدة المؤثرة في المقذوف بعد انطلاقه هي **" قوة الجاذبية الأرضية "** ، وهذه القوة هي التي تجعل المقذوف يتحرك في مسار على شكل قطع مكافئ .

٣ - حركة المقذوف تركيب لحركتين . إحداها أفقية ، وتكون سرعة الجسم فيها منتظمة (أي أن $a_x = 0$) لعدم وجود قوة أفقية مؤثرة في المقذوف أثناء حركته ، والأخرى رأسية ويتسارع فيها الجسم لأسفل بسبب تأثير قوة الجاذبية الأرضية ، ويمثل الشكل التالي (a) حركتي المقذوف منفصلتين ، كما يمثل الشكل (b) محصلة تلك الحركتين .



٤ - الجسم المقذوف أفقياً ليس له سرعة ابتدائية رأسية (أي أن $V_{iy} = 0$) ، لذلك حركته الرأسية تشبه حركة الجسم الذي يسقط رأسياً من السكون ، وتزايد سرعته بانتظام أثناء حركته لأسفل بسبب قوة الجاذبية الأرضية .

٥ - الحركتان الأفقية والرأسية للمقذوف لهما الزمن نفسه ، وهو الزمن منذ انطلاق المقذوف حتى إصابة الهدف ، لذا فعند حساب زمن إحدى الحركتين نكون قد حصلنا على زمن الحركة الأخرى (أي أن : $t_x = t_y$) .

المقذوفات التي تُطلق بزاوية

١ - عندما يُطلق المقذوف بزاوية مع الأفقي تكون لسرعته الابتدائية مركبتان إحداها أفقية ($v_{ix} = v_i \cos \theta$) وتظل ثابتة لعدم وجود قوة أفقية مؤثرة على المقذوف أثناء حركته ، والمركبة الأخرى رأسية ($v_{iy} = v_i \sin \theta$) وهي تتناقص باستمرار حتى تنعدم ($v_y = 0$) عندما يصل المقذوف إلى أقصى ارتفاع له (أي يكون لسرعة المقذوف مركبة أفقية فقط $v_f = v_x$) ، ثم يبدأ المقذوف في السقوط مرة أخرى بسرعة رأسية متزايدة .

٢ - يتساوى مقدار السرعة الرأسية عند كل نقطة أثناء الصعود والنزول ، والاختلاف الوحيد بينهما يكون في الاتجاه ، كما أن الزمن الذي يستغرقه المقذوف في الصعود لأقصى ارتفاع يساوي الزمن الذي يستغرقه في النزول.

$$R = V_x t$$

٣ - لدراسة الحركة الأفقية للمقذوف نستخدم المعادلة :

حيث تُمثل : (R) المدى الأفقي للمقذوف ، (V_x) السرعة الأفقية للمقذوف ، (t) زمن التحليق .

المدى الأفقي : " هو المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف "

زمن التحليق : " هو الزمن الذي يقضيه المقذوف في الهواء "

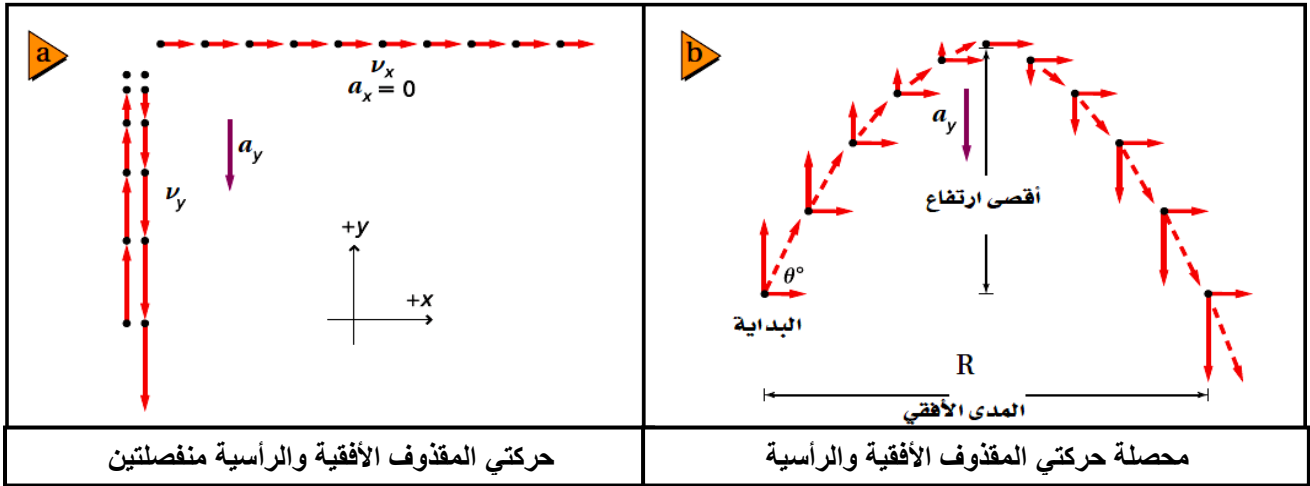
٤ - لدراسة الحركة الرأسية للمقذوف نستخدم معادلات الحركة بتسارع منتظم في حالة السقوط الحر :

$$V_{fy} = V_{iy} + g t$$

$$Y_{\max} = V_{iy} t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$V_{fy}^2 = V_{iy}^2 + 2g Y_{\max}$$

حيث تُمثل : (V_{fy}) السرعة النهائية الرأسية ، (V_{iy}) السرعة الابتدائية الرأسية .
(g) تسارع الجاذبية الأرضية ، ($Y_{\max}$) أقصى ارتفاع للمقذوف .



حركتي المقذوف الأفقية والرأسية منفصلتين

محصلة حركتي المقذوف الأفقية والرأسية

ملاحظات هامة :

- ١ - عند قذف الجسم لأعلى يكون زمن التحليق ضعف زمن الوصول لأقصى ارتفاع ، أما عند قذف الجسم لأسفل أو أفقياً يكون زمن التحليق مساوياً زمن النزول .
- ٢ - المدى الأفقي لمقذوف بنفس السرعة بزوايتين متتامتين متساوي ، فمثلاً المدى الأفقي لمقذوف بزاوية 30° يساوي المدى الأفقي للمقذوف بنفس السرعة بزاوية 60° ، ولكن الزاوية الأكبر يكون للمقذوف زمن تحليق وأقصى ارتفاع أكبر .
- ٣ - عند قذف جسم أفقياً ، وترك جسم آخر يختلف عنه في الكتلة يسقط رأسياً لأسفل من نفس الارتفاع . فإنهما يصلان الأرض في نفس اللحظة ، لأن السرعة الابتدائية الرأسية لكلاهما تساوي صفر ، كما أن تسارعهما متساو وهو نفس تسارع الجاذبية الأرضية (لا يتوقف على الكتلة) .
- ٤ - يكون المدى الأفقي للمقذوف بزاوية بنفس السرعة الابتدائية أكبر ما يمكن عندما يُقذف بزاوية 45° .
- ٥ - يتناسب كل من المدى الأفقي ، وأقصى ارتفاع ، وزمن التحليق لمقذوف عكسياً مع تسارع الجاذبية ، فمثلاً يكون المدى الأفقي ، وأقصى ارتفاع ، وزمن التحليق لمقذوف بنفس السرعة الابتدائية ، وب نفس الزاوية على سطح القمر أكبر من نظيره على سطح الأرض .

تعليقات هامة

تكون سرعة المقذوف في الاتجاه الأفقي ثابتة دائماً	بسبب عدم وجود قوة أفقية تؤثر على المقذوف أثناء حركته
الجسم المقذوف أفقياً في مجال الجاذبية الأرضية يتخذ مساراً منحنياً	لأن القوة الوحيدة المؤثرة في المقذوف هي قوة الجاذبية الأرضية والتي تعمل على تغيير اتجاه سرعة المقذوف لأسفل بشكل منحنى
تُصنع كرة الجولف من نتوءات صغيرة	لتقليل مقاومة الهواء وبالتالي زيادة المدى الأفقي

أسئلة وتمارين على المقذوفات

س ١ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- الكمية التي تبقى ثابتة دائماً خلال حركة الجسم المقذوف بزاوية نحو الأعلى هي :

- أ- المسافة الأفقية
ب- أقصى ارتفاع للجسم
ج- المركبة الرأسية للسرعة
د- المركبة الأفقية للسرعة

٢- عند إطلاق جسمين متماثلين بالسرعة نفسها من نقطة على سطح أفقي ، الأول بزاوية 60° فوق الأفقي ، والثاني بزاوية 30° فوق الأفقي ، فإنه يكون :

- أ- المدى الأفقي للثاني أكبر ، وأقصى ارتفاع للأول أكبر .
ب- المدى الأفقي للأول أكبر ، وأقصى ارتفاع للثاني أكبر .
ج- المدى الأفقي لهما متساوٍ ، وأقصى ارتفاع للأول أكبر .
د- المدى الأفقي وأقصى ارتفاع لهما متساويان .

