للتسجيل والاطلاع على الدورات المتاحة الدخول على موقعنا الإلكتروني

daralharf.com

ويمكنك التسجيل أيضاً في المواقع التالية

رقم	اسم المكتبة	الحي	اسم الشارع	الهاتف
1	الشرق	الروضة	خالد بن الوليد أمام أسواق السدحان	2490107
2	خالد شامان	الروضة	عبادة بن الصامت	2300505
3	تميم	مخرج 9	الشارع العام	2498803
4	وردة الجامعة	الروابي	الإمام الشافعي	4968647
5	كنوز ورموز	الصحافة	السليمانية	4612011
6	بداية المجتهد	الملز	زيد بن الخطاب	4765734
7	جبال النماص	أم الحمام	الشارع العام	4885948
8	الغنام	الدرعية	طريق الملك خالد	0500465103
9	سامي	العزيزية	الشارع العام	2133707
10	دار المناهل3	الخليج	عبدالعزيز البشر	2265645
11	شيليا	المصيف	ظبية بنت الحارث	4500068
12	راية المعرفة	الحمراء	الحسن بن الحسين	2398895
13	دار المناهل2	الملك فيصل	الحسن بن الحسين	2262030

أو الاتصال أو إرسال رسالة على الجوال المخصص للدورات

0501542222

أهم مميزات الدورات

1- التركيز على أفكار الأسئلة المتكررة في اختبارات القدرات للسنوات الماضية.

2- تعلّم الأساليب الذكية (غير التقليدية) للحل التي لا ترتكز على الحصيلة العلمية للطالب.

3- تنويع الأمثلة والتدريبات لتشمل أكبر قدر من الأفكار المحتمل ورودها في الاختبار.

4- حصص تدريبية على أنماط الأسئلة لرفع مستوى الطالب.

دورات التحصيلي للتخصصات العلمية

1- مراجعة شاملة لمناهج الرياضيات والفيزياء والكيمياء والأحياء.

2- التركيز على المعلومات والموضوعات بناء على نسبة احتمالية ورودها في الاختبار.

3- حصص تدريبية على حل أسئلة الاختبارات التحصيلية التي تكرر ورودها في الأعوام الماضية.

يقدم مع دورات القدرات والتحصيلي

1- كتاب سلسلة التبسيط المناسب للدورة.

2- منهج خاص بالدورة مدمج مع دفتر نشاطات وتدريبات.

3- اختبار إلكتروني تفاعلي كامل (بخمسة أقسام) مماثل للاختبارات الفعلية.

من تجارب الطلاب والطالبات مع دورات سلسلة التبسيط

الطالبة نعيمة م أ

"اختبرت قبل دورة سلسلة التبسيط اختبارين وكانت أعلى درجة لي 73، وفادتني الدورة كثير .. الشرح كان ممتاز (ما شاء الله) ومناسب لكل المستويات، ودفتر التدريبات ساعدني كثير بطريقة التلخيص، وبحمد الله زادت درجتي بعد الدورة إلى 83 ."

الطالب عبدالرحمن س ش

"شاركت في الدورة رقم 3601 وارتفعت نسبتي من 75 إلى 86 وذلك بفضل الله أولاً ثم بسبب جهودكم الكبيرة التي أثرت برفع نسبتي فلكم خالص الشكر والتقدير."

الطالب محمد أ أ

"أول دورة أشترك فيها واستفدت منها كتير خصوصا الجزء اللفظي، وجبت في الاختبار اللي بعد الدورة 75 ، ما اختبرت إلا اختبارين، وكان الاختبار السابق 59 الحمد لله زدت 16 درجة."

المزيد من التجارب على موقعنا daralharf.com

دورات سلسلة التبسيط بالأرقام

- نصف المشتركين في الدورات ممن لهم اختبارات سابقة قبل الدورة زادت درجاتهم بعد الدورة بمعدل يتجاوز **8 درجات**
- وصلت الزيادة في درجات الطلاب بعد اشتراكهم في الدورات إلى **16 درجة**

سلسلة التبسيط

رؤية مبتكرة ... لفهم أسهل

الفيزياء

الصف الأول الثانوي

الفصل الدراسي الثاني

ناصر بن عبد العزيز آل عبد الكريم

والفريق العلمي لسلسلة التبسيط

© ياسين عبد العزيز آل عبد الكريم

حقوق الطبع محفوظة كلها. لا يُسمح بطبع أيّ جزء من أجزاء هذا الكتاب، أو خزنه في أيّ نظـام لخزن المعلومـات واسترجاعها، أو نقله على أيّة هيئة أو بأيّـة وسيـلة سـواءً كانت إلكترونية أو شرائط ممغنطة أو ميكانيكية، أو استنساخًا، أو تسجيلاً، أو غيرها إلا بإذن كتابيّ من مالك حق الطبع.

الطبعة الأولى

مُقَدّمة

الحمد لله رب العالمين وصلى الله وسلم على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد

فقد حرصنا أن يكون أسلوب عرض هذا الكتاب ـــ والسلسلة بشكل عام ـ مبسطًا قدر المستطاع ليتمكن الطلاب والطالبات من الاستفادة منه بأقل جهد.

كما أن هذه السلسلة محاولة لتوفير جهود المعلمين الأفاضل والمعلمات الفاضلات في اختيار أساليب العرض المبسطة واختيار الأمثلة المناسبة وحلها بطريقة واضحة.

نسأل الله تعالى أن يوفق الجميع لكل خير إنه على كل شيءٍ قدير.

ناصر بن عبد العزيز آل عبد الكريم

الرياض

قائمة المحتويات

الفصل الخامس: القوى في بعدين ٥

الدرس ١ : المتجهات ٦

الدرس ٢ : حساب المحصلة باستعمال القوانين ٨

الدرس ٣ : مركّبات المتجهات ١٠

الدرس ٤ : جمع المتجهات ١٢

الدرس ٥ : الاحتكاك ١٤

الدرس ٦ : قوة الاحتكاك الحركي وقوة الاحتكاك السكوني ١٦

الدرس ٧ : القوة والحركة في بعدين ١٨

الدرس ٨ : الحركة على مستوى مائل ٢٠

أجوبة الفصل الخامس ٢٢

الفصل السادس: الحركة في بعدين ٢٣

الدرس ٩ : حركة المقذوف ٢٤

الدرس ١٠ : المقذوفات التي تُطلق بزاوية ٢٦

الدرس ١١ : الحركة الدائرية ٢٨

الدرس ١٢ : القوة المركزية في الحركة الدائرية ٣٠

الدرس ١٣ : السرعة النسبية ٣٢

أجوبة الفصل السادس ٣٤

الفصل السابع: الجاذبية ٣٥

الدرس ١٤ : حركة الكواكب والجاذبية ٣٦

الدرس ١٥ : القانونان الثاني والثالث لكبلر ٣٧

الدرس ١٦ : قانون نيوتن للجذب الكوني ٣٩

الدرس ١٧ : الجذب الكوني والقانون الثالث لكبلر ٤١

الدرس ١٨ : قياس ثابت الجذب الكوني ٤٢

الدرس ١٩ : استخدام قانون الجذب العام ٤٤

الدرس ٢٠ : تسارع الجاذبية الأرضية ٤٦

الدرس ٢١ : مجال الجاذبية ٤٨

الدرس ٢٢ : الكتلة ٥٠

أجوبة الفصل السابع ٥٢

الفصل الخامس

القوى في بعدين

الدرس ١ : المتجهات ٦

الدرس ٢ : حساب المحصلة باستعمال القوانين ٨

الدرس ٣ : مركّبات المتجهات ١٠

الدرس ٤ : جمع المتجهات ١٢

الدرس ٥ : الاحتكاك ١٤

الدرس ٦ : قوة الاحتكاك الحركي وقوة الاحتكاك السكوني ١٦

الدرس ٧ : القوة والحركة في بعدين ١٨

الدرس ٨ : الحركة على مستوى مائل ٢٠

أجوبة الفصل الخامس ٢٢

الدرس ١ : المتجهات

مراجعة عن الكميات المتجهة

المقصود بها	كميات فيزيائية يتطلب تعيينها تحديد مقدارها واتجاهها
تمثيلها	تمثل بوساطة الأسهم
من أمثلتها	السرعة ، التسارع ، الإزاحة ، القوة
القوة المحصلة	القوة المحصلة لقوتين في بعد واحد تساوي .. • مجموع القوتين إذا كانتا في اتجاه واحد. • الفرق بينهما إذا كانتا متعاكستي الاتجاه.
مثال توضيحي	عندما يدفع طالبان طاولة في اتجاه اليمين بحيث يؤثر كل منهما بقوة 40 N فإن متجه القوة المحصلة يساوي 80 N

(١) اكتب المصطلح العلمي: كميات فيزيائية يتطلب تعيينها تحديد مقدارها واتجاهها.

(٢) املأ الفراغ: من أمثلة الكميات المتجهة ـــــــــ و ـــــــــ .

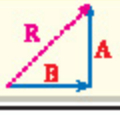
(٣) ضع ✓ أو ✗ : متجه القوة المحصلة لقوتين متعاكستين يساوي مجموعهما.

(٤) اختر: متجه القوة المحصلة لقوتين متعاكستين مقدار كل منهما 50 N يساوي ..

Ⓐ صفرًا. Ⓑ 50 N . Ⓒ 100 N . Ⓓ 150 N .

المتجهات في أبعاد متعددة

خطوات جمع المتجهات في بُعدين	(١) نضع ذيل أحد المتجهين على رأس المتجه الآخر. (٢) نرسم المتجه المحصل بتوصيل ذيل المتجه الأول مع رأس المتجه الثاني. (٣) نقيس مقدار المتجه المحصل بالمسطرة؛ ونحدد اتجاهه بالمنقلة.
مثال توضيحي	لتحديد المتجه المحصل R للمتجهين A و B نتبع الخطوات التالية:

(١) نرسم المتجهين	(٢) نحرك المتجه A ليصبح ذيله عند رأس المتجه B	(٣) نرسم المتجه المحصل R
		

فائدتان	• عند نقل متجه فإنه لا يتغير « علل » لأن طول المتجه واتجاهه لم يتغيرا. • يمكن استعمال علم المثلثات لتحديد طول المتجه المحصل واتجاهه.

أمثلة

مثال١: دفع رجل سيارة بقوة قدرها 250 N ؛ فإذا كان الهواء يؤثر عليها بقوة 75 N في عكس اتجاه حركتها فكم محصلة القوة المؤثرة على السيارة؟

الحل:

$$F_{\text{محصلة}} = F_1 - F_2 = 250 - 75 = 175\ \text{N}$$

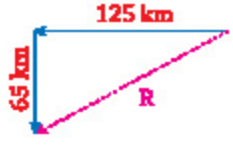
1 ص12: قطعت سيارة 125 km في اتجاه الغرب ثم 65 km في اتجاه الجنوب؛ ما مقدار إزاحتها ؛ حل المسألة بطريقة الرسم »؟

الحل: لإيجاد إزاحة السيارة نتبع الخطوات التالية:

(١) نرسم متجهين يمثلان حركة السيارة « بمقياس رسم مناسب ».

(٢) نرسم متجه المحصلة R من ذيل المتجه الأول إلى رأس المتجه الثاني.

(٣) نستخدم المسطرة لقياس مقدار متجه المحصلة: R ≈ 141



∴ إزاحة السيارة 141 km

الدرس ٢ : حساب المحصلة باستعمال القوانين

نظريات وقوانين لحساب المحصلة

نظرية فيثاغورس	نصها	{ إذا كانت الزاوية بين متجهين A و B قائمة فإن مجموع مربعي مقداري المتجهين يساوي مربع مقدار المتجه المحصل R }
	صيغتها الرياضية	$R^2 = A^2 + B^2$
	متى تُستخدم؟	إذا كانت الزاوية بين المتجهين قائمة فقط
قانون جيب التمام	نصه	{ مربع مقدار المتجه المحصل لمتجهين يساوي مجموع مربعي مقداري المتجهين مطروحًا منه ضعف حاصل ضرب مقداريهما مضروبًا في جيب تمام الزاوية التي بينهما }
	صيغته الرياضية	$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$
	متى يستخدم؟	إذا كانت الزاوية بين المتجهين لا تساوي 90°
قانون الجيب	نصه	{ مقدار محصلة متجهين مقسومًا على جيب الزاوية بينهما يساوي مقدار أحد المتجهين مقسومًا على جيب الزاوية التي تقابله }
	صيغته الرياضية	$\frac{R}{\sin\theta} = \frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b}$
	متى يستخدم؟	إذا علمنا قيمة الزاوية بين المتجهين والزاويتين المقابلتين لهما

(١) اكتب المصطلح العلمي: إذا كانت الزاوية بين متجهين قائمة فإن مجموع مربعي مقداري المتجهين يساوي مربع مقدار المتجه المحصل.

(٢) اختر: لحساب مقدار المتجه المحصل R لمتجهين A ، B بينهما زاوية قائمة نستخدم ..

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

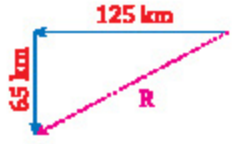
(٣) اكتب المصطلح العلمي: مربع مقدار المتجه المحصل لمتجهين يساوي مجموع مربعي مقداريهما مطروحًا منه ضعف حاصل ضرب مقداريهما مضروبًا في جيب تمام الزاوية التي بينهما.

(٤) اكتب المصطلح العلمي: مقدار محصلة متجهين مقسومًا على جيب الزاوية بينهما يساوي مقدار أحد المتجهين مقسومًا على جيب الزاوية التي تقابله.

أمثلة

1 ص12: قطعت سيارة 125 km في اتجاه الغرب ثم 65 km في اتجاه الجنوب؛ ما مقدار إزاحتها؟

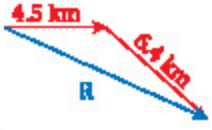
الحل: نرسم المتجهين A و B ونحدد متجه المحصلة R ..



$$R^2 = A^2 + B^2 \Rightarrow R = \sqrt{A^2+B^2}$$
$$R = \sqrt{125^2 + 65^2} = \sqrt{19850}$$
$$R = 140.9 \text{ km}$$

2 ص12: سار شخص 4.5 km في اتجاه ما ثم انعطف بزاوية 45° نحو اليمين وسار مسافة 6.4 km؛ ما مقدار إزاحته؟

الحل:



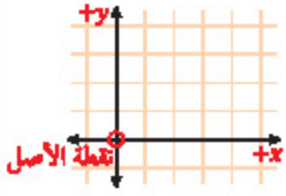
$$R = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta} = \sqrt{4.5^2 + 6.4^2 - 2 \times 4.5 \times 6.4 \cos 135°}$$
$$\therefore R = 10 \text{ km}$$

1 ص11: إزاحتان الأولى 25 km والثانية 15 km؛ احسب مقدار محصلتهما عندما تكون الزاوية بينهما 90° ، 135° .

الجواب النهائي: 29 km ، 37 km .

الدرس ٣ : مركّبات المتجهات

النظام الإحداثي

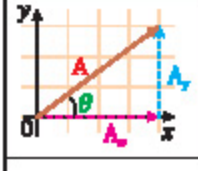
النظام الإحداثي	يشبه وضع شبكة مرسومة على شريحة شفافة فوق الرسم التخطيطي للمسألة
المحاور في النظام الإحداثي	• محور x الموجب: يمثل بسهم يمر بنقطة الأصل ويشير إلى الاتجاه الموجب. • محور y الموجب: يمثل بسهم يصنع زاوية $90°$ في عكس اتجاه عقارب الساعة من محور x . • يتقاطع محور x مع محور y في نقطة الأصل. 
من طرق تحديد اتجاهات المحاور	نوع الحركة | اتجاه محور x الموجب | اتجاه محور y الموجب حركة على سطح الأرض | يشير إلى اتجاه الشرق | يشير إلى اتجاه الشمال حركة عبر الهواء | يكون أفقيًا | يكون عموديًا على المحور x حركة على تل | يكون في اتجاه الحركة | يكون عموديًا على المحور x
فائدة	اختيار اتجاهات المحاور حسب نوع الحركة يجعل حل المسألة أسهل

(١) ضع ✓ أو ✗ : النظام الإحداثي يشبه وضع شبكة مرسومة على شريحة شفافة فوق الرسم التخطيطي للمسألة.

(٢) ضع ✓ أو ✗ : في النظام الإحداثي محور y عمودي على محور x دائمًا.

(٣) املأ الفراغ: في النظام الإحداثي يتقاطع محور x مع محور y في .....

مركّبتا المتجه

مركّبة المتجه	مسقط المتجه على أحد المحاور
مثال توضيحي	مركّبتا المتجه A .. • المتجه A_x : يمثل الانتقال 4 وحدات على المحور x . • المتجه A_y : يمثل الانتقال 3 وحدات على المحور y . 
معادلة المتجهات	$A = A_x + A_y$
فائدة	المتجه A_x يوازي محور x ، المتجه A_y يوازي محور y

(٤) ضع ✓ أو × : مركّبة المتجه هي مسقط المتجه على أحد المحاور.

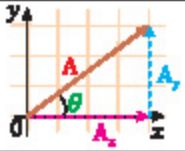
(٥) اختر: المعادلة $A = A_x + A_y$ تسمى معادلة ..

Ⓐ الكتلة. Ⓑ المسافة. Ⓒ المتجهات. Ⓓ المحاور.

(٦) املأ الفراغ: المتجه A_x يوازي محور ..... .

(٧) ضع ✓ أو × : المتجه A_y يوازي محور x .

تحليل المتجه

تعريفها	{ عملية تجزئة المتجه إلى مركّباته في اتجاه محور x ومحور y }
اتجاه المتجه	{ الزاوية التي يصنعها المتجه مع محور x مقيسة في اتجاه عكس عقارب الساعة }
حساب مركّبتي المتجه	$A_x = A\cos\theta$ $A_y = A\sin\theta$ 
فائدة	مقدار المتجه الأصلي يكون دائمًا أكبر من مقدار أي مركّبة من مركّبتيه، أما إذا انطبق المتجه الأصلي على المحور x أو المحور y فإن إحدى مركّبتيه تساوي طوله
إشارة مركّبة المتجه	• تعتمد إشارة مركبة المتجه على الربع الذي تقع فيه. • إذا كانت الزاوية التي يصنعها المتجه مع محور x الموجب أكبر من 90° فإن إشارة إحدى المركّبتين أو كلتيهما تكون سالبة.