٣- قُذفت كرة جولف بسرعات متساوية على سطح القمر ، والأرض ، وفي قاع بركة ، فإن المدى الأفقي للكرة يكون أكبر :

- أ- على القمر
ب- على الأرض
ج- في قاع البركة
د- متساوٍ

٤- قُذف حجر بسرعات متساوية فوق قمة جبل ، وعلى سطح الأرض ، وفي قاع بركة ، فإن المدى الأفقي للحجر يكون أقل :

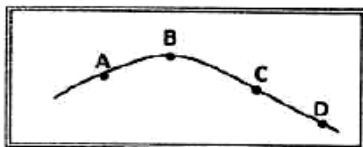
- أ- فوق قمة الجبل
ب- على سطح الأرض
ج- في قاع البركة
د- متساوٍ

٥- تسارع المقذوف بزاوية بعد انطلاقه وبإهمال مقاومة الهواء :

- أ- يزداد
ب- يقل
ج- لا يتغير
د- يساوي صفر

٦- قذف جسم بسرعة 40 m/s باتجاه يميل على الأفقي بزاوية 30° ، تكون سرعته عند أقصى ارتفاع :

- أ- 40 m/s
ب- 35 m/s
ج- 20 m/s
د- صفر



٧- الشكل المقابل يوضح مسار قذيفة مدفع تتحرك من النقطة A إلى النقطة D ، أي من النقاط التالية تكون فيها المركبة الرأسية للسرعة أكبر ما يمكن .

- أ- A
ب- B
ج- C
د- D

٨- تم إحداث ثقبتين في كأس ورقية ، أحدهما في قاع الكأس والآخر في جانبها ، ثم أغلق الثقبتان بلاصق ، وملئت الكأس بالماء ، فإذا أزيل اللاصق عن الثقبتين أثناء سقوط الكأس سقوطاً حراً نحو الأرض ، فإن الماء :

- أ- يندفع من الثقب السفلي أكثر من الثقب الجانبي
ج- يندفع من الثقب السفلي فقط
ب- يندفع من الثقبتين بنفس السرعة
د- يبقى في الكأس ولا يندفع من أي من الثقبتين

٩- قذف الجسمان A و B بالسرعة نفسها من سطح مبنى مرتفع ، فإذا كان اتجاه سرعة قذف الجسم A نحو الأعلى ، واتجاه سرعة قذف الجسم B نحو الأسفل ، فإنه عند لحظة الوصول إلى سطح الأرض تكون سرعة A :

- أ- تساوي سرعة B
ج- أقل من سرعة B
ب- أكبر من سرعة B
د- صفر ، وكذلك سرعة B

١٠- أسقطت برتقالة من ارتفاع ما في اللحظة نفسها التي أطلقت فيها رصاصة أفقياً من بندقية من الارتفاع نفسه ، أي من العبارات التالية صحيحة ؟

- أ- تسارع الجاذبية على البرتقالة أكبر ، لأن البرتقالة أثقل .
ب- الجاذبية تؤثر في الرصاصة بصورة أقل من البرتقالة ، لأن الرصاصة أسرع كثيراً .
ج- ستكون سرعة البرتقالة والرصاصة متساويتان .
د- ستصطدم البرتقالة والرصاصة بالأرض في نفس اللحظة .

١١- قذف جسمان بنفس السرعة الابتدائية ، وبنفس الزاوية ، ومن نفس الارتفاع ، أحدهما على سطح الأرض والآخر على سطح القمر ، يكون :

- أ- المدى الأفقي وأقصى ارتفاع وزمن التحليق على سطح الأرض أكبر .
ب- المدى الأفقي وأقصى ارتفاع وزمن التحليق على سطح القمر أكبر .
ج- المدى الأفقي وأقصى ارتفاع وزمن التحليق على سطح كل من الأرض والقمر متساوي .
د- تسارع الجاذبية على سطح القمر أكبر من تسارع الجاذبية على سطح الأرض .

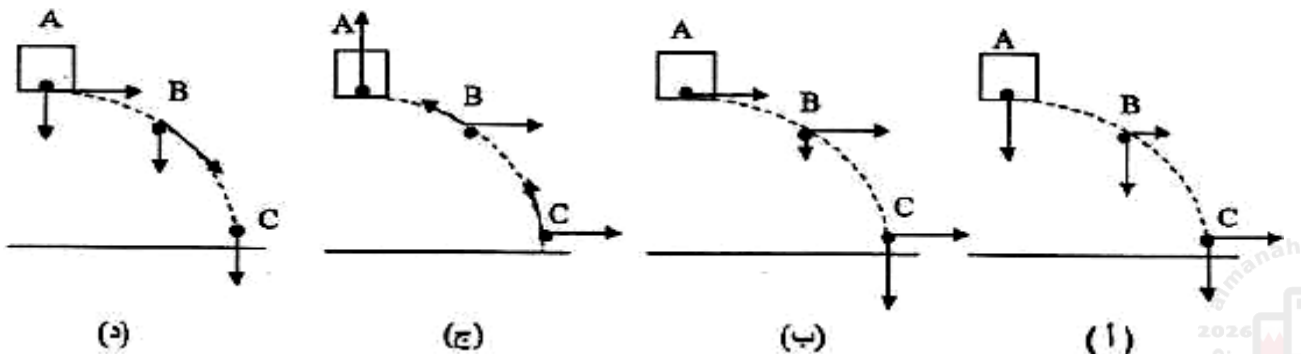
١٢- الكميات التي تظل ثابتة ولا تتغير لمقذوف بزاوية أثناء انطلاقه من على سطح الأرض هي :

- أ- زمن التحليق والارتفاع
ج- زمن التحليق والتسارع
ب- التسارع والمركبة الأفقية للسرعة
د- التسارع والمركبة الرأسية للسرعة

١٣- عند قذف جسمين على سطح كل من الأرض والقمر بنفس السرعة الابتدائية والزاوية ، فإن الكمية التي تكون متماثلة دائماً على كل منهما هي :

- أ- المدى الأفقي
ج- المركبة الأفقية للسرعة
ب- أقصى ارتفاع
د- المركبة الرأسية للسرعة

١٤ - ألقى قائد طائرة تلير بسرعة منتظمة على ارتفاع ثابت رزمة ثقيلة، للمخطط الذي يوضح مركبتي سرعة الرزمة الأفقية والرأسية عند النقاط A, B, C هو :



س٢ / حل التمارين التالية :

اعتبر تسارع الجاذبية الأرضية (9.8 m / s^2) :

١ - قذف حجر أفقياً بسرعة 5 m/s من فوق سطح بناية ارتفاعها 78.4 m أوجد :

(4 s)

(أ) - الزمن الذي يستغرقه الحجر للوصول إلى أسفل البناية .

(20 m)

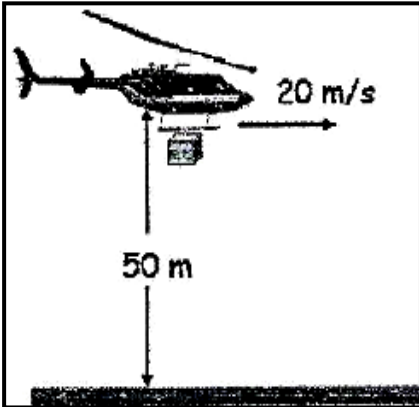
(ب) - بُعد ارتطام الحجر بالأرض عن قاعدة البناية .

(ج) - مقدار المركبتين الأفقية والرأسية لسرعة الحجر قبيل اصطدامه بالأرض مباشرةً .

(5 m/s - 39.2 m/s)

(39.52 m/s - $\theta = 82.7^\circ$)

(د) - السرعة النهائية للحجر قبيل اصطدامه بالأرض مباشرةً .



٢ - طائرة عمودية تحمل مساعدات إغاثية تطير بسرعة أفقية 20 m/s ، وسقط منها طرد عندما كانت على ارتفاع 50 m من سطح الأرض كما بالشكل المقابل ، احسب كلاً من :

(3.2 s)

(أ) - زمن وصول الطرد إلى الأرض .

(64 m)

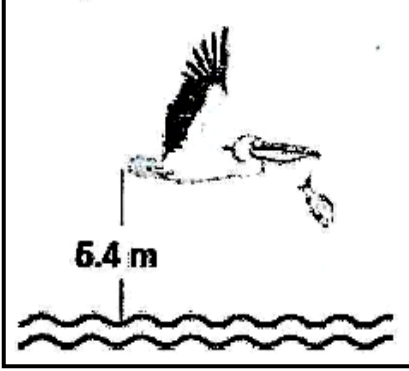
(ب) - المدى الأفقي للطرد .

(37.2 m/s - $\theta = 57.5^\circ$)

(ج) - السرعة النهائية للطرد قبيل اصطدامه بالأرض مباشرةً .

٣- يشترك عمر وصديقه في إعداد نموذج لمصنع يُنتج زرافات خشبية . وعند نهاية خط الإنتاج تنطلق الزرافات أفقياً من حافة حزام ناقل وتسقط داخل صندوق في الأسفل . فإذا كان الصندوق يقع أسفل الحزام بـ 0.6 m وعلى بُعد أفقي مقداره 0.4 m منه . فاحسب مقدار السرعة الأفقية للزرافات عندما تترك الحزام الناقل .

(1.14 m/s)

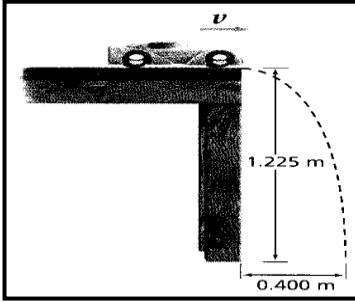


٤- سقطت سمكة من منقار بجعة أثناء طيرانها في مسار أفقي على ارتفاع 5.4 m فقطعت السمكة مسافة أفقية مقدارها 8 m قبل اصطدامها بسطح الماء كما بالشكل المقابل ، احسب (أ) - سرعة البجعة لحظة سقوط السمكة .

(7.62 m/s)

($12.8 \text{ m/s} - \theta = 53.5^\circ$)

(ب) - سرعة السمكة لحظة اصطدامها بسطح الماء .

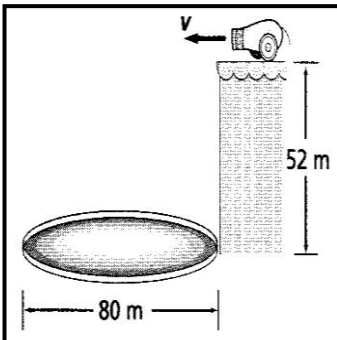


٥ - يُبين الشكل المقابل سيارة لعبة تسقط من حافة طاولة ارتفاعها 1.225 m لتصلطم بالأرض على بُعد 0.4 m من قاعدة الطاولة ، احسب : (أ) - الزمن الذي تستغرقه السيارة في الهواء .

(0.5 s)

(0.8 m/s)

(ب) - مقدار سرعة السيارة لحظة مغادرتها سطح الطاولة .



٦ - تُطلق قذيفة مدفع (كرة مملوءة بريش ملون) أفقياً بسرعة مقدارها 25 m/s من منصة ارتفاعها 52 m فوق حلقة قطرها 80 m في قاعة سيرك كما بالشكل . هل تسقط الكرة ضمن حلقة السيرك أم تتجاوزها ؟ (تتجاوزها $d_x = 81.5 \text{ m}$)

٧ - قذفت كرة بسرعة 4.5 m/s في اتجاه يصنع زاوية 66° فوق المستوى الأفقي . أوجد :

(أ) - أقصى ارتفاع تصل إليه .

(0.86 m)

(ب) - زمن تحليقها .

(0.84 s)

(ج) - المدى الأفقي للكرة .

(1.54 m)

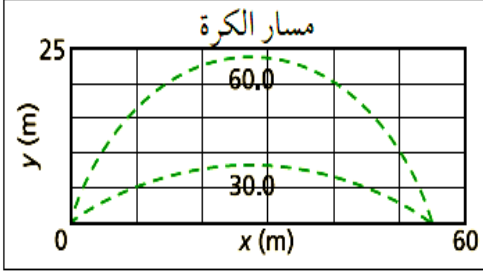
(د) - سرعة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض .

٨ - قذفت كرة تنس من نافذة ترتفع 28 m فوق سطح الأرض بسرعة ابتدائية 15 m/s ، وبزاوية 20° تحت الأفقي ، أوجد المسافة التي تتحركها الكرة أفقياً قبيل ارتطامها بالأرض .

(27 m)

٩ - قذفت كرة في الهواء بسرعة ابتدائية 11 m/s ، وبزاوية 50° بالنسبة للمحور الرأسي ، احسب أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة .

(2.6 m)



- ١٠ - قذف لاعب كرة من مستوى الأرض بسرعة ابتدائية 27 m/s وفي اتجاه يميل فوق المستوى الأفقي بزاوية مقدارها 30° كما بالشكل أوجد كلا من : (مع إهمال مقاومة الهواء)
 (أ) - زمن تحليق الكرة .

(2.76 s)

- (ب) - أقصى ارتفاع تصله الكرة .

(9.3 m)

- (ج) - المدى الأفقي للكرة .

(64.6 m)

- ١١ - أطلق مقذوف بزاوية في الهواء ، وكان المدى الأفقي الذي قطعه قبل أن يصطدم بالأرض 235 m ، وزمن تحليقه في الهواء 47 s ، احسب :

- (أ) - المركبة الأفقية لسرعة المقذوف .

(5 m / s)

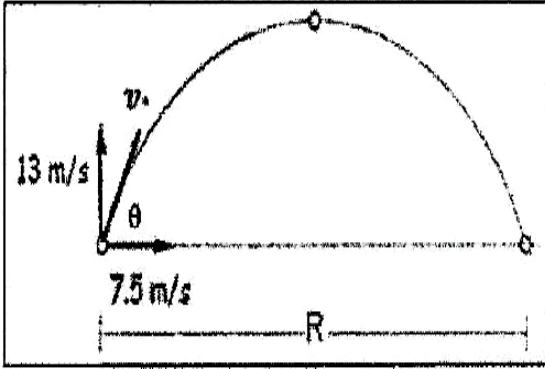
- (ب) - المركبة الرأسية لسرعة المقذوف .

(230.3 m / s)

- (ج) - أقصى ارتفاع وصل إليه المقذوف .

(2706 m)

١٢ - تُقذف كرة من أعلى بناية ارتفاعها 50 m بسرعة ابتدائية 7 m/s في اتجاه يصنع زاوية 53° مع الأفقي ، أوجد مقدار واتجاه سرعة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض .
 (32.1 m/s ، $\theta = 82.5^\circ$)

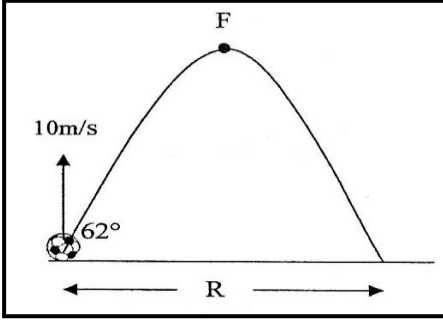


١٣ - قُذفت كرة من مستوى بزاوية θ ، وكانت مركبتي السرعة الابتدائية 7.5 m/s و 13 m/s كما بالشكل المقابل ، بإهمال مقاومة الهواء احسب :
 (أ) - مقدار السرعة الابتدائية للكرة .
 (15 m/s)

(ب) - قيمة الزاوية التي قُذفت بها الكرة .
 (60°)

(ج) - المدى الأفقي للكرة .
 (19.9 m)

(د) - أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة .
 (8.6 m)



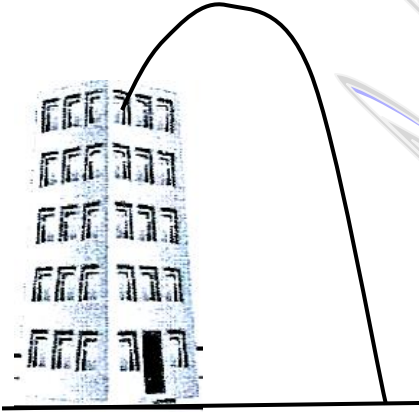
١٤ - ركل لاعب كرة بزاوية 62° فوق المستوى الأفقي ، فإذا كانت المركبة الرأسية للسرعة الابتدائية 10 m/s ، فاحسب كلاً من :
(أ) - السرعة الابتدائية للكرة .
(11.33 m / s)

(5.32 m / s)

(ب) - سرعة الكرة عند النقطة F التي تُعتبر عند أقصى ارتفاع .

(10.85 m)

(ج) - المسافة الأفقية التي تقطعها للكرة .



١٥ - قذف محمد حجر من نافذة ترتفع 15 m عن سطح الأرض بسرعة ابتدائية 15 m/s وفي اتجاه يميل فوق المستوى الأفقي بزاوية مقدارها 60° كما بالشكل أوجد كلا من : (مع إهمال مقاومة الهواء)
(أ) - أقصى ارتفاع يصل إليه الحجر من نقطة قذفه .
(8.6 m)

(3.52 s)

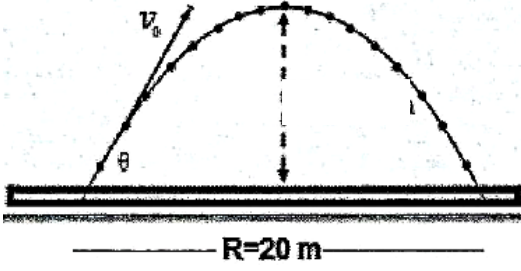
(ب) - زمن تحليق الحجر في الهواء .

(26.4 m)

(ج) - المدى الأفقي للحجر .

(22.8 m/s , $\theta = 70.8^\circ$)

(د) - سرعة الحجر لحظة اصطدامه بالأرض .



١٦ - قذف لاعب كرة من مستوى الأرض بسرعة ابتدائية v_0 ، وفي اتجاه يميل على الأفقي بزاوية مقدارها θ ، ووصلت إلى أقصى ارتفاع لها بعد ثنيتين من قذفها كما بالشكل المقابل ، بإهمال مقاومة الهواء احسب :

(أ) - مقدار السرعة الابتدائية للكرة . **(20.23 m / s)**

(75.7°)

(ب) - قيمة الزاوية التي قُذفت بها الكرة .

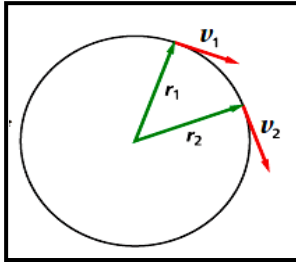
الحركة الدائرية

الحركة الدائرية المنتظمة : " هي حركة الجسم بسرعة منتظمة حول دائرة نصف قطرها ثابت "

س / علل : تسارع جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة بالرغم من أن مقدار سرعته ثابت .

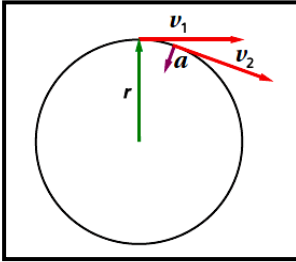
ج : لأن اتجاه سرعة الجسم يتغير لحظياً على طول المسار الدائري ، والتسارع هو التغير في السرعة المتجهة مقداراً أو اتجاهاً .

ملاحظات هامة :



١ - يُحدد موقع الجسم في الحركة الدائرية المنتظمة بالنسبة لمركز الدائرة بمتجه الموقع (نصف قطر المسار الدائري) ، وعندما يدور الجسم حول الدائرة فإن طول متجه الموقع لا يتغير ، لكن اتجاهه يتغير .

٢ - متجه سرعة الجسم يكون عمودي على متجه الموقع (أي مماس لمحيط الدائرة) ، وعندما يدور متجه السرعة حول الدائرة يبقى مقداره ثابت ، لكن اتجاهه يتغير .