(٨) اكتب المصطلح العلمي: عملية تجزئة المتجه إلى مركّباته في اتجاه محور x ومحور y .

(٩) اكتب المصطلح العلمي: زاوية يصنعها المتجه مع محور x مقيسة عكس اتجاه عقارب الساعة.

(١٠) اختر: مقدار المتجه الأصلي دائمًا ..... مقدار أي مركّبة من مركّبتيه.

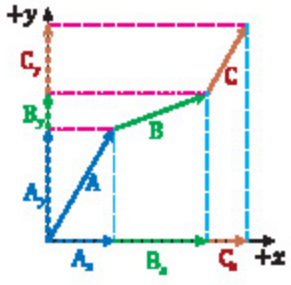
Ⓐ أصغر من Ⓑ نصف Ⓒ أكبر من

الدرس ٤ : جمع المتجهات

جمع المتجهات جبريًا

خطواته بمثال توضيحي

لإيجاد المتجه المحصل R للمتجهات A و B و C نتبع الخطوات التالية:



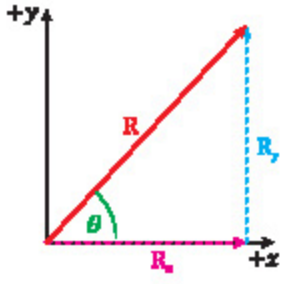
(١) نحلل كل متجه إلى مركّبتيه على محوري x ، y .

(٢) نجمع المركّبات الأفقية ؛ مركّبات المحور x ؛ لإيجاد المركّبة الأفقية للمحصلة R_x ..

$$R_x = A_x + B_x + C_x$$

(٣) نجمع المركّبات الرأسية ؛ مركّبات المحور y ؛ لإيجاد المركّبة الرأسية للمحصلة R_y ..

$$R_y = A_y + B_y + C_y$$



(٤) نحسب مقدار المتجه المحصل R باستعمال نظرية فيثاغورس ..

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

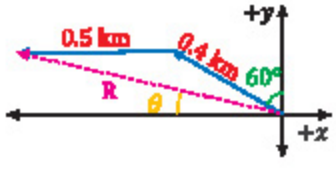
زاوية المتجه المحصل

تعريفها	{ الظل العكسي لخارج قسمة المركّبة y على المركّبة x للمتجه المحصل }
حسابها	$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$

أمثلة

3 ص16: يمشي أحمد مسافة 0.4 km بزاوية 60° غرب الشمال، ثم يمشي 0.5 km غربًا؛ ما إزاحة أحمد؟

الحل: نرسم المتجهات لتحديد المحصلة ثم نحلل كل متجه إلى مركّبتين ..



المسافة المقطوعة	المركّبة على محور x	المركّبة على محور y
A = 0.4 km	$-0.4 \sin 60°$	$0.4 \cos 60°$
B = 0.5 km	-0.5	0

تنبيه: الإشارة السالبة تعني أن النقاط الإحداثية في اتجاه الغرب.

نحسب المركّبتين الأفقية والرأسية للمحصلة ..

$$R_x = -0.4 \sin 60° - 0.5 \approx -0.85$$
$$R_y = 0.4 \cos 60° = 0.2$$

أولاً: لحساب مقدار المحصلة الكلية ..

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(-0.85)^2 + (0.2)^2} \approx 0.87$$

∴ مقدار إزاحة أحمد 0.87 km

ثانيًا: لحساب اتجاه المحصلة ..

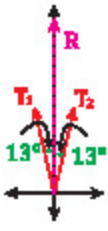
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{0.2}{-0.85}\right) \approx -13.24°$$

∴ اتجاه إزاحة أحمد 13.24° شمال الغرب

فائدة: لحساب $\tan^{-1}\left(\frac{0.2}{-0.85}\right)$ بالآلة الحاسبة نضغط الأزرار التالية تباعًا:

6 ص16: أرجوحة طفل معلقة بحبلين رُبطا إلى فرع شجرة يميلان عن الرأسي بزاوية 13° ؛ فإذا كان الشد في كل حبل 2.28 N فما مقدار القوة المحصلة التي يؤثر بها الحبلان في الأرجوحة وما اتجاهها؟

الحل: لتحلل كل قوة إلى مركبتين ..



القوة	المركّبة على محور x	المركّبة على محور y
$T_1 = 2.28$ N	$-2.28 \sin 13°$	$2.28 \cos 13°$
$T_2 = 2.28$ N	$2.28 \sin 13°$	$2.28 \cos 13°$

لحساب المحصلة على المحورين x و y ومنها لحساب المحصلة الكلية ..

$$R_x = -2.28 \sin 13° + 2.28 \sin 13° = 0$$

$$R_y = 2.28 \cos 13° + 2.28 \cos 13° = 4.44 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{0 + 4.44^2} = 4.44 \text{ N}$$

∴ القوة المحصلة 4.44 N واتجاهها إلى الأعلى

5 ص16: إذا بدأت الحركة من منزلك فقطعت 8 km شمالاً، ثم انعطفت شرقًا حتى أصبحت إزاحتك من المنزل 10 km فما مقدار إزاحتك شرقًا؟

الجواب النهائي: 6 km .

الدرس ٥ : الاحتكاك

الاحتكاك

المقصود به	قوة تمانع حركة الأجسام أو تجعلها تتوقف عن الحركة
من فوائده	نحتاج إليه عند بدء حركة السيارة أو الدراجة وعند وقوفنا
أنواعه	• الاحتكاك السكوني: قوة تؤثر في السطح بوساطة سطح آخر عندما لا تكون هناك حركة بينهما. • الاحتكاك الحركي: قوة تؤثر في السطح عندما يتحرك ملامساً لسطح آخر.
تنبيه	الاحتكاك السكوني له قيمة قصوى؛ فعندما تصبح القوة المؤثرة على جسم أكبر من قيمته القصوى يتحرك الجسم ويبدأ الاحتكاك الحركي في التأثير بدلاً من الاحتكاك السكوني

(١) ضع ✓ أو × : الاحتكاك قوة تمانع حركة الأجسام أو تجعلها تتوقف عن الحركة.

(٢) ضع ✓ أو × : نحتاج إلى الاحتكاك عند بدء حركة السيارة أو الدراجة وعند وقوفنا.

(٣) املأ الفراغ: الاحتكاك نوعان ..... و .....

(٤) اكتب للمصطلح العلمي: قوة تؤثر في السطح بوساطة سطح آخر عندما لا تكون هناك حركة بينهما.

(٥) اكتب للمصطلح العلمي: قوة تؤثر في السطح عندما يتحرك ملامساً لسطح آخر.

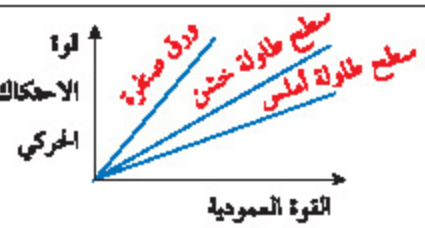
(٦) اختر: يتحرك جسم عندما تؤثر عليه بقوة ..... القيمة القصوى لقوة الاحتكاك السكوني.

Ⓐ أصغر من Ⓑ تساوي Ⓒ أكبر من

أساسيات عن قوة الاحتكاك

العامل المؤثر فيها	القوة العمودية المؤثرة على الجسم .. قوة الاحتكاك الحركي تتناسب طرديًا مع القوة العمودية ؛ تزيد قوة الاحتكاك الحركي بزيادة القوة العمودية ؛
فائدة	قوة الاحتكاك تعتمد ـ بشكل أساسي ـ على المواد التي تتكون منها السطوح

القوة العمودية وقوة الاحتكاك	• العلاقة بين قوة الاحتكاك الحركي والقوة العمودية علاقة خطية. • ميل الخط المستقيم يسمى معامل الاحتكاك الحركي.



(٧) املأ الفراغ: تتناسب قوة الاحتكاك الحركي تناسبًا ..... مع القوة العمودية.

(٨) اختر: قوة الاحتكاك الحركي ..... عند زيادة القوة العمودية.

Ⓐ تزيد Ⓑ تنقص Ⓒ لا تتغير

(٩) ضع ✓ أو × : قوة الاحتكاك لا تعتمد على المواد التي تتكون منها السطوح.

(١٠) اختر: العلاقة بين قوة الاحتكاك الحركي والقوة العمودية علاقة ..

Ⓐ عكسية. Ⓑ ثابتة. Ⓒ خطية. Ⓓ منحنية.

(١١) املأ الفراغ: في العلاقة البيانية بين قوة الاحتكاك الحركي والقوة العمودية؛ ميل الخط المستقيم يساوي عدديًا معامل ..... .

الدرس ٦ : قوة الاحتكاك الحركي وقوة الاحتكاك السكوني

قوة الاحتكاك الحركي

مقدارها	حاصل ضرب معامل الاحتكاك الحركي في القوة العمودية	
العلاقة الرياضية	$f_k = \mu_k F_N$	f_k قوة الاحتكاك الحركي [N] μ_k معامل الاحتكاك الحركي F_N القوة العمودية [N]

قوة الاحتكاك السكوني

مقدارها	أقل من أو تساوي حاصل ضرب معامل الاحتكاك السكوني في القوة العمودية	
العلاقة الرياضية	$f_s \le \mu_s F_N$	f_s قوة الاحتكاك السكوني [N] μ_s معامل الاحتكاك السكوني F_N القوة العمودية [N] $\mu_s F_N$ قوة الاحتكاك السكوني القصوى [N]
فائدتان	• إذا لم تكن هناك قوة تؤثر على الجسم فإن مقدار قوة الاحتكاك السكوني صفر. • إذا كانت هناك قوة تحاول أن تسبب الحركة فإن قوة الاحتكاك السكوني تزداد لتصل إلى قيمتها القصوى قبل أن تتغلب عليها القوة ويبدأ الجسم بالحركة.	
تعليل	معادلة الاحتكاك الحركي ومعادلة الاحتكاك السكوني تحوي مقادير القوى فقط ؛ علل ؛ لأن الزاوية بين القوتين F_N و f قائمة	

(١) اختر: إذا لم تؤثر قوة على الجسم الساكن فإن مقدار قوة الاحتكاك السكوني ..

Ⓐ كبيرة. Ⓑ صفر. Ⓒ صغيرة.

(٢) اختر: إذا كانت هناك قوة تحاول أن تحرك جسم فإن ..... تزداد لتصل إلى قيمتها القصوى قبل أن تتغلب عليها القوة ويبدأ الجسم بالحركة.

Ⓐ قوة الاحتكاك السكوني Ⓑ القوة العمودية Ⓒ قوة وزن الجسم

أمثلة

15 ص20: يؤثر فتى بقوة أفقية مقدارها 36 N في زلاجة وزنها 52 N عندما يسحبها على رصيف إسمنتي بسرعة ثابتة؛ ما معامل الاحتكاك الحركي بين الرصيف والزلاجة؟ أهمل مقاومة الهواء.

الحل: لحسب قوة الاحتكاك الحركي والقوة العمودية، ثم لحسب معامل الاحتكاك الحركي ..

$$F_N = Fg = 52\ N$$

$$f_k = F = 36\ N$$

$$f_k = \mu_k F_N \quad \Rightarrow \quad \mu_k = \frac{f_k}{F_N} = \frac{36}{52}$$

16 ص20: يدفع عامر صندوقًا ممتلئًا بالكتب من مكتبه إلى سيارته؛ فإذا كان وزن الصندوق والكتب معًا 134 N ومعامل الاحتكاك السكوني بين البلاط والصندوق 0.55 فما مقدار القوة التي يجب أن يدفع بها عامر حتى يبدأ الصندوق في الحركة؟

الحل: لحسب القوة العمودية وقوة الاحتكاك الحركي، ثم لحسب القوة ..

$$F_N = Fg = 134\ N$$

$$f_k = \mu_k F_N = 0.55 \times 134 = 73.7\ N$$

القوة التي يجب أن يدفع بها عامر حتى يبدأ الصندوق في الحركة = 73.7 N .

3 ص20 : إذا دفعت صندوقًا خشبيًا كتلته 25 kg على أرضية خشبية بسرعة ثابتة مقدارها 1 m/s فما مقدار قوة دفع الشخص للصندوق؟ علمًا أن معامل الاحتكاك الحركي للخشب 0.2 .

الجواب النهائي: 49 N نحو اليمين.

الدرس ٧ : القوة والحركة في بعدين

الاتزان

المقصود به	يتزن جسم عندما تكون محصلة القوى المؤثرة فيه صفراً
حالات حدوثه	• جسم ساكن. • جسم متحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم.
مثال توضيحي	في الشكل المجاور ثلاث قوى تؤثر في جسم نقطي؛ لإيجاد مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم .. (١) نقوم بنقل المتجهات مع المحافظة على مقاديرها واتجاهاتها. (٢) نلاحظ أن المتجهات A ، B ، C تشكل مثلثاً مغلقاً فتكون المحصلة صفراً. (٣) نستنتج أن الجسم متزن.

(١) ضع ✓ أو × : يتزن جسم عندما تكون محصلة القوى المؤثرة فيه صفراً.

(٢) اختر: مقدار محصلة القوى المؤثرة على الجسم الساكن ..

Ⓐ صغيرة جداً. Ⓑ تساوي الصفر. Ⓒ كبيرة جداً.

(٣) اختر: من حالات الاتزان أن يكون الجسم ..

Ⓐ متحركًا بتسارع موجب. Ⓑ متحركًا بتسارع سالب. Ⓒ ساكنًا.

(٤) ضع ✓ أو × : الجسم المتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم يعدّ جسمًا غير متزن.

القوة الموازنة

المقصود بها	القوة التي تجعل الجسم متزنًا
فائدة	القوة الموازنة تساوي القوة المحصلة في المقدار وتعاكسها في الاتجاه
مثال توضيحي	تؤثر قوتان A و B على جسم لإيجاد القوة الموازنة نتبع الخطوات التالية: (١) نوجد القوة المحصلة R للقوتين A و B . (٢) القوة الموازنة تساوي القوة المحصلة في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

(٥) اكتب المصطلح العلمي: القوة التي تجعل الجسم متزنًا.

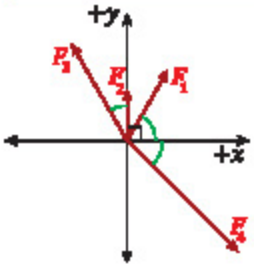
(٦) ضع ✓ أو ✗ : القوة الموازنة تساوي القوة المحصلة في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

(٧) اختر: اتجاه القوة الموازنة ..... اتجاه القوة المحصلة.

Ⓐ في نفس Ⓑ يعاكس Ⓒ عمودي على Ⓓ يميل بزاوية على

أمثلة

مثال: أوجد القوة الموازنة للقوى التالية:



$F_1 = 50$ N في اتجاه يصنع زاوية 60° شمال الشرق

$F_2 = 30$ N في اتجاه الشمال

$F_3 = 70$ N في اتجاه يصنع زاوية 30° غرب الشمال

$F_4 = 100$ N في اتجاه يصنع زاوية 45° جنوب الشرق

الحل: لتحلل كل قوة إلى مركّبتين ..

القوة	المركّبة على محور x	المركّبة على محور y
$F_1 = 50$ N	$50\cos 60°$	$50\sin 60°$
$F_2 = 30$ N	0	30
$F_3 = 70$ N	$-70\sin 30°$	$70\cos 30°$
$F_4 = 100$ N	$100\cos 45°$	$-100\sin 45°$

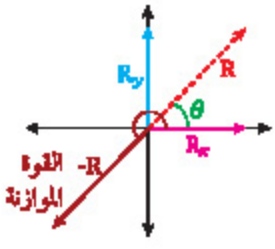
لحسب المركّبات على المحور x معًا والمركّبات على المحور y معًا مع مراعاة الإشارات، ثم لحسب المحصلة ..

$$R_x = 50\cos 60° + 0 - 70\sin 30° + 100\cos 45° = 60.71 \text{ N}$$

$$R_y = 50\sin 60° + 30 + 70\cos 30° - 100\sin 45° = 63.21 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(60.71)^2 + (63.21)^2} \approx 87.64$$

∴ القوة الموازنة 87.64 N .



نوجد اتجاه القوة المحصلة ..

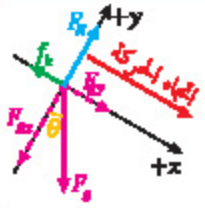
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{63.21}{60.71}\right) \approx 46.16°$$

نوجد اتجاه القوة الموازنة.

اتجاه القوة الموازنة = 46.16° + 180° = 226.84°

الدرس ٨ : الحركة على مستوى مائل

الحركة على مستوى مائل

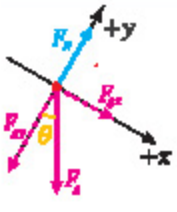
من أمثلتها	التزلج على المنحدرات الجليدية	
القوى المؤثرة في حركة جسم على مستوى مائل	(١) قوة الجاذبية الأرضية: تؤثر نحو الأسفل في اتجاه مركز الأرض. (٢) القوة العمودية: تؤثر في اتجاه عمودي على السطح في اتجاه محور $+y$. (٣) قوة الاحتكاك: تؤثر في عكس اتجاه حركة الجسم.	
مركّبتا الوزن لجسم على مستوى مائل	$F_{gx} = F_g \sin\theta$ $F_{gy} = F_g \cos\theta$	F_{gx} مركّبة الوزن الموازية للسطح [N] F_{gy} مركّبة الوزن العمودية على السطح [N] F_g وزن الجسم [N]
تطبيق	مركّبتا التسارع لجسم على مستوى مائل .. $a_y = 0$ $a_x = g(\sin\theta - \mu_k \cos\theta)$	a_y مركّبة التسارع في اتجاه محور y [m/s²] a_x مركّبة التسارع في اتجاه محور x [m/s²] g تسارع الجاذبية [m/s²] μ_k معامل الاحتكاك الحركي
فائدة	الجسم الموجود على سطح مائل له مركّبة وزن ؛ أصغر من وزنه ؛ في اتجاه يوازي السطح تجعل الجسم يتسارع في اتجاه أسفل السطح	

(١) املأ الفراغ: من أمثلة حركة جسم على مستوى مائل ــــــــــــــــــــ .

(٢) ضع ✓ أو ✗ : قوة الاحتكاك بين جسم ومستوى دائماً تؤثر في نفس اتجاه حركة الجسم.

أمثلة

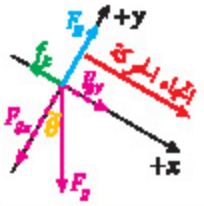
32 ص28: يتزلق سامي في حديقة الألعاب على سطح مائل يصنع زاوية 35° مع الأفقي ؛ فإذا كانت كتلته 43 kg فما مقدار القوة العمودية بين سامي والسطح المائل؟



الحل:

$$F_N = F_{gy} = mg\cos\theta = 43 \times 9.8 \cos 35° = 345.19\ \text{N}$$

35 ص28: يتزلق شخص كتلته 45 kg إلى أسفل سطح مائل على الأفقي بزاوية 45° ؛ فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الشخص والسطح 0.25 فما مقدار تسارعه؟



الحل:

$$a = a_x = \frac{F_{gx} - f_k}{m} = \frac{mg\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta}{m}$$

$$a = \frac{45\times9.8\sin45° - 0.25\times45\times9.8\cos45°}{45} = 5.2\ m/s^2$$

20 ص22: 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 والسجادة؟

الحل:

$$F_p - f_k = ma \quad \Rightarrow \quad F_p - \mu_k mg = ma$$

$$65 - \mu_k \times 41 \times 9.8 = 41 \times 0.12$$

$$65 - \mu_k 401.8 = 4.92$$

؛ طرحنا 65 من الطرفين ؛ $$-\mu_k 401.8 = -60.08$$

؛ قسمنا الطرفين على 401.8− ؛ $$\mu_k \approx 0.15$$

6 ص26: يقف شخص كتلته 62 kg على زلاجة، ويتزلق 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 علمًا بأنه انزلق من السكون؟

الجواب النهائي: 24 m/s .

أجوبة الفصل الخامس

الأجوبة

الدرس١	(١) كميات متجهة. (٢) السرعة ، القوة (٣) × (٤) Ⓐ
الدرس٢	(١) نظرية فيثاغورس. (٢) Ⓐ (٣) قانون جيب التمام. (٤) قانون الجيب.
الدرس٣	(١) ✓ (٣) نقطة الأصل (٥) Ⓒ (٧) × (٩) اتجاه المتجه. (٢) ✓ (٤) ✓ (٦) x (٨) تحليل المتجه. (١٠) Ⓒ
الدرس٥	(١) ✓ (٤) الاحتكاك السكوني. (٧) طرديا (١٠) Ⓒ (٢) ✓ (٥) الاحتكاك الحركي. (٨) Ⓐ (١١) الاحتكاك (٣) سكوني ، حركي (٦) Ⓒ (٩) ×
الدرس٦	(١) Ⓑ (٢) Ⓐ
الدرس٧	(١) ✓ (٢) Ⓑ (٣) Ⓒ (٤) × (٥) القوة الموازنة. (٦) ✓ (٧) Ⓑ
الدرس٨	(١) التزلج على المنحدرات الجليدية (٢) ×

الفصل السادس

الحركة في بعدين

الدرس ٩ : حركة المقذوف ٢٤

الدرس ١٠ : المقذوفات التي تُطلق بزاوية ٢٦

الدرس ١١ : الحركة الدائرية ٢٨

الدرس ١٢ : القوة المركزية في الحركة الدائرية ٣٠

الدرس ١٣ : السرعة النسبية ٣٢

أجوبة الفصل السادس ٣٤

الدرس ٩ : حركة المقذوف

المقذوف

تعريفه	{ الجسم الذي يطلق في الهواء }
المسار	حركة الجسم المقذوف في الهواء

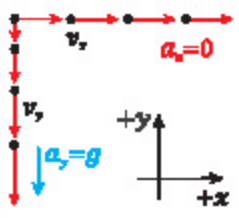
(١) اكتب المصطلح العلمي: الجسم الذي يطلق في الهواء.

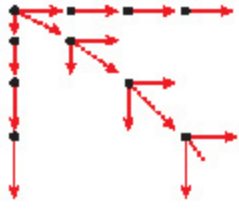
(٢) اختر: حركة الجسم المقذوف في الهواء تسمى ..

Ⓐ المدار. Ⓑ الإزاحة. Ⓒ المجال. Ⓓ المسار.

استقلالية الحركة في بعدين

حركة المقذوف	يتحرك المقذوف في مسار منحنٍ أو على شكل قطع مكافئ
مكوناتها	تتركّب حركة المقذوف من حركتين .. • أفقية: في حركة المقذوفات تظل السرعة الأفقية ثابتة « علل » لعدم وجود قوى تؤثر عليه في هذا الاتجاه. • رأسية: في حركة المقذوفات تتغير السرعة الرأسية بانتظام « علل » بسبب قوة الجاذبية الأرضية.
مركّبتا التسارع	• الحركة الأفقية للمقذوف تسارعها صفراً إذا أهملنا مقاومة الهواء. • الحركة الرأسية للمقذوف لها تسارع ثابت هو تسارع الجاذبية الأرضية g .
فائدة	الحركتان الرأسية والأفقية للمقذوف مستقلتان
السرعة المتجهة الكلية	إذا جمعنا السرعة الأفقية والرأسية للمقذوف فإنهما تشكلان السرعة المتجهة الكلية
تنبيه	الزمن منذ انطلاق المقذوف حتى اصطدامه بالهدف هو نفسه للحركتين الأفقية والرأسية





(٣) اختر: مسار حركة المقذوف على شكل ..

Ⓐ دائري. Ⓑ قطع ناقص. Ⓒ قطع مكافئ. Ⓓ قطع زائد.

(٤) ضع ✓ أو ✗ : تتركّب حركة المقذوف من حركتين أفقية ورأسية.

(٥) املأ الفراغ: تسارع الحركة الأفقية للمقذوف يساوي ..... .

(٦) اختر: تسارع الحركة الرأسية للمقذوف ..

Ⓐ متغير. Ⓑ ثابت. Ⓒ يساوي الصفر. Ⓓ متردد.

(٧) اختر: الحركتان الرأسية والأفقية للمقذوف ..

Ⓐ متعاكستان. Ⓑ مستقلتان. Ⓒ في اتجاه واحد.

(٨) ضع ✓ أو × : إذا جمعنا السرعة الأفقية والرأسية للمقذوف فإنهما تشكلان السرعة المتجهة الكلية.

(٩) اختر: زمن الحركة الأفقية للمقذوف ..... زمن الحركة الرأسية له.

Ⓐ أصغر من Ⓑ يساوي Ⓒ ضعف Ⓓ أكبر من

أمثلة

1 ص42: قذف حجر أفقيًا بسرعة 5 m/s من فوق بناية ارتفاعها 78.4 m ..

(١) كم يستغرق الحجر للوصول إلى أسفل البناية؟

(٢) على أي بُعد من قاعدة البناية يرتطم الحجر بالأرض؟

(٣) ما مقدار المركّبتين الرأسية والأفقية لسرعة الحجر قُبيل اصطدامه بالأرض؟

الحل:

(١) لحساب الزمن الذي يستغرقه الحجر للوصول إلى أسفل البناية ..

$$d_y = v_{y_i} t + \frac{1}{2} g t^2$$ « $v_{y_i} = 0$ »

$$78.4 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 t^2$$

$$78.4 = 4.9 t^2$$

$$t^2 = 16$$ « قسمنا الطرفين على 4.9 »

$$t = 4\ s$$ « حسبنا الجذر التربيعي للطرفين »

(٢) لحساب بُعد نقطة الارتطام عن قاعدة البناية ..

$$d_x = v_x t = 5 \times 4 = 20\ m$$

(٣) لحساب مركّبتي السرعة قُبيل الاصطدام بالأرض ..

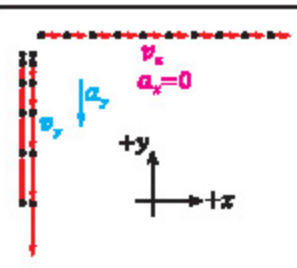
$$v_x = 5\ m/s$$ « المركّبة الأفقية للسرعة ثابتة »

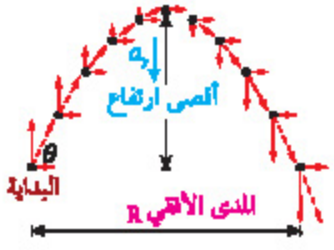
$$v_{y_f} = v_{y_i} + gt = 0 + 9.8 \times 4 = 39.2\ m/s$$ « المركّبة الرأسية للسرعة تتغير بانتظام »

الدرس ١٠ : المقذوفات التي تُطلق بزاوية

المقذوفات التي تُطلق بزاوية

مركّبتا سرعتها	مركّبة أفقية ، مركّبة رأسية
مرحلتا حركتها	• المرحلة الأولى: يرتفع الجسم المقذوف بسرعة تتناقص حتى يصل إلى أقصى ارتفاع له. • المرحلة الثانية: يأخذ الجسم المقذوف في السقوط بسرعة متزايدة.
فائدة	عند كل نقطة في الاتجاه الرأسي .. مقدار السرعة أثناء الصعود = مقدار السرعة أثناء النزول
نظام المحاور للمقذوفات بزاوية	• محور x الموجب أفقيًا لليمين. • محور y الموجب رأسيًا لأعلى.
المدى الأفقي	المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف
زمن التحليق	الزمن الذي يقضيه المقذوف في الهواء
فائدة	الجمع الاتجاهي لكل من v_x ، v_y عند كل موضع يشير إلى اتجاه التحليق
تعليلان	• إذا أهملنا مقاومة الهواء فلن يكون للمركّبة الأفقية لحركة المقذوفات تسارع ؛ علل ؛ لأن سرعتها ثابتة لا تتغير. • عند أقصى ارتفاع يصل إليه المقذوف تكون له سرعة أفقية فقط ؛ علل ؛ لأن سرعته الرأسية تساوي صفرًا.
تطبيق	التوهات على سطح كرة الجولف تقلل مقاومة الهواء فيزيد المدى الأفقي





(١) ضع ✓ أو ✗ : عندما يُطلق مقذوف بزاوية يكون لسرعته مركبة رأسية فقط.

(٢) اختر: عندما يرتفع الجسم المقذوف لأعلى فإن سرعته ..

Ⓐ تتناقص. Ⓑ تظل ثابتة. Ⓒ تتزايد. Ⓓ تتضاعف.

(٣) املأ الفراغ: في حركة المقذوف ؛ عند كل نقطة في الاتجاه الرأسي مقدار السرعة أثناء الصعود ..... مقدار السرعة أثناء النزول.

(٤) اكتب المصطلح العلمي: المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف.

(٥) اكتب المصطلح العلمي: الزمن الذي يقضيه المقذوف في الهواء.

(٦) اختر: المجموع الاتجاهي لكل من v_x ، v_y عند كل موضع يشير إلى اتجاه ..

Ⓐ أقصى ارتفاع. Ⓑ المدى. Ⓒ اتجاه التحليق. Ⓓ زمن التحليق.

(٧) ضع ✓ أو × : التموءات على سطح كرة الجولف تقلل مقاومة الهواء فيزيد المدى الأفقي.

خطوات حل المسائل في المقذوفات

خطوات حساب أقصى ارتفاع	(١) نحسب السرعة الابتدائية على المحور y ..	$v_{yi} = v_i \sin\theta$
	(٢) نحسب زمن الصعود لأقصى ارتفاع ..	$t = \frac{v_{yi}}{g}$
	(٣) نحسب أقصى ارتفاع ..	$y_{max} = v_{yi}t + \frac{1}{2}gt^2$
خطوات حساب المدى الأفقي	(١) نحسب مركّبتي السرعة على المحورين x و y ..	$v_x = v_i \cos\theta$ $v_{yi} = v_i \sin\theta$
	(٢) نحسب زمن الصعود لأقصى ارتفاع ..	$t = \frac{v_{yi}}{g}$
	(٣) نحسب المدى الأفقي ..	$R = 2v_x t$

أمثلة

3 ص44: قذف لاعب كرة من مستوى الأرض بسرعة ابتدائية 27 m/s وفي اتجاه يميل على الأفقي بزاوية مقدارها 30° بالنسبة للأفقي، ما زمن تحليق الكرة؟ وما المدى الأفقي؟ وما أقصى ارتفاع تصل إليه؟

الحل: نحسب مركّبتي السرعة، ثم نحسب زمن أقصى ارتفاع ..

$$v_x = v_i \cos\theta = 27 \cos 30° = 23.38 \text{ m/s}$$

$$v_{yi} = v_i \sin\theta = 27 \sin 30° = 13.5 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{v_{yi}}{g} = \frac{13.5}{9.8} \approx 1.38 \text{ s}$$

- زمن التحليق ..

$$\text{زمن تحليق الكرة} = 2t = 2 \times 1.38 = \boxed{2.76\ s}$$

- المدى الأفقي ..

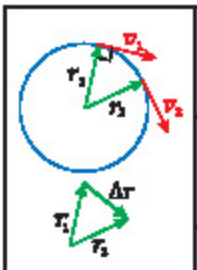
$$R = 2v_x t = 2 \times 23.8 \times 1.38 = \boxed{64.53 \text{ m}}$$

- أقصى ارتفاع ..

$$y_{max} = v_{yi}t + \frac{1}{2}gt^2 = 13.5 \times 1.38 + \frac{1}{2}(-9.8)(1.38)^2 = \boxed{9.29 \text{ m}}$$

الدرس ١١ : الحركة الدائرية

وصف الحركة الدائرية

الحركة الدائرية المنتظمة	{ حركة جسم أو جسيم بسرعة ثابتة المقدار حول دائرة نصف قطرها ثابت }	
تعليل	يتسارع الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة المقدار في مسار دائري ؛ علل ؛ لأن اتجاه السرعة يتغير	
متجه الموقع	{ متجه إزاحة ذيله عند نقطة الأصل }	
السرعة المتجهة المتوسطة	$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$	$\bar{v}$ السرعة المتجهة المتوسطة [m/s] Δr متجه الإزاحة [m] Δt التغير في الزمن [s]
فائدة	متجه السرعة يكون عموديًا على متجه الموقع ؛ أي مماس لمحيط الدائرة	

(١) اكتب المصطلح العلمي: حركة جسم بسرعة ثابتة المقدار حول دائرة نصف قطرها ثابت.

(٢) اختر: الجسم الذي يتحرك في مسار دائري بسرعة ثابتة المقدار تسارعه ..

Ⓐ يساوي الصفر. Ⓒ ينتج من تغير اتجاه السرعة.

Ⓑ ينتج من تغير مقدار السرعة. Ⓓ ينتج من تغير مقدار السرعة واتجاهها.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: متجه إزاحة ذيله عند نقطة الأصل.

(٤) ضع ✓ أو ✗ : متجه السرعة لجسم يتحرك حركة دائرية يكون موازيًا لمتجه الموقع.

التسارع في الحركة الدائرية

التسارع المتوسط	$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$\bar{a}$ تسارع الجسم [m/s²] Δv متجه السرعة المتوسطة [m/s] Δt التغير في الزمن [s]
اتجاه التسارع	اتجاه التغير في السرعة يكون في اتجاه مركز الدائرة لذا فإن اتجاه التسارع يشير نحو مركز الدائرة	
التسارع المركزي	{ تسارع جسم يتحرك حركة دائرية بسرعة ثابتة المقدار ويكون في اتجاه مركز الدائرة التي يتحرك فيها الجسم }	

تحليل	التسارع المركزي يسمى بهذا الاسم ؛ لأن اتجاهه دائماً يشير إلى مركز الدائرة	
حساب التسارع المركزي	$a_c = \frac{v^2}{r}$ ، $a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$	a_c التسارع المركزي $[m/s^2]$ v مقدار السرعة $[m/s]$ r نصف قطر دائرة الحركة $[m]$ T الزمن الدوري $[s]$
الزمن الدوري للحركة الدائرية	{ الزمن اللازم للجسم لإكمال دورة كاملة }	

(٥) ضع ✓ أو ✗ : في الحركة الدائرية يكون اتجاه التغير في السرعة في اتجاه مركز الدائرة.

(٦) املأ الفراغ: اتجاه التسارع المركزي يشير نحو ـــــــــــــ .

(٧) اكتب المصطلح العلمي: تسارع جسم يتحرك حركة دائرية بسرعة ثابتة المقدار ويكون في اتجاه مركز الدائرة التي يتحرك فيها الجسم.

(٨) اختر: الزمن اللازم للجسم لإكمال دورة كاملة ..

Ⓐ زمن التحليق. Ⓑ زمن أقصى ارتفاع. Ⓒ زمن السقوط. Ⓓ الزمن الدوري.

أمثلة

10 ص48: يسير متسابق بسرعة 8.8 m/s في منعطف نصف قطره 25 m ؛ ما مقدار التسارع المركزي للمتسابق؟

الحل:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{8.8^2}{25} \approx 3.1\ m/s^2$$

12 ص48: تتحرك طائرة بسرعة مقدارها 201 m/s عند دورانها في مسار دائري؛ ما أقل نصف قطر لهذا المسار بوحدة km يستطيع أن يُشكله قائد الطائرة على أن يُبقي التسارع المركزي أقل من $5\ m/s^2$ ؟

الحل:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{a_c} = \frac{201^2}{5} = 8.08\ km$$

الدرس ١٢ : القوة المركزية في الحركة الدائرية

القوة المركزية

المقصود بها	محصلة القوى التي تؤثر نحو مركز الدائرة والتي تسبب التسارع المركزي للجسم	
من أمثلتها	القوة المسببة لدوران الأرض حول الشمس	
العلاقة الرياضية	$F_{محصلة} = ma_c$	$F_{محصلة}$ القوة المركزية [N] m كتلة الجسم [kg] a_c التسارع المركزي [m/s^2]
تنبيهان	• عند حل مسائل الحركة الدائرية نختار محورين .. أحدهما: في اتجاه التسارع ، في اتجاه مركز الدائرة ، ويسمى المحور c أي مركزي. والآخر: في اتجاه السرعة المماسية للدائرة ويسمى tang أي مماسي. • تعدّ هذه الحركة في بُعدين لذا تُطبق قانون نيوتن الثاني.	