٣ - متجه التسارع في الحركة الدائرية المنتظمة يشير دائماً إلى مركز الدائرة ، لذا يُسمى " التسارع المركزي " .

٤ - بما أن تسارع الجسم الذي يتحرك في مسار دائري يكون دائماً في اتجاه المركز فلا بد أن تكون القوة المحصلة نحو مركز الدائرة أيضاً وتُسمى " القوة المركزية " .

مثال :

قوة جذب الشمس المركزية للأرض ، والتي تسبب دوران الأرض حول الشمس .
قوة الشد المركزية لحبل متصل بمطرقة ، والتي تسبب دوران المطرقة في مسار دائري .

٥ - عند اختفاء القوة المركزية المؤثرة على الجسم ، فإنه ينطلق في اتجاه السرعة المماسية للدائرة عند نقطة إفلاته .

التسارع المركزي : يساوي حاصل قسمة مربع السرعة على نصف قطر دائرة الحركة .

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

حيث تُمثل : (v) السرعة المنتظمة للجسم ، (r) نصف قطر المسار الدائري .
(T) الزمن الدوري .

الزمن الدوري (T) : " هو الزمن الذي يحتاجه الجسم لقطع دورة كاملة حول المسار الدائري "

وخلال الزمن الدوري يقطع الجسم مسافة تساوي محيط الدائرة ، وبذلك يكون مقدار السرعة :

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدائرية

" القوة المحصلة المركزية المؤثرة في جسم يتحرك في مسار دائري تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في تسارعه المركزي "

$$F_{net} = ma_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{m \cdot 4\pi^2 r}{T^2}$$

القوة الوهمية (القوة الطاردة المركزية)



عندما تنعطف سيارة فجأة نحو اليسار ، فإن الراكب بجوار السائق سيندفع نحو باب السيارة الأيمن ، ويتصور البعض أن ذلك يحدث بسبب وجود قوة تؤثر في الراكب نحو الخارج أثناء دوران السيارة تسمى (القوة الطاردة المركزية) .
إلا أن هذه القوة لا وجود لها ، ولكن الراكب يشعر بها بسبب القوة التي تؤثر فيه من الباب في اتجاه التسارع (أي في اتجاه مركز الدائرة) ، فيندفع جسمه للخارج حسب قانون نيوتن الأول (القصور الذاتي) .

س / علل : تُعد القوة الطاردة المركزية قوة وهمية .

ج : لأنه عند إزالة القوة الجاذبة المركزية والتي تُحافظ على دوران الجسم في مسار دائري منتظم ، فإن الجسم سيتحرك في مسار مماس لمحيط الدائرة عند نقطة الإفلات وليس بعيداً على امتداد نصف القطر .

س / علل : عندما تنعطف سيارة فجأة نحو اليسار ، فإن الراكب بجوار السائق سيندفع نحو باب السيارة الأيمن .

ج : لأن الراكب يتحرك نحو الأمام في خط مستقيم ، وعند الإنعطاف تؤثر فيه السيارة بقوة نحو الداخل ، وحسب قانون نيوتن الأول سيندفع جسمه نحو الخارج .

س / علل : تكون سطوح المنعطفات على الطرق السريعة مائلة للداخل .

ج : لأن الطرق المائلة تُنتج مركبة أفقية لوزن السيارة تُضاف إلى القوة المحصلة ، والتي تُسبب التسارع المركزي للسيارة عند حركتها خلال المنعطف .

أسئلة وتمارين على الحركة الدائرية المنتظمة

س ١ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- مصدر القوة المركزية المؤثرة في حجر مربوط بنهاية خيط ، ويتحرك في مسار دائري أفقي هو :

- أ- قوة الشد في الخيط
ب- وزن الحجر
ج- قوة الاحتكاك مع الهواء
د- قوة الشد في الخيط ، ووزن الحجر معاً

٢- القوة المركزية المؤثرة في جسم يتحرك في مسار دائري منتظم تكون :

- أ- ثابتة المقدار وباتجاه مماس الدائرة
ب- ثابتة المقدار وباتجاه مركز الدائرة
ج- متغيرة المقدار وباتجاه مماس الدائرة
د- متغيرة المقدار وباتجاه مركز الدائرة

٣- تكون السرعة المماسية للجسم الذي يتحرك في مسار دائري :

- أ- ثابتة المقدار والاتجاه
ب- ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه
ج- متغيرة المقدار والاتجاه
د- متغيرة المقدار وثابتة الاتجاه

٤- يتناسب التسارع المركزي لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة تناسباً :

- أ- طردياً مع كل من السرعة ونصف القطر
ب- طردياً مع السرعة وعكسياً مع مربع نصف القطر
ج- طردياً مع مربع الزمن الدوري
د- عكسياً مع مربع الزمن الدوري

٥- مقدار المسافة التي يقطعها جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة خلال دورة واحدة يساوي :

- أ- $2 \pi r$
ب- πr^2
ج- v^2 / r
د- $4 \pi r^2$

٦- الجسم الذي يتحرك حركة دائرية منتظمة يكون تسارعه :

- أ- باتجاه مماس الدائرة
ب- باتجاه مركز الدائرة
ج- بعيداً عن مركز الدائرة
د- يساوي صفر

س ٢ / اكتب الجواب المناسب لكل مما يأتي :

١- ما اتجاه القوة المؤثرة في الملابس أثناء دوران الغسالة ؟ وما مصدر هذه القوة ؟

.....

٢- إذا كنت تجلس على المقعد الخلفي لسيارة تتعطف نحو اليمين . فما اتجاه تسارعك ؟ وما اتجاه القوة المؤثرة فيك ؟ وما مصدر هذه القوة ؟

.....

٣- نتيجة لدوران الأرض اليومي فأنت تتحرك حركة دائرية منتظمة . ما المصدر الذي يولد هذه القوة التي تؤدي إلى تسارعك ؟ وكيف تؤثر هذه الحركة في وزنك الظاهري ؟

.....

س٣ / حل التمارين التالية :

١- سداة مطاطية كتلتها **13 g** ، مثبتة عند طرف خيط طوله **93 cm** ، أدبرت السداة في مسار دائري أفقي لتكمل دورة كاملة خلال **1.18 S** . احسب :

(أ) - التسارع المركزي للسداة .

(**26.4 m/s²**)

(ب) - قوة الشد التي يؤثر بها الخيط في السداة .

(**0.34 N**)

٢- تسير سيارة سباق بسرعة مقدارها **22 m/s** في منعطف نصف قطره **56 m** احسب :

(أ) - مقدار التسارع المركزي للسيارة .

(**8.64 m/s²**)

(ب) - أقل قيمة لمعامل الاحتكاك السكوني بين العجلات والأرض لمنع السيارة من الانزلاق .

(**0.88**)

٣- يدور لاعب مطرقة كتلتها **7 Kg** وتبعد مسافة **1.8 m** عن محور الدوران ، وتتحرك في مسار دائري أفقي فإذا أتمت المطرقة **5** دورات كاملة في **10 S** فاحسب :

(أ) - التسارع المركزي لها .

(**17.8 m/s²**)

(ب) - مقدار قوة الشد في السلسلة .

(**124.6 N**)

٤- جسم كتلته **0.82 Kg** مربوط في نهاية خيط مهمل الكتلة طوله **2 m** ويتحرك في مسار دائري أفقي ، فإذا كان مقدار القوة المركزية المؤثرة فيه تساوي **4 N** ، فاحسب مقدار السرعة المماسية لهذه الكتلة .

(3.12 m/s)

٥- يوفر الاحتكاك للسيارة القوة اللازمة للمحافظة على حركتها في مسار دائري أفقي مستو خلال السباق . احسب أقصى سرعة يمكن للسيارة أن تتحرك بها ، علماً بأن نصف قطر المسار **80 m** ومعامل الاحتكاك السكوني بين العجلات والشارع **0.4** .

(17.7 m/s)

٦- كرة كتلتها **1.13 Kg** مربوطة في نهاية خيط طوله **0.5 m** وتتحرك حركة دائرية منتظمة في مستوى رأسي بسرعة ثابتة مقدارها **2.4 m/s** احسب :
(أ) - مقدار قوة الشد في الخيط عند أعلى نقطة في المسار الدائري .

(1.94 N)

(ب) - مقدار قوة الشد في الخيط عند أخفض نقطة في المسار الدائري .

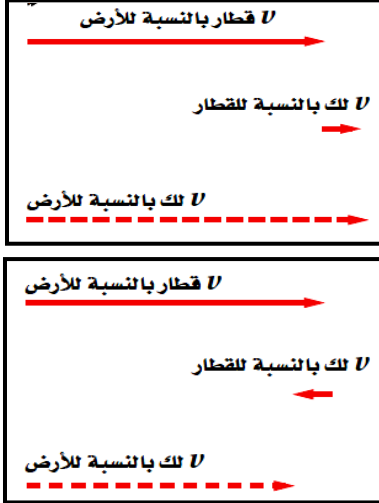
(24.1 N)

السرعة النسبية

أولاً : عندما تكون الحركة في بُعد واحد (في خط مستقيم) :

نستخدم الجمع والطرح لحساب السرعة النسبية .

أمثلة :



١- عندما تجلس في قطار فإن سرعتك بالنسبة للقطار تساوي صفر ، وسرعتك بالنسبة لراصد ثابت على الأرض تساوي سرعة القطار بالنسبة للأرض .

٢- عندما تتحرك في قطار للأمام فإن سرعتك بالنسبة لراصد ثابت على الأرض تساوي مجموع سرعتك بالنسبة للقطار ، وسرعة القطار بالنسبة للأرض .

٣- عندما تتحرك في قطار للخلف فإن سرعتك بالنسبة لراصد ثابت على الأرض تساوي الفرق بين سرعة القطار بالنسبة للأرض ، وسرعتك بالنسبة للقطار .