(١) اكتب المصطلح العلمي: محصلة القوى التي تؤثر نحو مركز الدائرة والتي تسبب التسارع المركزي للجسم.

(٢) املأ الفراغ: القوة المسببة لدوران الأرض حول الشمس قوة ..

Ⓐ مركزية. Ⓑ كهربية. Ⓒ مغناطيسية. Ⓓ نووية.

القوة الوهمية

القوة الطاردة المركزية	قوة وهمية يبدو أنها تسحب الجسم المتحرك بسرعة دائرية ثابتة	
مثال توضيحي	عندما تنعطف سيارة فجأة نحو اليسار فإن الراكب سيندفع نحو باب السيارة الأيمن ، علل ، لأن الراكب سيستمر في الحركة ولا ينعطف حيث لم تؤثر فيه قوة	
فائدة	يعتقد البعض وجود قوة طاردة مركزية تؤثر في الأجسام تجعلها تندفع للخارج عندما تنعطف السيارة يمينًا أو يسارًا ، وهذه القوة لا وجود لها	

(٣) اكتب المصطلح العلمي: قوة وهمية يبدو أنها تسحب الجسم المتحرك بسرعة دائرية ثابتة.

(٤) ضع ✓ أو ✗ : القوة الطاردة المركزية قوة حقيقية.

أمثلة

43 ص57: يُدَوِّر لاعب كرة كتلتها 7 kg مربوطة في سلسلة طولها 1.8 m وتتحرك في دائرة أفقية؛ فإذا أتمت الكرة دورة واحدة في 1 s فاحسب مقدار التسارع المركزي لها؟ وقوة الشد في السلسلة؟

الحل: التسارع المركزي ..

$$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 \times 1.8}{1^2} = 71.06\ m/s^2$$

قوة الشد في السلسلة ..

$$F_T = ma_c = 7 \times 71.06 = 497.43\ N$$

15 ص48: إذا حُرِّك حجر كتلته 40 g مثبت في نهاية خيط طوله 0.6 m في مسار دائري أفقي بسرعة مقدارها 2.2 m/s فما مقدار قوة الشد في الخيط؟

الحل: لحسب التسارع المركزي، ثم لحسب قوة الشد ..

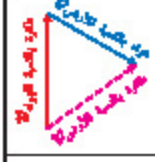
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{2.2^2}{0.6} = 8.07\ m/s$$
$$F_T = ma_c = 0.4 \times 8.07 = 3.23\ N$$

2 ص47: أديرت سدادة مطاطية كتلتها 13 g مثبتة عند طرف خيط طوله 0.93 m في مسار دائري أفقي لتكمل دورة كاملة خلال 1.18 s ؛ احسب قوة الشد التي يؤثر بها الخيط في السدادة.

الجواب النهائي: 0.34 N .

الدرس ١٣ : السرعة النسبية

أساسيات عن السرعة النسبية

المقصود بها	سرعة الجسم a بالنسبة للجسم c هي حاصل الجمع الاتجاهي لسرعة الجسم a بالنسبة للجسم b ثم سرعة الجسم b بالنسبة للجسم c
العلاقة الرياضية	$v_{a/c} = v_{a/b} + v_{b/c}$ $v_{a/c}$ سرعة الجسم a بالنسبة للجسم c [m/s] $v_{a/b}$ سرعة الجسم a بالنسبة للجسم b [m/s] $v_{b/c}$ سرعة الجسم b بالنسبة للجسم c [m/s]
أمثلة توضيحية	(١) راصد ساكن يرصد قطاراً يتحرك بسرعة 20 m/s فيه راكب ساكن .. • سرعة الراكب بالنسبة للراصد = سرعة القطار = 20 m/s . • سرعة الراكب بالنسبة للقطار = صفر. (٢) راصد ساكن يرصد قطاراً يتحرك بسرعة 20 m/s فيه راكب يتحرك نحو مقدمة القطار بسرعة 1 m/s .. سرعة الراكب بالنسبة للراصد = سرعة الراكب + سرعة القطار = 21 m/s (٣) راصد ساكن يرصد قطاراً يتحرك بسرعة 20 m/s فيه راكب يتحرك نحو مؤخرة القطار بسرعة 1 m/s .. سرعة الراكب بالنسبة للراصد = سرعة القطار − سرعة الراكب = 19 m/s
تطبيق	للوصول إلى هدفهم يأخذ الملاحون الجويّون بعين الاعتبار سرعتهم بالنسبة للهواء واتجاهها وكذلك سرعة الرياح واتجاهها لذلك يُطبق مبدأ جمع السرعات النسبية في بعدين 
فائدة	يمكن تطبيق نظرية فيثاغورس أو قانون الجيب أو جيب التمام على مثلث السرعات

(١) اكتب المصطلح العلمي: حاصل الجمع الاتجاهي لسرعة الجسم a بالنسبة للجسم b وسرعة الجسم b بالنسبة للجسم c .

(٢) اختر: قارب صياد سرعته القصوى 3 m/s بالنسبة لماء نهر يجري بسرعة 2 m/s ؛ إن أقصى سرعة يصل إليها القارب بالنسبة لضفة النهر تساوي ..

Ⓐ 1 m/s . Ⓑ 4 m/s . Ⓒ 5 m/s . Ⓓ 6 m/s .

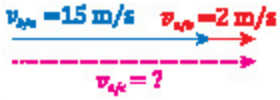
(٣) اختر: قارب صياد سرعته القصوى 3 m/s بالنسبة لماء نهر يجري بسرعة 2 m/s ؛ إن أدنى سرعة يصل إليها القارب بالنسبة لضفة النهر تساوي ..

Ⓐ 1 m/s . Ⓑ 4 m/s . Ⓒ 5 m/s . Ⓓ 6 m/s .

أمثلة

19 ص51: إذا كُنت تركب قطاراً يتحرك بسرعة 15 m/s بالنسبة للأرض وركضت مسرعاً نحو مقدمة القطار بسرعة 2 m/s بالنسبة للقطار فما سرعتك بالنسبة للأرض؟

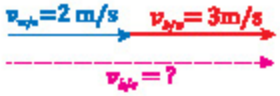
الحل:



$$v_{a/c} = v_{a/b} + v_{b/c} = 2 + 15 = 17 \text{ m/s}$$

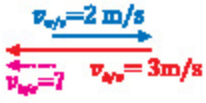
22 ص51: قارب صياد سرعته القصوى 3 m/s بالنسبة لماء نهر يجري بسرعة 2 m/s ؛ ما أقصى سرعة يصل إليها القارب بالنسبة لضفة النهر؟ وما أدنى سرعة يصل إليها؟

الحل:



أولاً: لحساب أقصى سرعة يصل إليها القارب ..

$$v_{b/e} = v_{b/w} + v_{w/e} = 2 + 3 = 5 \text{ m/s}$$



ثانيًا: لحساب أدنى سرعة يصل إليها القارب ..

$$v_{b/e} = v_{b/w} - v_{w/e} = 3 - 2 = 1 \text{ m/s}$$

3 ص50: يركب أحمد وجمال قاربًا يتحرك نحو الشرق بسرعة 4 m/s فحرج أحمد كرة بسرعة 0.75 m/s نحو الشمال في اتجاه عرض القارب نحو جمال؛ ما سرعة الكرة المتجهة بالنسبة إلى الماء؟

الجواب النهائي: 4.1 m/s ، 11° شمال الشرق.

أجوبة الفصل السادس

الأجوبة

الدرس٩	(١) المقذوف.	(٤) ✓	(٧) Ⓑ
	(٢) Ⓓ	(٥) صفر	(٨) ✓
	(٣) Ⓒ	(٦) Ⓑ	(٩) Ⓑ
الدرس١٠	(١) ×	(٣) يساوي	(٥) زمن التحليق. (٧) ✓
	(٢) Ⓐ	(٤) المدى الأفقي.	(٦) Ⓒ
الدرس١١	(١) الحركة الدائرية المنتظمة.	(٣) متجه الموقع.	(٥) ✓ (٧) التسارع المركزي.
	(٢) Ⓒ	(٤) ×	(٦) مركز الدائرة (٨) Ⓓ
الدرس١٢	(١) القوة المركزية.	(٢) Ⓐ	(٣) القوة الطاردة المركزية. (٤) ×
الدرس١٣	(١) السرعة النسبية.	(٢) Ⓒ	(٣) Ⓐ

الفصل السابع

الجاذبية

الدرس ١٤ : حركة الكواكب والجاذبية ٣٦
الدرس ١٥ : القانونان الثاني والثالث لكبلر ٣٧
الدرس ١٦ : قانون نيوتن للجذب الكوني ٣٩
الدرس ١٧ : الجذب الكوني والقانون الثالث لكبلر ٤١
الدرس ١٨ : قياس ثابت الجذب الكوني ٤٢
الدرس ١٩ : استخدام قانون الجذب العام ٤٤
الدرس ٢٠ : تسارع الجاذبية الأرضية ٤٦
الدرس ٢١ : مجال الجاذبية ٤٨
الدرس ٢٢ : الكتلة ٥٠
أجوبة الفصل السابع ٥٢

الدرس ١٤ : حركة الكواكب والجاذبية

مقدمة عن حركة الكواكب

قديمًا	كان يُعتقد أن الشمس والقمر والكواكب والنجوم تدور كلها حول الأرض
العالم كوبرنيكس	بيَّن أن حركة الكواكب يمكن فهمها بصورة أفضل إذا افترضنا أن الأرض وغيرها من الكواكب تدور حول الشمس

(١) ضع ✓ أو ✗ : كان يُعتقد قديمًا أن الشمس والقمر والكواكب والنجوم تدور كلها حول الأرض.

(٢) اختر: توصل إلى أن الأرض والكواكب تدور جميعها حول الشمس ..

Ⓐ كوبرنيكس. Ⓑ براهي. Ⓒ كبلر. Ⓓ نيوتن.

القانون الأول لكبلر

نصه	{ الكواكب تتحرك في مدارات إهليلجية وتكون الشمس في إحدى البؤرتين }
فائدة	المدار الإهليلجي له بؤرتان
الزمن الدوري	{ الزمن اللازم للمذنب ليكمل دورة واحدة }
أقسام المذنبات حسب زمنها الدوري	• المجموعة الأولى: زمنها الدوري أكبر من 200 سنة؛ مثل المذنب هال ـ بوب الذي زمنه الدوري 2400 سنة. • المجموعة الثانية: زمنها الدوري أقل من 200 سنة؛ مثل: المذنب هالي الذي زمنه الدوري 76 سنة.

(٣) اكتب المصطلح العلمي: الكواكب تتحرك في مدارات إهليلجية وتكون الشمس في إحدى البؤرتين.

(٤) ضع ✓ أو ✗ : المدار الإهليلجي له بؤرة واحدة.

(٥) اكتب المصطلح العلمي: الزمن اللازم للمذنب ليكمل دورة واحدة.

(٦) ضع ✓ أو ✗ : تُقسم المذنبات حسب زمنها الدوري إلى مجموعتين.

(٧) اختر: الزمن الدوري للمذنب هال ـ بوب ..

Ⓐ 67 سنة. Ⓑ 150 سنة. Ⓒ 180 سنة. Ⓓ 2400 سنة.

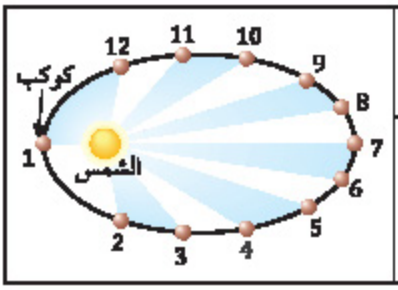
(٨) اختر: الزمن الدوري للمذنب هالي ـــــ 200 سنة.

Ⓐ أقل من Ⓑ يساوي Ⓒ أكبر من

الدرس ١٥: القانونان الثاني والثالث لكبلر

القانون الثاني لكبلر

نصه	{ الخط الوهمي من الشمس إلى الكواكب يمسح مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية }
فائدة	تتحرك الكواكب بسرعة أكبر عندما تكون قريبة من الشمس بينما تتحرك بسرعة أبطأ عندما تكون بعيدة عنها



(١) اكتب المصطلح العلمي: الخط الوهمي من الشمس إلى الكواكب يمسح مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية.

(٢) اختر: تتحرك الكواكب بسرعة أكبر عندما تكون ..... الشمس.

Ⓐ قريبة من Ⓑ بعيدة عن Ⓒ موازية لـ Ⓓ متعامدة مع

(٣) اختر: تتحرك الكواكب بسرعة أبطأ عندما تكون ..... الشمس.

Ⓐ قريبة من Ⓑ بعيدة عن Ⓒ موازية لـ Ⓓ متعامدة مع

القانون الثالث لكبلر

نصه	{ مربع النسبة بين زمنين دوريين لكوكبين يساوي مكعب النسبة بين متوسطي بُعديهما عن الشمس }	
صيغته الرياضية	$\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2$	T_A الزمن الدوري للجسم A [يوم] T_B الزمن الدوري للجسم A [يوم] r_A بُعد الكوكب A من الشمس [وحدة فلكية] r_B بُعد الكوكب B عن الشمس [وحدة فلكية]
استخدامه	• مقارنة أبعاد الكواكب عن الشمس بأزمانها الدورية. • مقارنة الأبعاد والأزمان الدورية للقمر وللأقمار الاصطناعية حول الأرض.	
فائدة	القانونان الأول والثاني لكبلر يطبقان على كل كوكب على حده؛ أما القانون الثالث فيربط حركة أكثر من كوكب حول الجسم نفسه	

(٤) اكتب المصطلح العلمي: مربع النسبة بين زمنين دوريين لكوكبين يساوي مكعب النسبة بين متوسطي بُعديهما عن الشمس.

(٥) اختر: يستعمل القانون الثالث لكبلر في ..

Ⓐ مقارنة أبعاد الكواكب بأزمانها الدورية. Ⓒ حساب نصف قطر الأرض.

Ⓑ حساب نصف قطر القمر. Ⓓ حساب نصف قطر الشمس.

(٦) ضع ✓ أو × : يستعمل القانون الثاني لكبلر في مقارنة الأبعاد والأزمان الدورية للقمر وللأقمار الاصطناعية حول الأرض.

أمثلة

2 ص64: يدور كويكب حول الشمس في مدار متوسط نصف قطره ضعف متوسط نصف قطر مدار الأرض؛ احسب زمنه الدوري بالسنوات الأرضية.

الحل:

$$\left(\frac{T_{كويكب}}{T_{أرض}}\right)^2 = \left(\frac{r_{كويكب}}{r_{أرض}}\right)^3$$

؛ نعوض: سنة أرضية $T_{أرض} = 1$ و $r_{كويكب} = 2r_{أرض}$ ؛

$$\left(\frac{T_{كويكب}}{1}\right)^2 = \left(\frac{2r_{أرض}}{r_{أرض}}\right)^3$$

$$\left(T_{كويكب}\right)^2 = 8$$

؛ حسبنا الجذر التربيعي للطرفين ؛

$T_{كويكب} =$ 2.83 سنة أرضية

1 ص64: قاس جاليليو أبعاد مدارات أقمار المشتري مستعملاً قطر المشتري كوحدة قياس فوجد أن الزمن الدوري لأقرب قمر 1.8 يوم وكان على بعد 4.2 وحدات من مركز المشتري، أما القمر الرابع فزمنه الدوري 16.7 يومًا؛ احسب بُعد القمر الرابع عن المشتري باستعمال الوحدات التي استعملها جاليليو.

الجواب النهائي: 19 وحدة.

الدرس ١٦ : قانون نيوتن للجذب الكوني

قانون الجذب الكوني

نصه	{ الأجسام تجذب أجسامًا أخرى بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلها وعكسيًا مع مربع المسافة بين مراكزها }	
العلاقة الرياضية	$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$	F قوة الجاذبية [N] G ثابت الجذب الكوني [$N.m^2/kg^2$] m_1 كتلة الجسم الأول [kg] m_2 كتلة الجسم الثاني [kg] r المسافة بين مركزي الجسمين [m]
فائدتان	• إذا زادت إحدى كتلتي جسمين إلى الضعف فإن قوة التجاذب بينهما تزيد إلى الضعف ؛ علل ؛ لأن قوة التجاذب تتناسب طرديًا مع الكتلة. • إذا زادت المسافة بين مركزي جسمين إلى الضعف نقصت قوة التجاذب بينهما إلى الربع ؛ علل ؛ لأن قوة التجاذب تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة.	

(١) اكتب المصطلح العلمي: الأجسام تجذب أجسامًا أخرى بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلها وعكسيًا مع مربع المسافة بين مراكزها.

(٢) اختر: قوة التجاذب بين جسمين تعتمد على ..

Ⓐ الحجم والمسافة. Ⓑ الكتلة والمسافة. Ⓒ الكتلة والكثافة. Ⓓ الزمن الدوري والكتلة.

(٣) اختر: إذا تضاعفت المسافة بين جسمين فإن القوة الجاذبة بينهما ..

Ⓐ تنقص إلى الربع. Ⓑ تنقص إلى النصف. Ⓒ تزيد إلى الضعف. Ⓓ لا تتغير.

(٤) اختر: القوة الجاذبة بين جسمين 100 N ؛ إذا نقصت كتلة أحدهما إلى النصف فإن القوة الجاذبة بينهما ..

Ⓐ 200 N . Ⓑ 150 N . Ⓒ 100 N . Ⓓ 50 N .

أمثلة

8 ص69: ما قوة الجاذبية بين جسمين كتلة كل منهما 15 kg والمسافة بين مركزيهما 35 cm وقيمة ثابت الجذب الكوني G تساوي $6.67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ ؟ وما نسبة هذه القوة إلى وزن أي منهما؟

الحل: قوة الجاذبية بين الجسمين ..

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})\times15\times15}{(35\times10^{-2})^2} = 1.23\times10^{-7}\ \text{N}$$

$\text{cm} \xrightarrow{\times10^{-2}} \text{m}$

نحسب وزن الجسم ثم نحسب نسبة القوة الجاذبة إلى وزن الجسم ..

$$F = mg = 15\times9.8 = 147\ \text{N}$$

$$\frac{F}{F_g} = \frac{1.23\times10^{-7}}{147} = 8.33\times10^{-9}$$

41 ص83: إذا كان البعد بين مركزي كرتين 2 m وكانت كتلة إحداهما 8 kg وكتلة الأخرى 6 kg وقيمة ثابت الجذب الكوني G تساوي $6.67\times10^{-11}\ \text{N.m}^2/\text{kg}^2$ فما قوة الجاذبية بينهما؟

الحل:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})\times8\times6}{2^2} = 8\times10^{-10}\ \text{N}$$

43 ص83: إذا كانت قوة الجاذبية بين إلكترونين البعد بينهما 1 m تساوي 5.54×10^{-71} N وقيمة ثابت الجذب الكوني G تساوي $6.67\times10^{-11}\ \text{N.m}^2/\text{kg}^2$ فاحسب كتلة الإلكترون.

الحل:

$$F = G\frac{m_e m_e}{r^2}$$

« بادلنا الطرفين وضربناهما في $\frac{r^2}{G}$ »

$$m_e{}^2 = \frac{Fr^2}{G}$$

$$m_e{}^2 = \frac{(5.54\times10^{-71})\times1^2}{(6.67\times10^{-11})} = 8.3\times10^{-61}$$

« حسبنا الجذر التربيعي للطرفين »

$$m_e = 9.11\times10^{-31}\ \text{kg}$$

الدرس ١٧ : الجذب الكوني والقانون الثالث لكبلر

الزمن الدوري لكوكب

المقصود به	الزمن اللازم لدوران الكوكب دورة كاملة حول الشمس	
العلاقة الرياضية	$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_s}}$	T الزمن الدوري لكوكب يدور حول الشمس [s] r نصف قطر مدار الكوكب [m] G ثابت الجذب الكوني [$N.m^2/kg^2$] m_s كتلة الشمس [kg]
فائدتان	• مربع الزمن الدوري يتناسب مع مكعب المسافة الفاصلة بين مراكز الأجسام. • يتطبق قانون الزمن الدوري لكوكب على المدارات دائرية الشكل والمدارات الإهليلجية.	
تنبيه	علاقة الزمن الدوري لكوكب تسمى صيغة نيوتن للقانون الثالث لكبلر حيث تم استنتاجها بالربط بين قانون الجذب الكوني وقانون كبلر الثالث	

(١) اكتب المصطلح العلمي: الزمن اللازم لدوران الكوكب دورة كاملة حول الشمس.

(٢) اختر: يتناسب مربع الزمن الدوري لكوكب مع ..... مداره حول الشمس.

Ⓐ نصف قطر Ⓑ قطر Ⓒ مربع نصف قطر Ⓓ مكعب نصف قطر

(٣) ضع ✓ أو × : يتطبق قانون الزمن الدوري لكوكب على المدارات دائرية الشكل فقط.

أمثلة

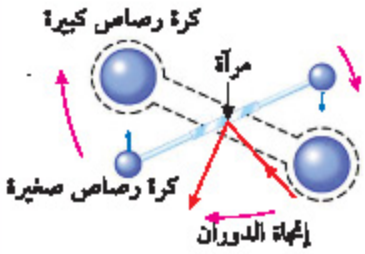
6 ص69: يدور نبتون حول الشمس في مدار نصف قطره 4.495×10^{12} m ؛ فإذا كانت كتلة الشمس 1.99×10^{30} kg وقيمة ثابت الجذب الكوني 6.67×10^{-11} $N.m^2/kg^2$ فاحسب الزمن الدوري لنبتون.

الحل:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_s}} = 2\pi\sqrt{\frac{(4.495\times10^{12})^3}{(6.67\times10^{-11})(1.99\times10^{30})}} = 1.04\times10^{10}\ s$$

الدرس ١٨ : قياس ثابت الجذب الكوني

تجربة كافنديش

استخدامها	• قياس قوة الجاذبية بين جسمين. • تحديد قيمة تجريبية لثابت الجذب الكوني G .	
تركيب الجهاز المستخدم	• ذراع أفقية تحمل كرتين صغيرتين من الرصاص عند نهايتها؛ والذراع معلقة من منتصفها بسلك رفيع قابل للدوران. • كرتان كبيرتان من الرصاص ثابتتان.	
فكرة عمل الجهاز	(١) عند وضع الكرات الكبيرة بالقرب من الصغيرة تؤدي قوة الجاذبية إلى دوران الذراع. (٢) عند تساوي قوة اللي للسلك الرفيع وقوة التجاذب بين الكرات تتوقف الذراع عن الدوران. (٣) تقاس قوة التجاذب بين الكتل من خلال قياس الزاوية التي شكّلها دوران الذراع والذي يقاس بمساعدة الشعاع الضوئي المنعكس عن مرآة مستوية.	
فائدة	تسمى تجربة كافنديش تجربة إيجاد وزن الأرض ؛ علل ؛ لأنها ساعدت على حساب كتلة الأرض	
العلاقة الرياضية	$m_E = \frac{g r_E^2}{G}$ $g = \frac{G m_E}{r_E^2}$	m_E كتلة الأرض [kg] g تسارع الجاذبية [m/s^2] r_E نصف قطر الأرض [m] G ثابت الجذب الكوني [$N.m^2/kg^2$]
تنبيه	تسارع الجاذبية يتناسب طرديًا مع كتلة الأرض وعكسيًا مع مربع نصف قطرها	
تعليل	لا تظهر قوة التجاذب بين الأجسام التي نشاهدها في حياتنا اليومية ؛ علل ؛ لصغر كتلها	

(١) اختر: لقياس قوة الجاذبية بين جسمين تستخدم تجربة ..

Ⓐ نيوتن. Ⓑ كبلر. Ⓒ كوبرنيكس. Ⓓ كافندش.

(٢) اختر: تُستخدم تجربة كافندش في قياس ..

Ⓐ كتل الأجسام. Ⓑ قيمة ثابت الجذب الكوني. Ⓒ تكور الأجسام. Ⓓ جميع ما سبق.

(٣) املأ الفراغ: في تجربة كافندش؛ عند وضع الكرات الكبيرة بالقرب من الصغيرة يدور الذراع بسبب ..... .

(٤) اختر: في تجربة كافندش عند تساوي قوة اللي للسلك الرفيع وقوة التجاذب بين الكرات ..... الذراع.

Ⓐ يتوقف Ⓑ يرتفع Ⓒ ينخفض Ⓓ يدور

(٥) املأ الفراغ: في تجربة كافندش تقاس قوة التجاذب بين الكتل من خلال قياس الزاوية التي يشكّلها دوران ..... .

(٦) املأ الفراغ: تجربة ..... تسمى تجربة إيجاد وزن الأرض.

(٧) ضع ✓ أو × : تسارع الجاذبية الأرضية يتناسب عكسيًا مع كتلة الأرض.

(٨) ضع ✓ أو × : تسارع الجاذبية الأرضية يتناسب عكسيًا مع مربع نصف قطر الأرض.

(٩) اختر: إذا بدأت الأرض في الانكماش وبقيت كتلتها ثابتة فإن قيمة تسارع الجاذبية g ..

Ⓐ لا تتغير. Ⓑ تنقص. Ⓒ تزيد. Ⓓ تتلاشى.

أمثلة

15 ص77: كتلة القمر $7.3\times10^{22}\ kg$ ونصف قطره $1785\ km$ وقيمة ثابت الجذب الكوني G تساوي $6.67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ ؛ ما شدة مجال الجاذبية على سطحه؟

الحل:

$$g=\frac{GM}{r^2}=\frac{(6.67\times10^{-11})(7.3\times10^{22})}{(1785\times10^{3})^2}=1.528\ m/s^2$$

الدرس ١٩ : استخدام قانون الجذب العام

مدارات الكواكب والأقمار الاصطناعية

تعليل	لاحظ العلماء أن مدار كوكب أورانوس الذي تم حسابه بوساطة قانون الجاذبية لا يتفق مع المدار الفعلي لهذا الكوكب ؛ علل ؛ بسبب وجود كوكب نبتون الذي يجذب أورانوس بالإضافة إلى جذب الشمس له
فكرة نيوتن لتوضيح حركة الأقمار الاصطناعية	• تَخيَّل مدفعًا يُطلق قذيفة في اتجاه أفقي بسرعة معينة v_1 فتكون لها سرعة أفقية وأخرى رأسية. • تتخذ القذيفة مسارًا على شكل قطع مكافئ ثم تسقط على الأرض. • إذا زادت السرعة الأفقية للقذيفة v_2 فإنها ستقطع مسافة أطول على سطح الأرض ولكنها ستسقط عليه في النهاية. • إذا انطلقت القذيفة من مدفع ضخم بسرعة كبيرة مناسبة v_3 فإنها ستسير المسافة كاملةً حول الأرض ؛ تتحرك في مسار دائري حول الأرض ؛.

(١) اختر: إذا أطلق مدفع قذيفة في اتجاه أفقي بسرعة ما فإن القذيفة ستتخذ مسارًا على شكل ..

Ⓐ قطع زائد. Ⓑ قطع مكافئ. Ⓒ قطع ناقص. Ⓓ مسار دائري.

(٢) اختر: إذا انطلقت قذيفة من مدفع ضخم على الأرض بسرعة كبيرة في اتجاه أفقي فإنها ستتحرك في مسار على شكل ..

Ⓐ خط مستقيم. Ⓑ قطع زائد. Ⓒ قطع ناقص. Ⓓ دائري حول الأرض.

حركة القمر الاصطناعي

وصفها	يدور القمر الاصطناعي على ارتفاع ثابت عن الأرض حركة دائرية منتظمة
تعليل	القمر الاصطناعي يبدو لمراقب على سطح الأرض كأنه فوق بقعة معينة لا يتحرك ؛ علل ؛ لأن السرعة المدارية للقمر الاصطناعي تتفق مع معدل دوران الأرض
كتلة القمر الاصطناعي	• كلما زادت كتلة القمر الاصطناعي تطلب ذلك صاروخًا أقوى لإيصاله إلى مداره. • سرعة القمر الاصطناعي في مداره لا تعتمد على كتلته.

العلاقات الرياضية			
$v = \sqrt{\frac{Gm_E}{r}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_E}}$	$r = h + r_E$	
v سرعة القمر [m/s]		T الزمن الدوري للقمر الاصطناعي [m/s]	
G ثابت الجذب الكوني [$N.m^2/kg^2$]		h ارتفاع القمر عن سطح الأرض [m]	
m_E كتلة الأرض [kg]		r_E نصف قطر الأرض [m]	
r نصف قطر المدار [m]			

(٣) ضع ✓ أو × : يدور القمر الاصطناعي على ارتفاع ثابت عن الأرض حركة دائرية منتظمة.

(٤) اختر: السرعة المدارية للقمر الاصطناعي ـــــ معدل دوران الأرض.

Ⓐ تقل عن Ⓑ تتوافق مع Ⓒ تزيد عن Ⓓ ضعف

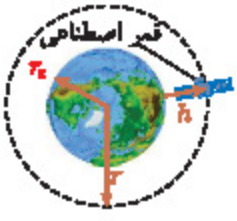
(٥) ضع ✓ أو × : كلما زادت كتلة القمر الاصطناعي نقصت سرعة دورانه في مداره.

(٦) اختر: يدور قمر اصطناعي حول الأرض؛ أي العوامل التالية تعتمد عليها سرعته؟

Ⓐ كتلة القمر. Ⓑ بُعد القمر عن الأرض. Ⓒ كتلته وبعده عن الأرض.

أمثلة

2 ص72: قمر اصطناعي يدور حول الأرض على ارتفاع 225 km فوق سطحها؛ إذا علمت أن كتلةالأرض 5.97×10^{24}kg ونصف قطر الأرض 6.38×10^{6} m وقيمة الثابت G تساوي 6.67×10^{-11} $N.m^2/kg^2$ فما مقدار سرعة القمر المدارية وزمنه الدوري؟



الحل: نصف قطر مدار القمر ..

$$r = h + r_E = 225\times10^{3} + 6.38\times10^{6} = 6.61\times10^{6}\ m$$

km $\xrightarrow{\times10^3}$ m

أولاً: نحسب سرعة القمر المدارية ..

$$v = \sqrt{\frac{Gm_E}{r}} = \sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11})\times(5.97\times10^{24})}{(6.61\times10^{6})}} = 7761.57\ m/s$$

ثانيًا: نحسب الزمن الدوري للقمر ..

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_E}} = 2\pi\sqrt{\frac{(6.61\times10^{6})^3}{(6.67\times10^{-11})\times(5.97\times10^{24})}} = 5350.96\ s$$

الدرس ٢٠ : تسارع الجاذبية الأرضية

تسارع الأجسام الناشئ عن الجاذبية الأرضية

المقصود به	معدل زيادة سرعة الأجسام عندما تسقط سقوطًا حرًا نحو الأرض	
العلاقة الرياضية	$a = g\left(\frac{r_E}{r}\right)^2$	a تسارع الجسم الناشئ عن الجاذبية الأرضية [m/s^2] g تسارع الجاذبية الأرضية [m/s^2] r_E نصف قطر الأرض [m] r بُعد الجسم عن مركز الأرض [m]
فائدة	كلما ابتعدنا عن الأرض فإن التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية يتقص تبعًا لعلاقة التربيع العكسي السابقة	

(١) ضع ✓ أو × : تسارع الجسم الناشئ عن الجاذبية هو معدل زيادة سرعة الجسم عندما يسقط سقوطًا حرًا نحو الأرض.

(٢) اختر: كلما ابتعدنا عن الأرض فإن التسارع الناتج عن الجاذبية ..

Ⓐ يتضاعف. Ⓑ يزيد. Ⓒ يتقص. Ⓓ لا يتغير.

الوزن وانعدام الوزن

الوزن	{ قوة جذب الأرض للجسم }
انعدام الوزن	حالة يكون فيها الوزن الظاهري للجسم صفرًا وتدعى « g – zero »
مثال توضيحي	• في مكوك الفضاء عند ارتفاع 400 km فوق سطح الأرض تصبح $g = 8.7\ m/s^2$ أي أصغر بقليل من قيمتها على سطح الأرض؛ مما يعني أن قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في المكوك لا تساوي صفرًا، وهذه الجاذبية تسبب دورانه حول الأرض. • رواد الفضاء في المركبات الفضائية يبدون عديمي الوزن رغم أنهم يتعرضون للجاذبية الأرضية؛ علل ؛ لأنهم يتسارعون بنفس تسارع حركة المكوك مما يجعل وزنهم الظاهري يساوي صفرًا فيشعرون بانعدام وزنهم؛ لو قفز رجل يحمل حجرًا من طائرة فإنه سيشعر أثناء سقوطه بأن الحجر عديم الوزن ».

(٣) اكتب المصطلح العلمي: قوة جذب الأرض للجسم.

(٤) اكتب المصطلح العلمي: حالة يكون فيها الوزن الظاهري للجسم صفراً.

(٥) اختر: شعور رواد الفضاء داخل مكوك الفضاء بانعدام الوزن سببه ..

Ⓐ انعدام الجاذبية الأرضية. Ⓒ تساوي سرعتهم مع سرعة المكوك.

Ⓑ تساوي تسارعهم مع تسارع المكوك. Ⓓ توافق سرعة المكوك مع سرعة الأرض.

أمثلة

مثال: مكوك الفضاء عند ارتفاع 400 km فوق سطح الأرض؛ إذا علمت أن نصف قطر الأرض 6.38×10^6 m فما مقدار تسارع المكوك الناشئ عن الجاذبية الأرضية؟

الحل: نحسب نصف قطر المدار، ثم نحسب تسارع المكوك ..

$\text{km} \xrightarrow{\times10^3} \text{m}$

$$r = h + r_E = 400\times10^3 + 6.38\times10^6 = 6.78\times10^6 \text{ m}$$

$$a = g\left(\frac{r_E}{r}\right)^2 = 9.8\left(\frac{6.38\times10^6}{6.78\times10^6}\right)^2 = 8.68 \text{ m/s}^2$$

الدرس ٣١ : مجال الجاذبية

مجال الجاذبية

المقصود به	التأثير المحيط بجسم له كتلة، ويساوي ثابت الجذب الكوني مضروبًا في كتلة الجسم ومقسومًا على مربع البُعد عن مركز الجسم	
العلاقات الرياضية	$g = \frac{GM}{r^2}$ $g = \frac{F}{m}$	g مجال الجاذبية $[m/s^2]$ G ثابت الجذب الكوني $[N.m^2/kg^2]$ M كتلة الجسم المسبب للمجال $[kg]$ r البعد عن مركز الجسم $[m]$ F القوة المؤثرة على جسم في مجال الجاذبية $[N]$ m كتلة الجسم الموضوع في المجال $[kg]$
فائدة	قوة الجاذبية تؤثر عن بُعد وتعمل بين أجسام غير متلامسة أو قد تكون بعيدة	
مثال توضيحي	عند دوران كوكب حول الشمس فإنه يخضع لقوة تؤثر فيه والتي تنتج بسبب تفاعل كتلة الكوكب مع المجال الجاذبي للشمس في مكان وجود الكوكب وليس مع الشمس نفسها	

(١) اكتب المصطلح العلمي: التأثير المحيط بجسم له كتلة.

(٢) ضع ✓ أو × : قوة الجاذبية تعمل بين أجسام متلامسة فقط.

(٣) اختر: وحدة قياس مجال الجاذبية ..

Ⓐ N/kg . Ⓑ N/kg^2 . Ⓒ kg/N .

(٤) ضع ✓ أو × : مجال الجاذبية للشمس المؤثر على كوكب يظهر تأثيره في مكان وجود الكوكب.

المجال الجاذبي للأرض

قيمته	شدة المجال الجاذبي عند سطح الأرض تساوي $9.8\ N/kg$
تمثيله	مجموعة من المتجهات تحيط بالأرض وتشير إلى مركزها
العوامل المؤثرة فيه	• شدة المجال الجاذبي تتناسب عكسيًا مع مربع البعد عن مركز الأرض. • شدة المجال الجاذبي تعتمد على كتلة الأرض وليس على كتلة الجسم.