٤- عندما يتحرك الراصد في عكس اتجاه حركة الجسم فإن سرعة الجسم بالنسبة للراصد تساوي مجموع سرعتي الراصد والجسم بالنسبة للأرض .

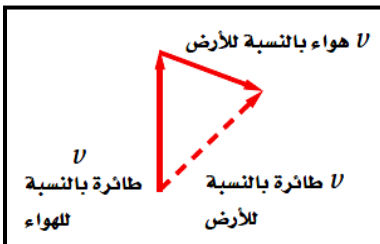
٥- عندما يتحرك الراصد في نفس اتجاه حركة الجسم فإن سرعة الجسم بالنسبة للراصد تساوي الفرق بين سرعة الجسم بالنسبة للأرض ، وسرعة الراصد بالنسبة للأرض .

السرعة النسبية $v_{a/c}$ سرعة الجسم a بالنسبة للجسم c :

" هي حاصل الجمع الاتجاهي لسرعة الجسم a بالنسبة للجسم b ، وسرعة الجسم b بالنسبة للجسم c "

$$v_{a/c} = v_{a/b} + v_{b/c}$$

ثانياً : عندما تكون الحركة في بُعدين :



لحساب السرعة النسبية نرسم مثلث يُمثل السرعات الثلاث ، فإذا كان المثلث قائم الزاوية نستخدم نظرية فيثاغورث لحساب السرعة النسبية ، وإذا كانت الزاوية غير قائمة نستخدم قانون جيب التمام أو قانون الجيب أو كلاهما .

س / علل : إذا كنت في سيارة تتحرك بسرعة منتظمة في خط مستقيم وقذفت كرة رأسياً لأعلى ستسقط في يدك .

ج : لأن السرعة الأفقية لك وللكرة متساوية وتساوي السرعة الأفقية للسيارة .

أسئلة وتمارين على السرعة النسبية

س ١ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- تتحرك سيارتان على الخط السريع بنفس السرعة والاتجاه بالنسبة لمراقب على الأرض ، فإذا كانت سرعة كل منهما 100 km / h ، فإن السرعة النسبية للسيارة الأمامية بالنسبة لسائق السيارة الخلفية تساوي :

- أ- 100 km / h - ب- $100 \text{ km / h} +$ ج- $200 \text{ km / h} +$ د- 0

٢- يسير قاربان باتجاه بعضهما البعض ، فإذا كانت سرعة كل من القاربين بالنسبة لراصد على الشاطئ 20 km / h ، 10 km / h على التوالي ، فتكون سرعة اقتراب القارب الأول بالنسبة للقارب الثاني تساوي :

- أ- 30 km / h ب- 20 km / h ج- 10 km / h د- 0

٣- يجلس شخص في قطار يتحرك بسرعة $10 \text{ m / s} +$ بالنسبة للرصيف ، عندئذ تكون سرعة الشخص بالنسبة للقطار :

- أ- $10 \text{ m/s} +$ ب- $10 \text{ m/s} -$ ج- $20 \text{ m/s} +$ د- 0

س ٢ / اكتب الجواب المناسب لكل مما يأتي :

١- تخيل أنك تجلس في سيارة وتقذف كرة رأسياً إلى أعلى :

أ - إذا كانت السيارة تتحرك في خط مستقيم بسرعة منتظمة ، فهل تسقط الكرة أمامك ، أم خلفك ، أم في يدك ؟ مع توضيح السبب .

.....

ب - إذا كانت السيارة تتحرك في منعطف بسرعة منتظمة المقدار ، فأين تسقط الكرة ؟ مع توضيح السبب .

.....

٢- ألقى قائد طائرة تسير بسرعة منتظمة على ارتفاع ثابت رزمة ثقيلة . إذا أهملت مقاومة الهواء فأين تكون الطائرة بالنسبة إلى الرزمة عندما ترتطم الرزمة بالأرض ؟ ارسم مسار الرزمة كما يراه الناظر من الأرض .

.....

.....

.....

٣- إذا كنت رجل سير ، وتتحرك بسيارتك على طريق سريع ، وصادفتك سيارة تتحرك نحوك على نفس الطريق ، فكيف يمكنك الحكم على هذه السيارة إن كانت تتحرك بسرعة تفوق الحد الأقصى المسموح به للسرعة أم لا ؟

.....

.....

س٣ / حل التمارين التالية :

١- إذا كنت تركب قطارا يتحرك باتجاه الشمال بسرعة 15 m/s بالنسبة للأرض ، وركضت مسرعا في القطار بسرعة 5 m/s بالنسبة للقطار . احسب سرعتك بالنسبة للأرض في الحالات الآتية :

(أ) - عندما تتحرك في نفس اتجاه حركة القطار . (في نفس اتجاه حركة القطار 20 m/s)

(ب) - عندما تتحرك عكس اتجاه حركة القطار . (في نفس اتجاه حركة القطار 10 m/s)

(ج) - عندما تتحرك عمودياً على اتجاه حركة القطار . (15.8 m/s ، $\theta = 18.4^\circ$)

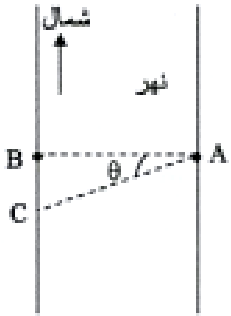
(د) - عندما تتحرك بزاوية 30° مع اتجاه حركة القطار . (19.5 m/s ، $\theta = 7.4^\circ$)

٢- قارب صيد سرعته القصوى 3 m/s بالنسبة لماء نهر يجري بسرعة 2 m/s ، ما أقصى سرعة يصل إليها القارب بالنسبة لضفة النهر ؟ وما أقل سرعة يصل إليها ؟ أذكر اتجاه القارب بالنسبة للماء في الحالتين .

(عكس اتجاه حركة الماء 1 m/s ، في اتجاه حركة الماء 5 m/s)

٣- يتحرك قارب في النهر بسرعة 2.5 m/s بالنسبة للماء ، بينما يسجل سرعة ذلك القارب راصد يقف على الشاطئ فيجدها 0.5 m/s بالنسبة له ، احسب سرعة ماء النهر . وهل يتحرك ماء النهر في اتجاه حركة القارب أم في اتجاه معاكس ؟
(عكس اتجاه حركة القارب 2 m/s)

٤- يركب أحمد وجمال قارباً يتحرك نحو الشرق بسرعة 4 m/s ، دحرج أحمد كرة بسرعة 0.75 m/s نحو الشمال في اتجاه عرض القارب نحو جمال . احسب سرعة الكرة بالنسبة للماء .
(شمال الشرق $\theta = 10.6^\circ$ ، 4.1 m/s)



٥- يقف قارب عند النقطة A على الضفة الشرقية لنهر ، وقد وجه قائده القارب في الاتجاه AC ، وذلك من أجل الوصول إلى النقطة B على الضفة الغربية للنهر ، فإذا كانت سرعة القارب في المياه الساكنة 10 m/s ، وماء النهر يتدفق بسرعة 2 m/s شمالاً ، احسب :
(أ) - الزاوية θ .
($\theta = 11.54^\circ$)

(ب) - مقدار السرعة المحصلة للقارب .
(9.8 m/s)

٦- إذا كنت في سيارة تتجه نحو الشمال بسرعة 100 km/h بالنسبة لمشاهد على الطريق ، وصديقك في سيارة تتحرك بسرعة 80 km/h بالنسبة لنفس المشاهد ، فاحسب سرعتك بالنسبة لصديقك مقدراً واتجاهاً عندما يكون :
(أ) - اتجاه حركة صديقك في نفس اتجاه حركتك .
(شمالاً 20 km/h)

(ب) - اتجاه حركة صديقك عكس اتجاه حركتك .
(شمالاً 180 km/h)

٧- يسير قارب سريع في اتجاه الشمال الغربي بسرعة 13 m/s بالنسبة لماء نهر يتجه نحو الشمال بسرعة 5 m/s بالنسبة لضفته . ما مقدار سرعة القارب بالنسبة لضفة النهر ؟ وما اتجاهها ؟

(شمال الغرب $57^\circ = \theta$, 16.92 m/s)

٨- تطير طائرة شمالاً بسرعة 235 km/h بالنسبة للهواء ، وهناك رياح تهب في اتجاه الشمال الشرقي بسرعة 65 km/h بالنسبة للأرض . احسب مقدار سرعة الطائرة واتجاهها بالنسبة للأرض .

(شمال الشرق $80.7^\circ = \theta$, 284.7 km/h)

٩- إذا كنت تركب طائرة صغيرة وتريد الوصول إلى مطار يبعد 450 km جنوباً في 3 ساعات ، وكانت الرياح تهب من الغرب بسرعة 50 km/h ، احسب مقدار واتجاه سرعة الطائرة التي يجب أن تطير بها لكي تصل في الوقت المناسب .