(٥) املأ الفراغ: قيمة شدة المجال الجاذبي للأرض عند سطحها يساوي ..... .

(٦) اختر: اتجاه المجال الجاذبي للأرض ..

Ⓐ نحو مركز الأرض. Ⓑ موازي لسطح الأرض. Ⓒ موازي للقطب الشمالي.

(٧) ضع ✓ أو × : شدة المجال الجاذبي للأرض تتناسب طرديًا مع مربع البعد عن مركز الأرض.

(٨) اختر: تعتمد شدة مجال جاذبية الأرض على ..

Ⓐ كتلة الأرض. Ⓑ كتلة الجسم. Ⓒ كتلة الشمس.

أمثلة

48 ص83: إذا كانت كتلة الأرض $5.97\times10^{24}\ kg$ وبعد القمر عن مركز الأرض $3.8\times10^{8}\ m$ وثابت الجذب الكوني $6.67\times10^{-11}\ Nm^2/kg^2$ فاحسب مقدار مجال الجاذبية للأرض على القمر.

الحل:

$$g_{\text{الأرض على القمر}} = \frac{GM}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})(5.97\times10^{24})}{(3.8\times10^{8})^2} = 2.76\times10^{-3}\ N/kg$$

47 ص83: كتاب كتلته $1.25\ kg$ ووزنه في الفضاء $8.35\ N$ ؛ ما قيمة المجال الجاذبي في ذلك المكان؟

الحل:

$$g = \frac{F}{m} = \frac{8.35}{1.25} = 6.68\ N/kg$$

الدرس ٣٢ : الكتلة

الكتلة

المقصود بها	ميل المنحنى في الرسم البياني للقوة ـ التسارع
نوعاها	كتلة القصور ، كتلة الجاذبية

(١) اكتب المصطلح العلمي: ميل المنحنى في الرسم البياني للقوة ـ التسارع.

(٢) املأ الفراغ: الكتلة نوعان: كتلة ..... وكتلة .....

كتلة القصور

المقصود بها	نسبة مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما إلى مقدار تسارعه	
تعليل	تُعدّ كتلة القصور مقياسًا لممانعة أو مقاومة الجسم لأي نوع من أنواع القوى المؤثرة فيه « علل » لأنه كلما كانت كتلة الجسم أكبر كان الجسم أقل تأثرًا بأي قوة وكان تسارعه أصغر	
حسابها	$m_{\text{القصور}} = \frac{F_{\text{محصلة}}}{a}$	m كتلة القصور [kg] F القوة المحصلة [N] a التسارع [m/s^2]
ميزان القصور	• وظيفته: حساب كتلة القصور لجسم. • فكرة عمله: نؤثر بقوة في الجسم ثم نقيس تسارعه باستعمال ميزان القصور، ومنه نحسب كتلة القصور.	

(٣) اكتب المصطلح العلمي: نسبة مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما إلى مقدار تسارعه.

(٤) اختر: مقياس لممانعة أو مقاومة الجسم لأي نوع من أنواع القوى المؤثرة فيه ..

Ⓐ كتلة الجاذبية. Ⓑ كتلة القصور. Ⓒ الوزن.

(٥) ضع ✓ أو × : كلما كانت كتلة الجسم أكبر كان الجسم أكثر تأثرًا بأي قوة.

(٦) اختر: يُستعمل لحساب كتلة القصور لجسم ما ..

Ⓐ الميزان ذو الكفتين. Ⓑ قانون نيوتن الثالث. Ⓒ ميزان القصور.

كتلة الجاذبية

المقصود بها	تُحدد مقدار قوة الجاذبية بين جسمين	
فائدة	كتلة الجاذبية مقدارها يساوي مربع المسافة بين الجسمين مضروبةً في مقدار قوة الجاذبية بينهما مقسومة على حاصل ضرب ثابت الجذب الكوني في كتلة الجسم الثاني	
حسابها	$m_{\text{الجذبية}} = \frac{r^2 F_{\text{الجاذبية}}}{Gm}$	$m_{\text{الجاذبية}}$ كتلة الجاذبية لجسم [kg] m كتلة الجسم الثاني [kg] r المسافة بين الجسمين [m] F قوة الجاذبية بين الجسمين [N] G ثابت الجذب الكوني $[N.m^2/kg^2]$
الميزان ذو الكفتين	يستخدم في قياس كتلة الجاذبية لجسم ما عن طريق قياس القوة المؤثرة فيها بسبب جاذبية الأرض	
مبدأ التكافؤ	فرضية لنيوتن يوضح فيها أن كتلة القصور وكتلة الجاذبية متساويتان في المقدار	

(٧) اختر: تحدد مقدار قوة الجاذبية بين جسمين ..

Ⓐ كتلة الجاذبية. Ⓑ كتلة القصور. Ⓒ الوزن.

(٨) اختر: يُستعمل لقياس كتلة الجاذبية ..

Ⓐ الميزان ذو الكفتين. Ⓑ قانون نيوتن. Ⓒ ميزان القصور.

(٩) اكتب المصطلح العلمي: فرضية لنيوتن يوضح فيها أن كتلة القصور وكتلة الجاذبية متساويتان في المقدار.

(١٠) اختر: مقدار كتلة الجاذبية ..... مقدار كتلة القصور.

Ⓐ أصغر من Ⓑ يساوي Ⓒ ضعف Ⓓ أكبر من

أجوبة الفصل السابع

الأجوبة

الدرس ١٤	(١) ✓	(٣) القانون الأول لكبلر.	(٥) الزمن الدوري.	(٧) Ⓓ
	(٢) Ⓐ	(٤) ×	(٦) ✓	(٨) Ⓐ
الدرس ١٥	(١) القانون الثاني لكبلر.	(٣) Ⓑ		(٥) Ⓐ
	(٢) Ⓐ	(٤) القانون الثالث لكبلر.		(٦) ×
الدرس ١٦	(١) قانون الجذب الكوني.	(٢) Ⓑ	(٣) Ⓐ	(٤) Ⓑ
الدرس ١٧	(١) الزمن الدوري لكوكب.	(٢) Ⓓ		(٣) ✓
الدرس ١٨	(١) Ⓓ	(٤) Ⓐ		(٧) ×
	(٢) Ⓑ	(٥) الذراع		(٨) ✓
	(٣) قوة الجاذبية	(٦) كافنديش		(٩) Ⓒ
الدرس ١٩	(١) Ⓑ	(٢) Ⓓ	(٣) ✓	(٤) Ⓑ (٥) × (٦) Ⓑ
الدرس ٢٠	(١) ✓	(٢) Ⓐ	(٣) الوزن.	(٤) انعدام الوزن. (٥) Ⓑ
الدرس ٢١	(١) مجال الجاذبية.	(٣) Ⓐ	9.8 N/kg (٥)	(٧) Ⓐ
	(٢) ×	(٤) ✓	(٦) Ⓐ	(٨) ×
الدرس ٢٢	(١) الكتلة.	(٣) كتلة القصور.	(٥) × (٧) Ⓐ	(٩) مبدأ التكافؤ.
	(٢) القصور ، الجاذبية	(٤) Ⓑ	(٦) Ⓒ (٨) Ⓐ	(١٠) Ⓑ

سلسلة التبسيط

رؤية مبتكرة ... لفهم أسهل

ملحق ١

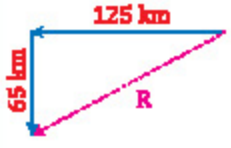
الملخص

الفصل ٥ : القوى في بعدين

مراجعة عن الكميات المتجهة

المقصود بها	كميات فيزيائية يتطلب تعيينها تحديد مقدارها واتجاهها		
تمثيلها	تمثل بوساطة الأسهم	من أمثلتها	الإزاحة ، القوة ، السرعة ، التسارع
القوة المحصلة	القوة المحصلة لقوتين في بعد واحد تساوي .. • مجموع القوتين إذا كانتا في اتجاه واحد. • الفرق بينهما إذا كانتا متعاكستي الاتجاه.		
مثال توضيحي	دفع رجل سيارة بقوة قدرها 250 N ؛ فإذا كان الهواء يؤثر عليها بقوة 75 N في عكس اتجاه حركتها فكم محصلة القوة المؤثرة على السيارة؟ $F_{\text{محصلة}} = F_1 - F_2 = 250 - 75 = 175\ \text{N}$		

المتجهات في أبعاد متعددة

خطوات جمع المتجهات في بُعدين	(١) نضع ذيل أحد المتجهين على رأس المتجه الآخر. (٢) نرسم المتجه المحصل بتوصيل ذيل المتجه الأول مع رأس المتجه الثاني. (٣) نقيس مقدار المتجه المحصل بالمسطرة؛ ونحدد اتجاهه بالمنقلة.
مثال توضيحي	قطعت سيارة 125 km في اتجاه الغرب ثم 65 km في اتجاه الجنوب؛ ما مقدار إزاحتها ؟ حل المسألة بطريقة الرسم ؟ (١) نرسم متجهين يمثلان حركة السيارة. (٢) نرسم متجه المحصلة R من ذيل المتجه الأول إلى رأس الثاني. (٣) نستخدم المسطرة لقياس مقدار متجه المحصلة: إزاحة السيارة = 141 km ⇒ R ≈ 141 
تعليل	عند نقل متجه فإنه لا يتغير ؛ علل ؛ لأن طول المتجه واتجاهه لم يتغيرا

نظريات وقوانين لحساب المحصلة

نظرية فيثاغورس	نصها	{ إذا كانت الزاوية بين متجهين A و B قائمة فإن مجموع مربعي مقداري المتجهين يساوي مربع مقدار المتجه المحصل R }
	صيغتها الرياضية	$R^2 = A^2 + B^2$
	متى تُستخدم؟	إذا كانت الزاوية بين المتجهين قائمة فقط

قانون جيب التمام	نصه	{ مربع مقدار المتجه المحصل لمتجهين يساوي مجموع مربعي مقداري المتجهين مطروحًا منه ضعف حاصل ضرب مقداريهما مضروبًا في جيب تمام الزاوية التي بينهما }
	صيغته الرياضية	$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$
	متى يستخدم؟	إذا كانت الزاوية بين المتجهين لا تساوي $90°$
قانون الجيب	نصه	{ مقدار محصلة متجهين مقسومًا على جيب الزاوية بينهما يساوي مقدار أحد المتجهين مقسومًا على جيب الزاوية التي تقابله }
	صيغته الرياضية	$\frac{R}{\sin\theta} = \frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b}$
	متى يستخدم؟	إذا علمنا قيمة الزاوية بين المتجهين والزاويتين المقابلتين لهما
مثال توضيحي	تطلعت سيارة 125 km في اتجاه الغرب ثم 65 km في اتجاه الجنوب؛ ما مقدار إزاحتها؟	
	$R^2 = A^2 + B^2 \Rightarrow R = \sqrt{A^2+B^2} = \sqrt{125^2 + 65^2} = \sqrt{19850} = 140.9$ km	

النظام الإحداثي

النظام الإحداثي	يشبه وضع شبكة مرسومة على شريحة شفافة فوق الرسم التخطيطي للمسألة
المحاور في النظام الإحداثي	• محور x الموجب: يمثل بسهم يمر بنقطة الأصل ويشير إلى الاتجاه الموجب. • محور y الموجب: يمثل بسهم يصنع زاوية $90°$ في عكس اتجاه عقارب الساعة من محور x .

مركّبتا المتجه

مركّبة المتجه	هي مسقط المتجه على أحد المحاور
فائدة	المتجه A_x يوازي محور x ، المتجه A_y يوازي محور y

تحليل المتجه

المقصود به	عملية تجزئة المتجه إلى مركّباته في اتجاه محور x ومحور y
اتجاه المتجه	{ الزاوية التي يصنعها المتجه مع محور x موجبة في اتجاه عكس عقارب الساعة }
حساب مركّبتي المتجه	$A_x = A\cos\theta$ $A_y = A\sin\theta$

إشارة مركّبة المتجه	• تعتمد إشارة مركّبة المتجه على الربع الذي تقع فيه. • إذا كانت الزاوية التي يصنعها المتجه مع محور x الموجب أكبر من $90°$ فإن إشارة إحدى المركّبتين أو كلتيهما تكون سالبة.

جمع المتجهات جبريًا

خطواته بمثال توضيحي

لإيجاد المتجه المحصل R للمتجهات A و B و C نتبع الخطوات التالية:

(١) نحلل كل متجه إلى مركّبتيه على محوري x ، y .

(٢) لجمع المركّبات الأفقية ؛ مركّبات المحور x ؛ لإيجاد المركّبة الأفقية للمحصلة R_x ..

$$R_x = A_x + B_x + C_x$$

(٣) لجمع المركّبات الرأسية ؛ مركّبات المحور y ؛ لإيجاد المركّبة الرأسية للمحصلة R_y ..

$$R_y = A_y + B_y + C_y$$

(٤) نحسب مقدار المتجه المحصل R باستعمال نظرية فيثاغورس ..

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

مثال توضيحي

أرجوحة طفل معلقة بحبلين ربطا إلى فرع شجرة يميلان عن الرأسي بزاوية $13°$ ؛ فإذا كان الشد في كل حبل $2.28\ N$ فما مقدار القوة المحصلة التي يؤثر بها الحبلان في الأرجوحة وما اتجاهها؟

القوة	المركّبة على محور x	المركّبة على محور y
$T_1 = 2.28\ N$	$-2.28 \sin 13°$	$2.28 \cos 13°$
$T_2 = 2.28\ N$	$2.28 \sin 13°$	$2.28 \cos 13°$

نحسب المحصلة على المحورين x و y ؛ ومنها نحسب المحصلة الكلية ..

$$R_x = -2.28 \sin 13° + 2.28 \sin 13° = 0$$
$$R_y = 2.28 \cos 13° + 2.28 \cos 13° = 4.44\ N$$
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{0 + 4.44^2} = 4.44\ N$$

∴ القوة المحصلة $4.44\ N$ واتجاهها إلى الأعلى.

زاوية المتجه المحصل

تعريفها	{ الظل العكسي لخارج قسمة المركّبة y على المركّبة x للمتجه المحصل }
حسابها	$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$

الاحتكاك

المقصود به	قوة تمانع حركة الأجسام أو تجعلها تتوقف عن الحركة
من فوائده	نحتاج إليه عند بدء حركة السيارة أو الدراجة وعند وقوفنا
أنواعه	• احتكاك سكوني: قوة تؤثر في السطح بوساطة سطح آخر عندما لا تكون هناك حركة بينهما. • احتكاك حركي: قوة تؤثر في السطح عندما يتحرك ملامساً لسطح آخر.

أساسيات عن قوة الاحتكاك

العامل المؤثر فيها	القوة العمودية المؤثرة على الجسم .. قوة الاحتكاك الحركي تتناسب طرديًا مع القوة العمودية ؛ تزيد قوة الاحتكاك الحركي بزيادة القوة العمودية ؛
فائدة	قوة الاحتكاك تعتمد ـ بشكل أساسي ـ على المواد التي تتكون منها السطوح

قوة الاحتكاك الحركي وقوة الاحتكاك السكوني

العلاقات الرياضية	$f_k = \mu_k F_N$ $f_s \le \mu_s F_N$	f_k قوة الاحتكاك الحركي [N] μ_k معامل الاحتكاك الحركي F_N القوة العمودية [N] f_s قوة الاحتكاك السكوني [N] μ_s معامل الاحتكاك السكوني $\mu_s F_N$ قوة الاحتكاك السكوني القصوى[N]
مثال توضيحي	يدفع عامر صندوقًا ممتلئًا بالكتب من مكتبه إلى سيارته؛ فإذا كان وزن الصندوق والكتب معًا 134 N ومعامل الاحتكاك السكوني بين البلاط والصندوق 0.55 فما مقدار القوة التي يجب أن يدفع بها عامر حتى يبدأ الصندوق في الحركة؟ $f_k = \mu_k F_N = 0.55 \times 134 = 73.7\ N$	

الاتزان

المقصود به	يتزن جسم عندما تكون محصلة القوى المؤثرة فيه صفراً
حالات حدوثه	• جسم ساكن. • جسم متحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم.