(جنوب الغرب $71.6^\circ = \theta$, 158.1 km/h)

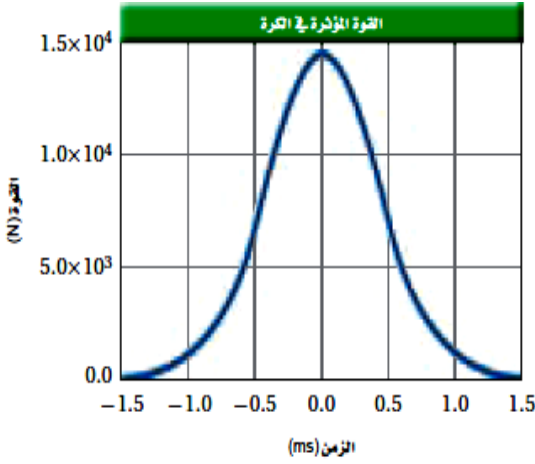
الفيزياء ٢ (فيز ٢١٠)

الفصل الخامس

الزخم وحفظه

إعداد
أ / أحمد العربي
ت / 36875859

الدفع والزخم



عند ضرب كرة تنس بمضرب فإن الكرة تصطدم بالمضرب ، وأثناء التصادم تتولد قوة بين المضرب والكرة تزداد قيمتها تدريجياً مع الزمن حتى تصل إلى أقصى قيمة لها ، فتتضغط شبكة المضرب ، ثم تستعيد شبكة المضرب شكلها ، وتقل القوة تدريجياً مع الزمن حتى تصبح صفراً كما بالشكل المقابل ، فتتحرك الكرة مبتعدة عن المضرب بسرعة كبيرة ، بينما تتحرك شبكة المضرب بسرعة أقل . وباستخدام قانون نيوتن الثاني نجد أن :

$$F = ma = m \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)$$

$$F \Delta t = m \Delta v$$

ومنها نجد أن :

ويسمى المقدار ($F \Delta t$) الدفع ، ويقاس بوحدة ($N \cdot s = kg \cdot m / s$) .

الدفع : " هو حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة في جسم في زمن تأثير القوة " " ما يساوي المساحة تحت منحنى العلاقة البيانية للقوة مع الزمن "

الزخم (كمية التحرك) : " هو حاصل ضرب كتلة الجسم في السرعة المتجهة له "

، ويقاس بوحدة ($kg \cdot m / s$) ،

$$p = mv$$

ويتعين الزخم من العلاقة :

" الدفع على جسم ما يساوي التغير في زخمه (حاصل طرح زخمه الابتدائي من زخمه النهائي) "

نظرية الدفع - الزخم

$$F \Delta t = m \Delta v = mv_f - mv_i = p_f - p_i$$

ملاحظة هامة : نظراً لأن السرعة كمية متجهة ، يكون الزخم أيضاً كمية متجهة ، وبالمثل يكون الدفع كمية متجهة لأن القوة كمية متجهة ، ويكون اتجاه الدفع في نفس اتجاه القوة .

تعليقات هامة

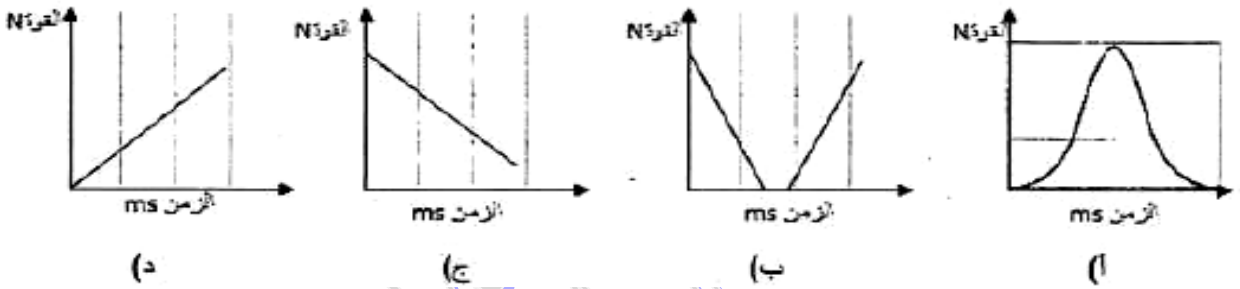
لتقليل القوة المؤثرة في القدم عند التصادم مع الأرض من خلال إطالة الفترة الزمنية التي تؤثر فيها القوة	يصمم الحذاء الرياضي بحيث يكون مزوداً بوسائد امتصاص
لتقليل من القوة الناتجة عن الدفع بزيادة زمن تأثيرها كما أنها توزع القوة على مساحة أكبر من جسم الشخص مما يقلل من احتمالية حدوث إصابات	يتم تزويد السيارة بوسادة هوائية للحفاظ على حياة الراكب عند التصادم

أسئلة تمارين على الدفع والزخم

س ١ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

- ١- ناقلة نفط تقف على رصيف ميناء ، وقطرة مطر تسقط على سطح منزل ، أيهما يمتلك زخم أكبر ؟ ولماذا ؟
 - أ- ناقلة النفط لأن كتلتها أكبر
 - ب- قطرة المطر لأنها تتحرك وناقلة النفط ساكنة
 - ج- لهما نفس الزخم لأن تسارع الجاذبية ثابت
 - د- ناقلة النفط لأنها ساكنة وقطرة المطر تتحرك
- ٢- يصوب شخص أسهماً متساوية الكتلة والسرعة المتجهة باتجاه هدف مثبت على الجدار ، فينغرس بعضها بالهدف ويرتد البعض الآخر ، فأي الأسهم تُنتج دفعاً أكبر على الهدف ؟ ولماذا ؟
 - أ- الأسهم المرتدة لأن التغير في زخمها أكبر
 - ب- الأسهم المنغرسه لأنها تتوقف عن الحركة
 - ج- لهما نفس الدفع لأن كتلتهم متساوية
 - د- لهما نفس الدفع لأن سرعتهم متساوية
- ٣- عندما تقفز من مكان مرتفع إلى سطح الأرض فإنك تثني رجليك عند ملامسة سطح الأرض بسبب :
 - أ- لتقليل زمن التوقف فيزداد الدفع على الجسم
 - ب- لتقليل زمن التوقف فيقل الدفع على الجسم
 - ج- لزيادة زمن التوقف فتزداد القوة المؤثرة على الجسم
 - د- لزيادة زمن التوقف فتقل القوة المؤثرة على الجسم
- ٤- يمكن لقوة صغيرة أن تُنتج دفعاً أكبر من الدفع الذي تُنتجه قوة كبيرة عند تأثيرهما على الجسم نفسه بسبب :
 - أ- زيادة زمن تلامس القوة الكبيرة فيزداد الدفع الذي تُنتجه .
 - ب- نقص زمن تلامس القوة الكبيرة فيزداد الدفع الذي تُنتجه .
 - ج- زيادة زمن تلامس القوة الصغيرة فيزداد الدفع الذي تُنتجه .
 - د- نقص زمن تلامس القوة الصغيرة فيزداد الدفع الذي تُنتجه .

٥ - تتأثر سيارة بقوة متغيرة نتيجة اصطدامها بحاجز إسمنتي صلب ، ما الشكل الذي يوضح العلاقة البيانية بين القوة وزمن تأثيرها خلال عملية التصادم ؟



٦- يركض لاعب القفز بالزانة في اتجاه نقطة الانطلاق بزخم أفقي ، ولكن الزخم الرأسي عندما يقفز اللاعب فوق العارضة يأتي من :

- أ- السرعة الأفقية للاعب أثناء الركض
- ب- التسارع الأفقي للاعب أثناء الركض
- ج- قوة دفع الأرض للزانة
- د- قوة جذب الأرض للزانة

س٢ / حل التمارين التالية :

- ١ - ضرب لاعب تنس كرة كتلتها 0.145 kg بمضرب ، وكانت سرعة الكرة قبل التصادم 38 m/s ، فإذا كان التغير في زخم الكرة يساوي 13.1 N.s ، احسب السرعة المتجهة النهائية للكرة .

$$(+ 52.3 \text{ m/s})$$

- ٢ - تتحرك مركبة كتلتها 2200 kg بسرعة 26 m/s ، احسب متوسط القوة المؤثرة في المركبة في الحالات الآتية :

(أ) - عند التوقف خلال 21 s عن طريق الضغط على المكابح برفق .

$$(- 2.72 \times 10^3 \text{ N})$$

(ب) - عند التوقف خلال 3.8 s عن طريق الضغط على المكابح بشدة .

$$(- 15.1 \times 10^3 \text{ N})$$

(ج) - عند التوقف خلال 0.22 s عندما تصطدم بحائط أسمنتي .

$$(- 260 \times 10^3 \text{ N})$$

- ٣ - تتحرك سيارة كتلتها 725 kg بسرعة متجهة 115 km/h في اتجاه الشرق ، احسب :

(أ) - مقدار زخم السيارة واتجاهه .

$$(\text{ في اتجاه الشرق , } 23.2 \times 10^3 \text{ kg.m/s})$$

(ب) - السرعة المتجهة لسيارة أخرى كتلتها 2175 kg لها نفس الزخم .

$$(\text{ في اتجاه الشرق , } 10.7 \text{ m/s} = 38.5 \text{ km/h})$$

٤ - إذا تحرك جزيء نيتروجين كتلته $4.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$ بسرعة 550 m/s ، وبعد اصطدامه بحاجز ارتد عنه بالسرعة نفسها ، احسب :

(أ) - الدفع الذي أثر به الجزيء في الحاجز .
(- $5.17 \times 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$)

(ب) - متوسط القوة المؤثرة في الحاجز إذا كان عدد التصادمات في الثانية الواحدة 1.5×10^{23} .

(- 7.75 N)

٥ - اقتربت كرة طائرة كتلتها 0.24 kg من فتاة بسرعة متجهة 3.8 m/s ، فضربت الفتاة الكرة بسرعة مقدارها 2.4 m/s في الاتجاه المعاكس ، احسب متوسط القوة التي أثرت بها الفتاة في الكرة إذا كان زمن تلامس يديها بالكرة 0.025 s .

(- 59.52 N)

٦ - رميت كرة كتلتها 0.174 kg ، أفقياً بسرعة 26 m/s ، وبعد أن ضربت الكرة بالمضرب تحركت في الاتجاه المعاكس بسرعة 38 m/s ، ارسم متجهات الزخم للكرة قبل وبعد ضربها بالمضرب ، ثم احسب :

(أ) - التغير في زخم الكرة .
($11.1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$)

(ب) - الدفع الناتج عن المضرب .

($11.1 \text{ N} \cdot \text{s}$)

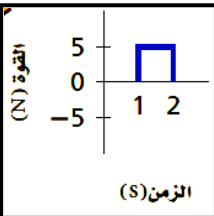
(ج) - متوسط القوة التي أثر بها المضرب في الكرة إذا بقي الضرب متصلاً بالكرة 0.8 ms .

($1.4 \times 10^4 \text{ N}$)

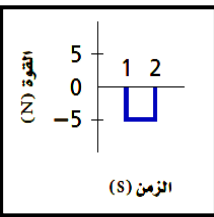
٧ - ضُربت كرة جولف كتلتها 0.058 kg بقوة مقدارها 272 N بواسطة مضرب ، فأصبحت سرعتها المتجهة 62 m/s ، احسب زمن تلامس الكرة بالمضرب .
 ($13.2 \times 10^{-3} \text{ S}$)

٨ - تستخدم صواريخ صغيرة لعمل تعديل بسيط في مقدار سرعة الأقمار الاصطناعية ، فإذا كانت قوة دفع أحد هذه الصواريخ 35 N ، وأطلق لتغيير السرعة المتجهة لمركبة فضائية كتلتها 72000 kg بمقدار 63 cm/s ، احسب مقدار الفترة الزمنية التي يجب أن يُطلق فيها الصاروخ .
 ($1.3 \times 10^3 \text{ S}$)

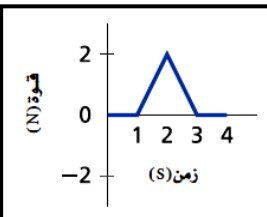
٩ - تتدحرج كرة بولينج كتلتها 7 kg على ممر انزلاق بسرعة متجهة 2 m/s ، أوجد مقدار سرعة الكرة واتجاه حركتها بعد تأثير كل من الدفعين المبينين في الشكلين الآتيين .



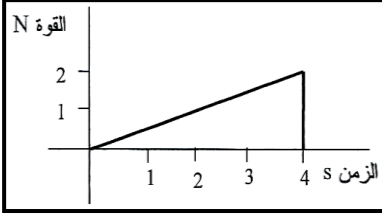
(أ) - (في نفس اتجاه سرعتها الأولى ، 2.7 m/s)



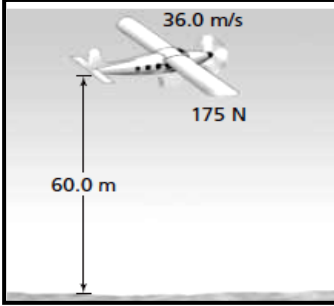
(ب) - (في نفس اتجاه سرعتها الأولى ، 1.3 m/s)



١٠ - تتحرك كرة كتلتها 0.15 kg في الاتجاه الموجب بسرعة متجهة 12 m/s بفعل الدفع المؤثر فيها والموضح بالرسم البياني المقابل ، احسب سرعة الكرة عند 4 s .
 (25.33 m/s)



١١ - تتحرك كرة كتلتها 0.2 kg في الاتجاه الموجب بسرعة متجهة 10 m/s بفعل الدفع المؤثر فيها والموضح بالرسم البياني المقابل ، احسب سرعة الكرة بعد 4 s .
(30 m/s)



١٢ - أسقطت كرة وزنها 175 N من طائرة تطير في اتجاه الشرق بسرعة 36 m/s على ارتفاع 60 m من سطح الأرض ، أوجد مقدار واتجاه كمية تحرك الكرة قبيل اصطدامها بالأرض .
($887.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, $\theta = 43.6^\circ$)

الفيزياء ٢ (فيز ٢١٠)

الفصل السادس

الشغل والطاقة وحفظها

إعداد
أ / أحمد العربي
ت / 36875859

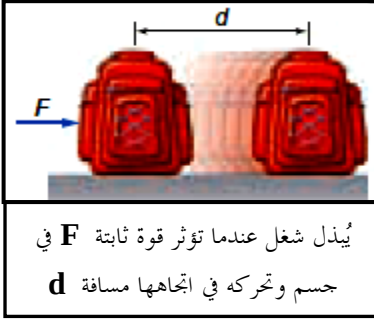
الطاقة والشغل

عندما تؤثر قوة محصلة في جسم ، وتحركه في اتجاهها فإن :

$$2ad = v_f^2 - v_i^2$$

وبالتعويض في المعادلة من العلاقة $a = F / m$ ، ثم ضرب طرفي المعادلة في $m / 2$ نجد أن :

$$Fd = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$$



الشغل (W) : " هو حاصل ضرب القوة الثابتة المؤثرة في جسم ما باتجاه حركته في إزاحة هذا الجسم "

$$W = F \cdot d$$

ويتعين الشغل من العلاقة :

ويقاس الشغل بوحدة : ($J = N \cdot m = kg \cdot m^2 / s^2$)

الجول : " هو الشغل المبذول عندما تؤثر قوة مقدارها $1 N$ في جسم ، وتحركه مسافة $1 m$ في اتجاهها "

الطاقة : " هي قدرة الجسم على إحداث تغيير في ذاته ، أو فيما يحيط به "

طاقة الحركة (KE) : " هي الطاقة الناتجة عن حركة الجسم "

" هي حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع مقدار سرعته "

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

وتتوقف طاقة الحركة على : (أ) - الكتلة : والتناسب طردي . (ب) - مربع السرعة : والتناسب طردي .

" الشغل يساوي التغير في الطاقة الحركية "

نظرية الشغل - الطاقة

$$W = \Delta KE = KE_f - KE_i = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$$

ملاحظات هامة :

١- عندما يبذل المحيط الخارجي شغلاً على النظام (الجسم موضع الدراسة) ، فإن الشغل W يكون موجباً ، وتزداد طاقة النظام ، أما إذا بذل النظام شغلاً على المحيط الخارجي فإن الشغل W يكون سالباً ، وتقل طاقة النظام .

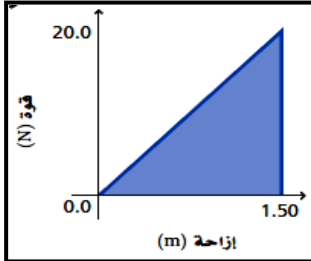
٢- عندما تؤثر قوة في جسم في اتجاه يصنع زاوية مع اتجاه حركته ، فإن مركبة القوة في اتجاه الحركة فقط هي التي تبذل شغلاً ، ويتعين الشغل المبذول من العلاقة :

$$W = F d \cos\theta$$

٣- يتوقف الشغل المبذول على :

- (أ) - مقدار القوة المؤثرة : والتناسب طردي .
(ب) - إزاحة الجسم : والتناسب طردي .
(ج) - الزاوية المحصورة بين اتجاه القوة والإزاحة .

٤- القوة التي تؤثر في اتجاه متعاود على اتجاه الحركة لا تبذل شغلاً ، مثل قوة جذب الشمس للكواكب ، أو القوة التي يؤثر بها شخص يحمل حقيبة ويسير أفقياً .



٥- الشغل المبذول يساوي المساحة تحت الخط البياني للعلاقة بين القوة والإزاحة ، لذلك عندما تكون القوة المؤثرة في جسم متغيرة فإنه يتم حساب الشغل المبذول عن طريق حساب المساحة تحت المنحنى .

٦- عندما تؤثر عدة قوى في جسم ، فإنه يتم حساب الشغل المبذول عن طريق حساب الشغل الذي تبذله كل قوة ، ثم جمع النتائج .

القدرة

القدرة : " هي الشغل المبذول مقسوماً على الزمن اللازم لبذل الشغل " " هي المعدل الذي تُغير فيه القوة الخارجية طاقة النظام "

وتقاس القدرة بوحدة : الواط ($W = J / S$)

$$P = \frac{W}{t}$$

وتتعين القدرة من العلاقة :

الواط (W) : " هو ما يساوي انتقال طاقة مقدارها 1 J خلال فترة زمنية 1 S "

العوامل التي تتوقف عليها القدرة :

- ١- الشغل المبذول : والتناسب طردي .
٢- الفترة الزمنية : والتناسب عكسي .

ملاحظة هامة :

عندما تكون القوة والإزاحة في نفس الاتجاه فإن ($P = F d / t$) ولأن (d / t) تمثل مقدار السرعة ، لذلك يمكن حساب القدرة باستخدام العلاقة ($P = F v$) .

تعليقات هامة

لأن $W = F d \cos \theta$ ، ونظراً لأن $\theta = 90^\circ$ ، $\cos 90 = 0$ لذلك يكون $W = 0$	القوة العمودية على اتجاه الحركة لا تبذل شغلاً
لأن اتجاه القوة عمودي على اتجاه الحركة	" قوة جذب الشمس للكواكب لا تبذل شغلاً " " عندما يحمل شخص حقيبة ويسير بها أفقياً فإن قوته لا تبذل شغلاً "
لأن الشغل المبذول من قوة الاحتكاك يكون عكس اتجاه الحركة أي أن $\theta = 180^\circ$ فيكون $\cos 180 = -1$ وبالتالي يكون الشغل سالب	الشغل المبذول من قوة الاحتكاك يكون دائماً سالب

أسئلة وتمارين على الشغل والطاقة والقدرة

س١ / ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١- ماذا يحدث للطاقة الحركية لجسم متحرك عندما يكون الشغل المنجز موجب .