القوة الموازنة

المقصود بها	القوة التي تجعل الجسم متزنًا
تنبيه	القوة الموازنة تساوي القوة المحصلة في المقدار وتعاكسها في الاتجاه

الحركة على مستوى مائل

من أمثلتها	التزلج على المنحدرات الجليدية	
القوى المؤثرة في جسم على مستوى مائل	• قوة الجاذبية الأرضية: تؤثر نحو الأسفل في اتجاه مركز الأرض. • القوة العمودية: تؤثر في اتجاه عمودي على السطح في اتجاه محور $+y$. • قوة الاحتكاك: تؤثر في عكس اتجاه حركة الجسم.	
مركّبتا الوزن لجسم على مستوى مائل	$F_{gx} = F_g \sin\theta$ $F_{gy} = F_g \cos\theta$	F_{gx} مركّبة الوزن الموازية للسطح [N] F_{gy} مركّبة الوزن العمودية على السطح [N] F_g وزن الجسم [N]
مثال توضيحي	يتزلق سامي في حديقة الألعاب على سطح مائل يصنع زاوية 35° فوق الأفقي؛ فإذا كانت كتلته 43 kg فما مقدار القوة العمودية بين سامي والسطح المائل؟ $F_N = F_{gy} = mg\cos\theta = 43 \times 9.8 \cos 35° = 345.19\ \text{N}$	
تطبيق	مركّبتا التسارع لجسم على مستوى مائل .. $a_y = 0$ $a_x = g(\sin\theta - \mu_k \cos\theta)$	a_y مركّبة التسارع في اتجاه محور y $[\text{m/s}^2]$ a_x مركّبة التسارع في اتجاه محور x $[\text{m/s}^2]$ g تسارع الجاذبية $[\text{m/s}^2]$ μ_k معامل الاحتكاك الحركي
مثال توضيحي	يتزلق شخص كتلته 45 kg إلى أسفل سطح مائل على الأفقي بزاوية 45° ؛ فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الشخص والسطح 0.25 فما مقدار تسارعه؟ $a = a_x = \frac{F_{gx} - f_k}{m} = \frac{mg\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta}{m}$ $a = \frac{45\times9.8\sin45° - 0.25\times45\times9.8\cos45°}{45} = 5.2\ \text{m/s}^2$	

الفصل ٦ : الحركة في بعدين

المقذوف

تعريفه	{ الجسم الذي يطلق في الهواء }	المسار	حركة الجسم المقذوف في الهواء

استقلالية الحركة في بعدين

حركة المقذوف	يتحرك المقذوف في مسار منحنٍ أو على شكل قطع مكافئ
مكوناتها	تتركّب حركة المقذوف من حركتين .. • أفقية: في حركة المقذوفات تظل السرعة الأفقية ثابتة ؛ علل ؛ لعدم وجود قوى تؤثر عليه في هذا الاتجاه. • رأسية: في حركة المقذوفات تتغير السرعة الرأسية بانتظام ؛ علل ؛ بسبب قوة الجاذبية الأرضية.
مركّبتا التسارع	• الحركة الأفقية للمقذوف تسارعها صفراً إذا أهملنا مقاومة الهواء. • الحركة الرأسية للمقذوف لها تسارع ثابت هو تسارع الجاذبية الأرضية g .
فائدة	إذا جمعنا السرعة الأفقية والرأسية للمقذوف فإنهما تشكلان السرعة المتجهة الكلية
تنبيه	الزمن منذ انطلاق المقذوف حتى اصطدامه بالهدف هو نفسه للحركتين الأفقية والرأسية
مثال توضيحي	قذف حجر أفقياً بسرعة 5 m/s من فوق بناية ارتفاعها 78.4 m .. (١) كم يستغرق الحجر للوصول إلى أسفل البناية؟ (٢) على أي بُعد من قاعدة البناية يرتطم الحجر بالأرض؟ (٣) ما مقدار المركّبتين الرأسية والأفقية لسرعة الحجر قُبيل اصطدامه بالأرض؟ (١) لحساب الزمن الذي يستغرقه الحجر للوصول إلى أسفل البناية .. $d_y = v_{yi}t + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 78.4 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8t^2$ $78.4 = 4.9t^2 \Rightarrow t^2 = 16 \Rightarrow t = 4\,s$ (٢) لحساب بُعد نقطة الارتطام عن قاعدة البناية .. $d_x = v_x t = 5 \times 4 = 20\,m$ (٣) لحساب مركّبتي السرعة قبيل الاصطدام بالأرض .. $v_x = 5\,m/s$ $v_{yf} = v_{yi} + gt = 0 + 9.8 \times 4 = 39.8\,m/s$

المقذوفات التي تُطلق بزاوية

مركّبتا سرعتها	مركّبة أفقية ، مركّبة رأسية		
فائدة	مقدار السرعة أثناء الصعود = مقدار السرعة أثناء النزول		
المدى الأفقي	المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف	زمن التحليق	الزمن الذي يقضيه المقذوف في الهواء
تعليل	إذا أهملنا مقاومة الهواء فلن يكون للمركّبة الأفقية لحركة المقذوفات تسارع ؛ علل ؛ لأن سرعتها ثابتة لا تتغير		

وصف الحركة الدائرية

تعريفها	{ حركة جسم أو جسيم بسرعة ثابتة المقدار حول دائرة نصف قطرها ثابت }	
تعليل	يتسارع الجسم المتحرك بسرعة ثابتة المقدار في مسار دائري ؛ علل ؛ لأن اتجاه السرعة يتغير	
متجه الموقع	{ متجه إزاحة ذيله عند نقطة الأصل }	
السرعة المتجهة المتوسطة	$\bar{v}=\frac{\Delta r}{\Delta t}$	$\bar{v}$ السرعة المتجهة المتوسطة [m/s] Δr متجه الإزاحة [m] Δt التغير في الزمن [s]

التسارع في الحركة الدائرية

التسارع المتوسط	$\bar{a}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$	$\bar{a}$ تسارع الجسم [m/s^2] Δv متجه السرعة المتوسطة [m/s] Δt التغير في الزمن [s]
اتجاه التسارع	اتجاه التغير في السرعة في اتجاه مركز الدائرة لذا فإن اتجاه التسارع نحو مركز الدائرة	
التسارع المركزي	{ تسارع جسم يتحرك حركة دائرية بسرعة ثابتة المقدار ويكون في اتجاه مركز الدائرة التي يتحرك فيها الجسم }	
تعليل	التسارع المركزي يسمى بهذا الاسم ؛ علل ؛ لأن اتجاهه دائماً يشير إلى مركز الدائرة	
حساب التسارع المركزي	$a_c=\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ أو $a_c=\frac{v^2}{r}$	a_c التسارع المركزي [m/s^2] v مقدار السرعة [m/s] r نصف قطر دائرة الحركة [m] T الزمن الدوري [s]

مثال توضيحي	احسب التسارع المركزي لمتسابق يسير بسرعة 8.8 m/s في منعطف نصف قطره 25 m . $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{8.8^2}{25} \approx 3.1\ \text{m/s}^2$
الزمن الدوري للحركة الدائرية	{ الزمن اللازم للجسم لإكمال دورة كاملة }

القوة المركزية

المقصود بها	محصلة القوى التي تؤثر نحو مركز الدائرة والتي تسبب التسارع المركزي للجسم	
من أمثلتها	القوة المسببة لدوران الأرض حول الشمس	
العلاقة الرياضية	$F_{\text{محصلة}} = ma_c$	m كتلة الجسم [kg] a_c التسارع المركزي [m/s²]

القوة الوهمية

القوة الطاردة المركزية	قوة وهمية يبدو أنها تسحب الجسم المتحرك بسرعة دائرية ثابتة
تعليل	عندما تنعطف سيارة فجأة نحو اليسار فإن الراكب سيندفع نحو باب السيارة الأيمن ؛ علل ؛ لأن الراكب سيستمر في الحركة ولا ينعطف حيث لم تؤثر فيه قوة

أساسيات عن السرعة النسبية

المقصود بها	سرعة الجسم a بالنسبة للجسم c هي حاصل الجمع الاتجاهي لسرعة الجسم a بالنسبة للجسم b ثم سرعة الجسم b بالنسبة للجسم c	
العلاقة الرياضية	$v_{a/c} = v_{a/b} + v_{b/c}$	$v_{a/c}$ سرعة الجسم a بالنسبة للجسم c [m/s] $v_{a/b}$ سرعة الجسم a بالنسبة للجسم b [m/s] $v_{b/c}$ سرعة الجسم b بالنسبة للجسم c [m/s]
مثال توضيحي	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 أدنى سرعة يصل إليها؟ $v_{b/a} = v_{b/w} + v_{w/a} = 2 + 3 = 5\ \text{m/s}$ $v_{b/a} = v_{b/w} - v_{w/a} = 3 - 2 = 1\ \text{m/s}$	

الفصل ٧ : الجاذبية

مقدمة عن حركة الكواكب

قديمًا	كان يُعتقد أن الشمس والقمر والكواكب والنجوم تدور كلها حول الأرض

القانون الأول لكبلر

نصه	{ الكواكب تتحرك في مدارات إهليلجية وتكون الشمس في إحدى البؤرتين }
الزمن الدوري	{ الزمن اللازم للمذنب ليكمل دورة واحدة }
أقسام المذنبات حسب زمنها الدوري	• المجموعة الأولى: زمنها الدوري أكبر من 200 سنة مثل المذنب هال ـ بوب. • المجموعة الثانية: زمنها الدوري أقل من 200 سنة مثل: المذنب هالي.

القانون الثاني لكبلر

نصه	{ الخط الوهمي من الشمس إلى الكواكب يمسح مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية }

القانون الثالث لكبلر

نصه	{ مربع النسبة بين زمنين دوريين لكوكبين يساوي مكعب النسبة بين متوسطي بُعديهما عن الشمس }	
صيغته الرياضية	$\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2$	T_A الزمن الدوري للجسم A [يوم] T_B الزمن الدوري للجسم A [يوم] r_A بُعد الكوكب A من الشمس [وحدة فلكية] r_B بُعد الكوكب B عن الشمس [وحدة فلكية]
مثال توضيحي	يدور كويكب حول الشمس في مدار متوسط نصف قطره ضعف متوسط نصف قطر مدار الأرض؛ احسب زمنه الدوري بالسنوات الأرضية. $\left(\frac{T_{كويكب}}{T_{أرض}}\right)^2 = \left(\frac{r_{كويكب}}{r_{أرض}}\right)^3$ $\left(\frac{T_{كويكب}}{1}\right)^2 = \left(\frac{2r_{أرض}}{r_{أرض}}\right)^3$ $\left(T_{كويكب}\right)^2 = 8 \Rightarrow T_{كويكب} = 2.83$ سنة أرضية	

استخدامه	• مقارنة أبعاد الكواكب عن الشمس بأزمانها الدورية. • مقارنة الأبعاد والأزمان الدورية للقمر وللأقمار الاصطناعية حول الأرض.

قانون الجذب الكوني

نصه	{ الأجسام تجذب أجسامًا أخرى بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلها وعكسيًا مع مربع المسافة بين مراكزها }	
العلاقة الرياضية	$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$	F قوة الجاذبية [N] G ثابت الجذب الكوني [$N.m^2/kg^2$] m_1 كتلة الجسم الأول [kg] m_2 كتلة الجسم الثاني [kg] r المسافة بين مركزي الجسمين [m]
مثال توضيحي	إذا كان البعد بين مركزي كرتين 2 m وكانت كتلة إحداهما 8 kg وكتلة الأخرى 6 kg وقيمة الثابت G تساوي $6.67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ فما قوة الجاذبية بينهما؟ $F = G\frac{m_2 m_1}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})\times8\times6}{2^2} = 8\times10^{-10}\ N$	
فائدتان	• إذا زادت إحدى كتلتي جسمين إلى الضعف فإن قوة التجاذب بينهما تزيد إلى الضعف ؛ علل ؛ لأن قوة التجاذب تتناسب طرديًا مع الكتلة. • إذا زادت المسافة بين مركزي الجسمين إلى الضعف نقصت قوة التجاذب بينهما إلى الربع ؛ علل ؛ لأن قوة التجاذب تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة.	

الزمن الدوري لكوكب

المقصود به	الزمن اللازم لدوران الكوكب دورة كاملة حول الشمس	
العلاقة الرياضية	$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_s}}$	T الزمن الدوري لكوكب يدور حول الشمس [s] r نصف قطر مدار الكوكب [m] G ثابت الجذب الكوني [$N.m^2/kg^2$] m_s كتلة الشمس [kg]

مثال توضيحي	يدور نبتون حول الشمس في مدار نصف قطره 4.495×10^{12} m ؛ فإذا كانت كتلة الشمس 1.99×10^{30} kg ورقيمة الثابت G تساوي 6.67×10^{-11} N.m²/kg² فاحسب الزمن الدوري لنبتون. $$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_S}} = 2\pi\sqrt{\frac{(4.495\times10^{12})^3}{(6.67\times10^{-11})(1.99\times10^{30})}} = 1.04\times10^{10}\ s$$

تجربة كافنديش

استخدامها	• قياس قوة الجاذبية بين جسمين. • تحديد قيمة تجريبية لثابت الجذب الكوني G .
تركيب الجهاز المستخدم	• ذراع ألقية تحمل كرتين صغيرتين من الرصاص عند نهايتها؛ والذراع معلقة من منتصفها بسلك رفيع قابل للدوران. • كرتان كبيرتان من الرصاص ثابتتان.
فائدة	تجربة كافنديش تسمى تجربة إيجاد وزن الأرض ؛ علل ؛ لأنها ساعدت على حساب كتلة الأرض
العلاقات الرياضية	$m_E = \frac{gr_E^2}{G}$ $g = \frac{Gm_E}{r_E^2}$ m_E كتلة الأرض [kg] g تسارع الجاذبية [m/s²] r_E نصف قطر الأرض [m] G ثابت الجذب الكوني [N.m²/kg²]
مثال توضيحي	إذا علمت أن كتلة القمر 7.3×10^{22} kg ونصف قطره 1785 km ورقيمة ثابت الجذب الكوني G تساوي 6.67×10^{-11} N.m²/kg² فما شدة مجال الجاذبية على سطحه؟ $$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})(7.3\times10^{22})}{(1785\times10^3)^2} = 1.528\ m/s^2$$
تنبيه	تسارع الجاذبية يتناسب طرديًا مع كتلة الأرض وعكسيًا مع مربع نصف قطرها
تعليل	لا تظهر قوة التجاذب بين الأجسام التي نشاهدها في حياتنا اليومية ؛ علل ؛ لصغر كتلها

مدارات الكواكب والأقمار الاصطناعية

تعليل	لاحظ العلماء أن مدار كوكب أورانوس الذي تم حسابه بوساطة قانون الجاذبية لا يتفق مع المدار الفعلي لهذا الكوكب ؛ علل ؛ بسبب وجود كوكب نبتون الذي يجذب أورانوس بالإضافة إلى جذب الشمس له

حركة القمر الاصطناعي

وصفها	يدور القمر الاصطناعي على ارتفاع ثابت عن الأرض حركة دائرية منتظمة	
العلاقات الرياضية	$v=\sqrt{\frac{Gm_E}{r}}$ $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_E}}$ $r=h+r_E$	v سرعة القمر [m/s] G ثابت الجذب الكوني [$N.m^2/kg^2$] m_E كتلة الأرض [kg] r نصف قطر المدار [m] T الزمن الدوري للقمر الاصطناعي [m/s] h ارتفاع القمر عن سطح الأرض [m] r_E نصف قطر الأرض [m]
تعليل	القمر الاصطناعي يبدو لمراقب على سطح الأرض كأنه فوق بقعة معينة لا يتحرك • علل: لأن السرعة المدارية للقمر الاصطناعي تتفق مع معدل دوران الأرض	
كتلة القمر الاصطناعي	• كلما زادت كتلة القمر الاصطناعي تطلب ذلك صاروخًا أقوى لإيصاله إلى مداره. • سرعة القمر الاصطناعي في مداره لا تعتمد على كتلته.	

تسارع الأجسام الناشئ عن الجاذبية الأرضية

المقصود به	معدل زيادة سرعة الأجسام عندما تسقط سقوطًا حرًا نحو الأرض	
العلاقة الرياضية	$a=g\left(\frac{r_E}{r}\right)^2$	a تسارع الجسم الناشئ عن الجاذبية الأرضية [m/s^2] g تسارع الجاذبية الأرضية [m/s^2] r_E نصف قطر الأرض [m] r بُعد الجسم عن مركز الأرض [m]
مثال توضيحي	مكوك الفضاء عند ارتفاع 400 km فوق سطح الأرض؛ فإذا علمت أن نصف قطر الأرض 6.38×10^6 m فما مقدار تسارع المكوك الناشئ عن الجاذبية الأرضية؟ $r=h+r_E=400\times10^3+6.38\times10^6=6.78\times10^6\ m$ $a=g\left(\frac{r_E}{r}\right)^2=9.8\left(\frac{6.38\times10^6}{6.78\times10^6}\right)^2=8.68\ m/s$	

الوزن وانعدام الوزن

الوزن	{ قوة جذب الأرض للجسم }

انعدام الوزن	حالة يكون فيها الوزن الظاهري للجسم صفراً وتدعى « zero-g »
تعليل	رواد الفضاء في المركبات الفضائية يبدون عديمي الوزن رغم أنهم يتعرضون للجاذبية الأرضية ؛ علل ؛ لأنهم يتسارعون بنفس تسارع حركة المكوك مما يجعل وزنهم الظاهري يساوي صفراً فيشعرون بانعدام وزنهم

مجال الجاذبية

المقصود به	التأثير المحيط بجسم له كتلة، ويساوي ثابت الجذب الكوني مضروباً في كتلة الجسم ومقسوماً على مربع البُعد عن مركز الجسم	
العلاقات الرياضية	$g = \frac{GM}{r^2}$ $g = \frac{F}{m}$	g مجال الجاذبية $[m/s^2]$ G ثابت الجذب الكوني $[N.m^2/kg^2]$ M كتلة الجسم المسبب للمجال $[kg]$ r البعد عن مركز الجسم $[m]$ F القوة المؤثرة على جسم في مجال الجاذبية $[N]$ m كتلة الجسم الموضوع في المجال $[kg]$
مثال توضيحي	كتاب كتلته 1.25 kg ووزنه في الفضاء 8.35 N ؛ ما قيمة المجال الجاذبي في ذلك المكان؟ $g = \frac{F}{m} = \frac{8.35}{1.25} = 6.68\ N/kg$	

المجال الجاذبي للأرض

تمثيله	مجموعة من المتجهات تحيط بالأرض وتشير إلى مركزها
العوامل المؤثرة فيه	• شدة المجال الجاذبي تتناسب عكسياً مع مربع البعد عن مركز الأرض. • شدة المجال الجاذبي تعتمد على كتلة الأرض وليس على كتلة الجسم.

الكتلة

المقصود بها	ميل المنحنى في الرسم البياني للقوة ـ التسارع	نوعاها	كتلة القصور ، كتلة الجاذبية

كتلة القصور

المقصود بها	نسبة مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما إلى مقدار تسارعه

تعليل	تُعدّ كتلة القصور مقياسًا لممانعة أو مقاومة الجسم لأي نوع من أنواع القوى المؤثرة فيه ؛ علل ؛ لأنه كلما كانت كتلة الجسم أكبر كان الجسم أقل تأثرًا بأي قوة وكان تسارعه أصغر	
حسابها	$m_{\text{القصور}} = \frac{F_{\text{محصلة}}}{a}$	m كتلة القصور [kg] F القوة المحصلة [N] a التسارع [m/s^2]
ميزان القصور	يستخدم لحساب كتلة القصور لجسم	

كتلة الجاذبية

المقصود بها	تُحدد مقدار قوة الجاذبية بين جسمين	
حسابها	$m_{\text{الجاذبية}} = \frac{r^2 F_{\text{الجاذبية}}}{Gm}$	$m_{\text{الجاذبية}}$ كتلة الجاذبية لجسم [kg] m كتلة الجسم الثاني [kg] r المسافة بين الجسمين [m] F قوة الجاذبية بين الجسمين [N] G ثابت الجذب الكوني [$N.m^2/kg^2$]
الميزان ذو الكفتين	يستخدم في قياس كتلة الجاذبية لجسم عن طريق قياس القوة المؤثرة فيها بسبب جاذبية الأرض	
مبدأ التكافؤ	فرضية لنيوتن يوضح فيها أن كتلة القصور وكتلة الجاذبية متساويتان في المقدار	

سلسلة التبسيط

رؤية مبتكرة ... لفهم أسهل

ملحق ٢

أسئلة اختبارات

الفصل ٥ : القوى في بعدين

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) متجه القوة المحصلة لقوتين متعاكستين مقدار كل منهما 50 N يساوي ..