- أ- تزداد الطاقة الحركية
ب- تقل الطاقة الحركية
ج- تظل الطاقة الحركية ثابتة
د- تصبح الطاقة الحركية سالبة

٢- القوة التي تبذل شغل من بين القوى الآتية هي :

- أ- قوة جذب الشمس للكواكب
ب- قوة شخص يحمل حقيبة ويمشي بها أفقياً
ج- قوة شد خيط لحجر يتحرك في مسار دائري
د- قوة شخص يحمل حقيبة ويصعد بها لأعلى

٣- يُقاس الشغل بوحدة الجول والتي تُكافئ :

- أ- $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$
ب- $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$
ج- N / m
د- $\text{N} \cdot \text{m}^2$

٤- المساحة تحت الخط البياني للعلاقة بين القوة والإزاحة تساوي :

- أ- القدرة
ب- الزخم
ج- الشغل
د- الدفع

س٢ / حل التمارين التالية :

١ - ينزلق قرص هوكي كتلته 105 g على سطح جليدي ، فإذا أثر لاعب بقوة ثابتة مقدارها 4.5 N في القرص فحركه مسافة 15 cm في نفس اتجاه القوة ، احسب الشغل الذي بذله اللاعب على القرص ، ومقدار التغير في طاقة حركة القرص .
($0.675 \text{ N} \cdot \text{m}$, 0.675 J)

٢ - يؤثر طالبان معاً بقوة مقدارها 825 N لدفع سيارة مسافة 35 m ، احسب :

(أ) - مقدار الشغل الذي يبذله الطالبان على السيارة .
(28875 J)

(ب) - الشغل المبذول لدفع السيارة إلى المسافة نفسها إذا تضاعفت القوة .
(57750 J)

٣ - يسحب بحار قارباً مسافة 30 m في اتجاه رصيف الميناء مستخدماً حبل يصنع زاوية 25° فوق الأفقي ، احسب مقدار الشغل الذي يبذله البحار على القارب إذا أثر بقوة مقدارها 255 N في الحبل .
(6933.3 J)

٤ - يرفع شخصان صندوقاً ثقیلاً مسافة 15 m بحبلين يصنع كل منهما زاوية 75° مع الأفقي ، ويؤثر كل من الشخصين بقوة مقدارها 225 N ، احسب مقدار الشغل الذي يبذلانه .
(6520 J)

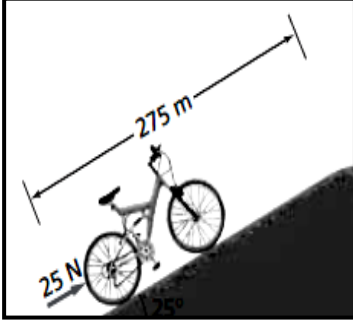
٥ - يحمل مسافر حقيبة سفر وزنها 215 N إلى أعلى سلم ، وكانت الإزاحة في الاتجاه الرأسي 4.2 m ، وفي الاتجاه الأفقي 4.6 m ، احسب :
(أ) - مقدار الشغل الذي يبذله المسافر .
(903 J)

(ب) - مقدار الشغل الذي يبذله المسافر إذا حمل الحقيبة إلى أسفل السلم .
(- 903 J)

٦ - يحمل عامل ثلاجة كتلتها 185 kg على عربة نقل متحركة ، ويدفعها إلى أعلى مسافة 10 m على مستوى مائل عديم الاحتكاك يميل بزاوية 11° فوق الأفقي ، احسب مقدار الشغل الذي يبذله العامل .
(3459.4 J)

٧ - تسقط كرة كتلتها 0.18 kg مسافة 2.5 m ، احسب مقدار الشغل الذي تبذله قوة الجاذبية الأرضية على الكرة .
(4.41 J)

٨ - ترفع رافعة صندوقاً مسافة 1.2 m ، وتبذل عليه شغلاً مقداره 7 KJ ، احسب مقدار كتلة الصندوق .
(595.2 kg)



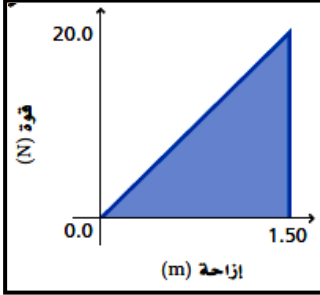
٩ - يدفع شخص دراجة كتلتها 13 kg بقوة مقدارها 25 N إلى أعلى منحدر طوله 275 m ، ويميل على الأفقي بزاوية مقدارها 25° كما بالشكل المقابل ، احسب :

(أ) - مقدار الشغل الذي يبذله الشخص على الدراجة . **(6875 J)**

.....
.....
.....

(ب) - مقدار الشغل الذي تبذله الدراجة في هبوط المنحدر بفعل قوة الجاذبية الأرضية . **($- 14.8 \times 10^3 \text{ J}$)**

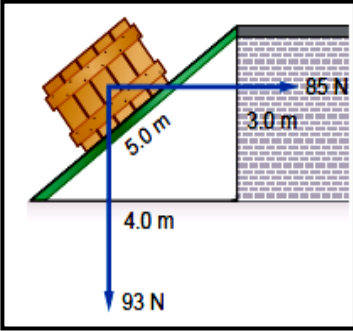
.....
.....
.....



١٠ - يوضح الشكل المقابل القوة التي تؤثر في نابض ، والتي تتغير خطياً من 0 N إلى 20 N عند تعرضه للانضغاط مسافة 1.5 m ، احسب الشغل الذي تبذله القوة التي تؤدي إلى انضغاط النابض . **(15 J)**

.....
.....
.....

١١ - يدفع عامل صندوق يزن 93 N إلى أعلى مستوى مائل حيث يدفعه باتجاه أفقي يوازي سطح الأرض ، كما بالشكل المقابل ، احسب :



(أ) - مقدار الشغل الذي يبذله العامل إذا أثر بقوة 85 N . **(340 J)**

.....
.....
.....

(ب) - مقدار الشغل الذي تبذله قوة الجاذبية الأرضية . **(- 279 J)**

.....
.....
.....

(ج) - مقدار الشغل الذي تبذله قوة الاحتكاك إذا كان معامل الاحتكاك الحركي 0.2 . **(- 125.4 J)**

.....
.....
.....

١٢ - يرفع محرك كهربائي مصعداً مسافة 9 m خلال 15 s بالتأثير بقوة رأسية إلى أعلى مقدارها

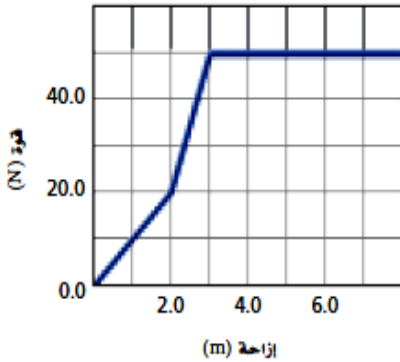
(8.4 kw) ، احسب القدرة التي يُنتجها المحرك بوحدة kw .

.....
.....
.....

١٣ - رُفِع صندوق يزن 575 N رأسياً إلى أعلى مسافة 20 m بحبل قوي موصول بمحرك ، فإذا تم إنجاز العمل خلال 10 s ، احسب القدرة التي يولدها المحرك بوحدة kw .
(1.15 kw)

١٤ - يرفع مصعد جسماً كتلته 1100 kg مسافة 40 m خلال 12.5 s ، احسب مقدار القدرة التي يولدها المصعد .
($34.5 \times 10^3 \text{ W}$)

١٥ - يُستخدم حزام نقل طوله 12 m يميل بزاوية 30° على الأفقي لنقل حزم من الصحف من غرفة بريد إلى مبنى الشحن ، فإذا كانت كتلة كل صحيفة 1 kg ، وتتكون كل حزمة من 25 صحيفة ، احسب القدرة التي يولدها حزام النقل إذا كان ينقل 15 حزمة في الدقيقة .
(367.5 W)

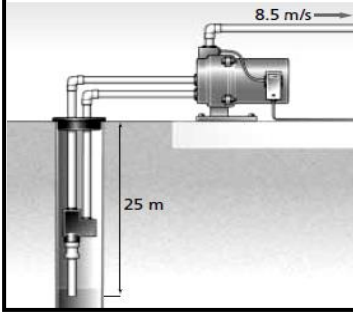


١٦ - يوضح الشكل المقابل القوة والإزاحة لعملية سحب جسم ، احسب :

(أ) - الشغل المبذول لسحب الجسم مسافة 7 m .
(255 J)

(ب) - القدرة الناتجة إذا تم إنجاز الشغل خلال 2 s .
(127.5 w)

١٧ - احسب القدرة التي تولدها مضخة في رفع 35 L من الماء كل دقيقة من عمق 110 m ، علماً بأن كل 1 L من الماء كتلته 1 kg .
(628.83 w)



١٨ - تسحب مضخة كهربائية الماء بمعدل $0.25 \text{ m}^3 / \text{s}$ من بئر عمقها 25 m ، فإذا كان مقدار سرعة تدفق الماء من المضخة $8.5 \text{ m} / \text{s}$ ، وكثافة الماء $1000 \text{ kg} / \text{m}^3$ ، احسب :

(أ) - القدرة اللازمة لرفع الماء إلى السطح . $(61.25 \times 10^3 \text{ w})$

(ب) - القدرة التي تحتاج إليها المضخة لجعل الماء يتدفق منها بسرعة $8.5 \text{ m} / \text{s}$. $(9 \times 10^3 \text{ w})$

١٩ - تضخ مضخة 0.55 m^3 من الزيت خلال 35 s في برميل يقع على منصة ترتفع 25 m فوق مستوى أنبوب السحب ، فإذا كانت كثافة الزيت $0.82 \text{ g} / \text{cm}^3$ ، احسب :

(أ) - الشغل الذي تبذله المضخة . $(1.1 \times 10^5 \text{ J})$

(ب) - القدرة التي تولدها المضخة . $(3.14 \times 10^3 \text{ w})$