Ⓐ صفرًا. Ⓑ 50 N . Ⓒ 100 N . Ⓓ 150 N .

(٢) المعادلة $A = A_x + A_y$ تسمى معادلة ..

Ⓐ الكتلة. Ⓑ المسافة. Ⓒ المتجهات. Ⓓ المحاور.

(٣) يتحرك جسم عندما تؤثر عليه بقوة ..... القيمة القصوى لقوة الاحتكاك السكوني.

Ⓐ أصغر من Ⓑ تساوي Ⓒ أكبر من

(٤) قوة الاحتكاك الحركي ..... عند زيادة القوة العمودية.

Ⓐ تزيد Ⓑ تنقص Ⓒ لا تتغير

(٥) العلاقة بين قوة الاحتكاك الحركي والقوة العمودية علاقة ..

Ⓐ عكسية. Ⓑ ثابتة. Ⓒ خطية. Ⓓ منحنية.

(٦) من حالات الاتزان أن يكون الجسم ..

Ⓐ متحركًا بتسارع موجب. Ⓑ متحركًا بتسارع سالب. Ⓒ ساكنًا.

(٧) اتجاه القوة الموازنة ..... اتجاه القوة المحصلة.

Ⓐ في نفس Ⓑ يعاكس Ⓒ عمودي على Ⓓ يميل بزاوية على

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) متجه القوة المحصلة لقوتين متعاكستين يساوي مجموعهما.

(٢) النظام الإحداثي يشبه وضع شبكة مرسومة على شريحة شفافة فوق الرسم التخطيطي للمسألة.

(٣) في النظام الإحداثي محور y عمودي على محور x دائمًا.

(٤) مركّبة المتجه هي مسقط المتجه على أحد المحاور.

(٥) المتجه A_y يوازي محور x .

(٦) الاحتكاك قوة تمانع حركة الأجسام أو تجعلها تتوقف عن الحركة.

(٧) نحتاج إلى الاحتكاك عند بدء حركة السيارة أو الدراجة وعند وقوفنا.

(٨) قوة الاحتكاك لا تعتمد على المواد التي تتكون منها السطوح.

(٩) يتزن جسم عندما تكون محصلة القوى المؤثرة فيه صفراً.

(١٠) الجسم المتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم يعدّ جسماً غير متزن.

(١١) القوة الموازنة تساوي القوة المحصلة في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

(١٢) قوة الاحتكاك بين جسم ومستوى دائماً تؤثر في نفس اتجاه حركة الجسم.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) من أمثلة الكميات المتجهة ..... و ..... .

(٢) في النظام الإحداثي يتقاطع محور x مع محور y في ..... .

(٣) المتجه $\overrightarrow{AB}$ يوازي محور ..... .

(٤) الاحتكاك نوعان ..... و .....

(٥) تتناسب قوة الاحتكاك الحركي تناسبًا ..... مع القوة العمودية.

(٦) في العلاقة البيانية بين قوة الاحتكاك الحركي والقوة العمودية: ميل الخط المستقيم يسمى معامل ..... .

(٧) من أمثلة حركة جسم على مستوى مائل ..... .

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) كميات فيزيائية يتطلب تعيينها تحديد مقدارها واتجاهها.

(٢) إذا كانت الزاوية بين متجهين قائمة فإن مجموع مربعي مقداري المتجهين يساوي مربع مقدار المتجه المحصل.

(٣) مربع مقدار المتجه المحصل لمتجهين يساوي مجموع مربعي مقداريهما مطروحًا منه ضعف حاصل ضرب مقداريهما مضروبًا في جيب تمام الزاوية التي بينهما.

(٤) مقدار محصلة متجهين مقسومًا على جيب الزاوية بينهما يساوي مقدار أحد المتجهين مقسومًا على جيب الزاوية التي تقابله.

(٥) عملية تجزئة المتجه إلى مركّباته في اتجاه محور x ومحور y .

(٦) زاوية يصنعها المتجه مع محور x مقيسة عكس اتجاه عقارب الساعة.

(٧) قوة تؤثر في السطح بوساطة سطح آخر عندما لا تكون هناك حركة بينهما.

(٨) قوة تؤثر في السطح عندما يتحرك ملامساً لسطح آخر.

(٩) القوة التي تجعل الجسم متزنًا.

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) عند نقل متجه فإنه لا يتغير.

الأجوبة النهائية

أجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) Ⓐ	(٢) Ⓒ	(٣) Ⓒ	(٤) Ⓐ	(٥) Ⓒ	(٦) Ⓒ	(٧) Ⓑ

أجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ×	(٢) ✓	(٣) ✓	(٤) ✓	(٥) ×	(٦) ✓
(٧) ✓	(٨) ×	(٩) ×	(١٠) ✓	(١١) ✓	(١٢) ×

أجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) الإزاحة ، القوة	(٢) نقطة الأصل	(٣) x	(٤) سكوني ، حركي
(٥) طرديًا	(٦) الاحتكاك	(٧) التزلج على المنحدرات الجليدية	

أجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) الكميات المتجهة.	(٢) نظرية فيثاغورس.	(٣) قانون جيب التمام.
(٤) قانون الجيب.	(٥) تحليل المتجه.	(٦) اتجاه المتجه.
(٧) الاحتكاك السكوني.	(٨) الاحتكاك الحركي.	(٩) القوة الموازنة.

أجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) لأن طول المتجه واتجاهه لم يتغيرا.

الفصل ٦ : الحركة في بعدين

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) حركة الجسم المقذوف في الهواء تسمى ..

Ⓐ المدار. Ⓑ الإزاحة. Ⓒ المجال. Ⓓ المسار.

(٢) مسار حركة المقذوف على شكل ..

Ⓐ دائري. Ⓑ قطع ناقص. Ⓒ قطع مكافئ. Ⓓ قطع زائد.

(٣) تسارع الحركة الرأسية للمقذوف ..

Ⓐ متغير. Ⓑ ثابت. Ⓒ يساوي الصفر. Ⓓ متردد.

(٤) الحركتان الرأسية والأفقية للمقذوف ..

Ⓐ متعاكستان. Ⓑ مستقلتان. Ⓒ في اتجاه واحد.

(٥) زمن الحركة الأفقية للمقذوف ..... زمن الحركة الرأسية له.

Ⓐ أصغر من Ⓑ يساوي Ⓒ ضعف Ⓓ أكبر من

(٦) عندما يرتفع الجسم المقذوف لأعلى فإن سرعته ..

Ⓐ تتناقص. Ⓑ تظل ثابتة. Ⓒ تتزايد. Ⓓ تتضاعف.

(٧) الجمع الاتجاهي لكل من $\vec{v}_0$ ، $\vec{v}_y$ عند كل موضع يشير إلى ..

Ⓐ أقصى ارتفاع. Ⓑ المدى. Ⓒ اتجاه التحليق. Ⓓ زمن التحليق.

(٨) الجسم الذي يتحرك في مسار دائري بسرعة ثابتة المقدار تسارعه ..

Ⓐ يساوي الصفر. Ⓒ ينتج من تغير اتجاه السرعة.

Ⓑ ينتج من تغير مقدار السرعة. Ⓓ ينتج من تغير مقدار السرعة واتجاهها.

(٩) الزمن اللازم للجسم لإكمال دورة كاملة ..

Ⓐ زمن التحليق. Ⓑ زمن أقصى ارتفاع. Ⓒ زمن السقوط. Ⓓ الزمن الدوري.

(١٠) القوة المسببة لدوران الأرض حول الشمس قوة ..

Ⓐ مركزية. Ⓑ كهربية. Ⓒ مغناطيسية. Ⓓ نووية.

(١١) قارب صياد سرعته القصوى 3 m/s بالنسبة لماء نهر يجري بسرعة 2 m/s ؛ إن أقصى سرعة يصل إليها القارب بالنسبة لضفة النهر تساوي ..

Ⓐ 1 m/s . Ⓑ 4 m/s . Ⓒ 5 m/s . Ⓓ 6 m/s .

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) تتركّب حركة المقذوف من حركتين أفقية ورأسية.

(٢) إذا جمعنا السرعة الأفقية والرأسية للمقذوف فإنهما تشكلان السرعة المتجهة الكلية.

(٣) عندما يُطلق مقذوف بزاوية يكون لسرعته مركبة رأسية فقط.

(٤) النتوءات على سطح كرة الجولف تقلل مقاومة الهواء فيزيد المدى الأفقي.

(٥) متجه السرعة لجسم يتحرك حركة دائرية يكون موازيًا لمتجه الموقع.

(٦) في الحركة الدائرية يكون اتجاه التغير في السرعة في اتجاه مركز الدائرة.

(٧) القوة الطاردة المركزية قوة حقيقية.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) تسارع الحركة الأفقية للمقذوف يساوي ..... .

(٢) اتجاه التسارع المركزي يشير نحو ..... .

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) الجسم الذي يطلق في الهواء.

(٢) المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف.

(٣) الزمن الذي يقضيه المقذوف في الهواء.

(٤) حركة جسم بسرعة ثابتة المقدار حول دائرة نصف قطرها ثابت.

(٥) متجه إزاحة ذيله عند نقطة الأصل.

(٦) تسارع جسم يتحرك حركة دائرية بسرعة ثابتة المقدار ويكون في اتجاه مركز الدائرة التي يتحرك فيها الجسم.

(٧) محصلة القوى التي تؤثر نحو مركز الدائرة والتي تسبب التسارع المركزي للجسم.

(٨) قوة وهمية يبدو أنها تسحب الجسم المتحرك بسرعة دائرية ثابتة.

(٩) حاصل الجمع الاتجاهي لسرعة الجسم a بالنسبة للجسم b وسرعة الجسم b بالنسبة للجسم c .

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) في حركة المقذوفات تظل السرعة الأفقية ثابتة.

(٢) في حركة المقذوفات تتغير السرعة الرأسية بانتظام.

(٣) إذا أهملنا مقاومة الهواء فلن يكون للمركّبة الأفقية لحركة المقذوفات تسارع.

(٤) عند أقصى ارتفاع يصل إليه المقذوف تكون له سرعة أفقية فقط.

(٥) يتسارع الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة المقدار في مسار دائري.

(٦) التسارع المركزي يسمى بهذا الاسم.

(٧) عندما تنعطف سيارة فجأة نحو اليسار فإن الراكب سيندفع نحو باب السيارة الأيمن.

الأجوبة النهائية

أجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) ⓓ	(٢) ⓒ	(٣) ⓑ	(٤) ⓑ	(٥) ⓑ	(٦) Ⓐ
(٧) ⓒ	(٨) ⓒ	(٩) ⓓ	(١٠) Ⓐ	(١١) ⓒ	

أجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ✓	(٢) ✓	(٣) ×	(٤) ✓	(٥) ×	(٦) ✓	(٧) ×

أجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) صفر	(٢) مركز الدائرة

أجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) المقذوف.	(٢) المدى الأفقي.	(٣) زمن التحليق.
(٤) الحركة الدائرية.	(٥) متجه الموقع.	(٦) التسارع المركزي.
(٧) القوة المركزية.	(٨) القوة الطاردة المركزية.	(٩) السرعة النسبية.

أجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) لعدم وجود قوى تؤثر عليه في هذا الاتجاه.

(٢) بسبب قوة الجاذبية الأرضية.

(٣) لأن سرعتها ثابتة لا تتغير.

(٤) لأن سرعته الرأسية تساوي صفراً.

(٥) لأن اتجاه السرعة يتغير.

(٦) لأن اتجاهه دائمًا يشير إلى مركز الدائرة.

(٧) لأن الراكب سيستمر في الحركة ولا ينعطف حيث لم تؤثر فيه قوة.

الفصل ٧ : الجاذبية

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) توصل إلى أن الأرض والكواكب تدور جميعها حول الشمس ..

Ⓐ كوبرنيكس. Ⓑ براهي. Ⓒ كيلر. Ⓓ نيوتن.

(٢) تتحرك الكواكب بسرعة أكبر عندما تكون ..... الشمس.

Ⓐ قريبة من Ⓑ بعيدة عن Ⓒ موازية لـ Ⓓ متعامدة مع

(٣) قوة التجاذب بين جسمين تعتمد على ..

Ⓐ الحجم والمسافة. Ⓑ الكتلة والمسافة. Ⓒ الكتلة والكثافة. Ⓓ الزمن الدوري والكتلة.

(٤) إذا تضاعفت المسافة بين جسمين فإن القوة الجاذبة بينهما ..

Ⓐ تنقص إلى الربع. Ⓑ تنقص إلى النصف. Ⓒ تزيد إلى الضعف. Ⓓ لا تتغير.

(٥) القوة الجاذبة بين جسمين 100 N ؛ إذا نقصت كتلة أحدهما إلى النصف فإن القوة الجاذبة بينهما ..

Ⓐ 200 N . Ⓑ 150 N . Ⓒ 100 N . Ⓓ 50 N .

(٦) يتناسب مربع الزمن الدوري لكوكب مع ..... مداره حول الشمس.

Ⓐ نصف قطر Ⓑ قطر Ⓒ مربع نصف قطر Ⓓ مكعب نصف قطر

(٧) تُستخدم تجربة كافنديش في قياس ..

Ⓐ كتل الأجسام. Ⓑ قيمة ثابت الجذب الكوني. Ⓒ تكور الأجسام. Ⓓ جميع ما سبق.

(٨) في تجربة كافنديش عند تساوي قوة الَّيّ للسلك الرفيع وقوة التجاذب بين الكرات ..... الذراع.

Ⓐ يتوقف Ⓑ يرتفع Ⓒ ينخفض Ⓓ يدور

(٩) إذا بدأت الأرض في الانكماش وبقيت كتلتها ثابتة فإن قيمة تسارع الجاذبية g ..

Ⓐ لا تتغير. Ⓑ تنقص. Ⓒ تزيد. Ⓓ تتلاشى.

(١٠) إذا أطلق مدفع قذيفة في اتجاه أفقي بسرعة ما فإن القذيفة ستتخذ مساراً على شكل ..

Ⓐ قطع زائد. Ⓑ قطع مكافئ. Ⓒ قطع ناقص. Ⓓ مسار دائري.

(١١) اختر: السرعة المدارية للقمر الاصطناعي ..... معدل دوران الأرض.

Ⓐ تقل عن Ⓑ تتوافق مع Ⓒ تزيد عن Ⓓ ضعف

(١٢) يدور قمر اصطناعي حول الأرض؛ أي العوامل التالية تعتمد عليها سرعته؟

Ⓐ كتلة القمر. Ⓑ بُعد القمر عن الأرض. Ⓒ كتلته وبعده عن الأرض.

(١٣) كلما ابتعدنا عن الأرض فإن التسارع الناتج عن الجاذبية ..

Ⓐ يتضاعف. Ⓑ يزيد. Ⓒ ينقص. Ⓓ لا يتغير.

(١٤) وحدة قياس مجال الجاذبية ..

Ⓐ N/kg . Ⓑ N/kg^2 . Ⓒ kg/N .

(١٥) اتجاه المجال الجاذبي للأرض ..

Ⓐ نحو مركز الأرض. Ⓑ موازي لسطح الأرض. Ⓒ موازي للقطب الشمالي.

(١٦) تعتمد شدة مجال جاذبية الأرض على ..

Ⓐ كتلة الأرض. Ⓑ كتلة الجسم. Ⓒ كتلة الشمس.

(١٧) مقياس لممانعة أو مقاومة الجسم لأي نوع من أنواع القوى المؤثرة فيه ..

Ⓐ كتلة الجاذبية. Ⓑ كتلة القصور. Ⓒ الوزن.

(١٨) يُستعمل لحساب كتلة القصور لجسم ما ..

Ⓐ الميزان ذو الكفتين. Ⓑ قانون نيوتن الثالث. Ⓒ ميزان القصور.

(١٩) تحدد مقدار قوة الجاذبية بين جسمين ..

Ⓐ كتلة الجاذبية. Ⓑ كتلة القصور. Ⓒ الوزن.

(٢٠) يُستعمل لقياس كتلة الجاذبية ..

Ⓐ الميزان ذو الكفتين. Ⓑ قانون نيوتن. Ⓒ ميزان القصور.

(٢١) مقدار كتلة الجاذبية ..... مقدار كتلة القصور.

Ⓐ أصغر من Ⓑ يساوي Ⓒ ضعف Ⓓ أكبر من

السؤال الثاني: ضع علامة ✓ أمام العبارة الصحيحة وعلامة × أمام الخاطئة مما يلي:

(١) المدار الإهليلجي له بؤرة واحدة.

(٢) ينطبق قانون الزمن الدوري لكوكب على المدارات دائرية الشكل فقط.

(٣) تسارع الجاذبية الأرضية يتناسب عكسيًا مع مربع نصف قطر الأرض.

(٤) يدور القمر الاصطناعي على ارتفاع ثابت عن الأرض حركة دائرية منتظمة.

(٥) كلما زادت كتلة القمر الاصطناعي نقصت سرعة دورانه في مداره.

(٦) قوة الجاذبية تعمل بين أجسام متلامسة فقط.

(٧) شدة المجال الجاذبي للأرض تتناسب طرديًا مع مربع البعد عن مركز الأرض.

السؤال الثالث: املأ الفراغ بما يناسبه:

(١) في تجربة كافنديش عند وضع الكرات الكبيرة بالقرب من الصغيرة يدور الذراع بسبب ..... .

(٢) في تجربة كافنديش تقاس قوة التجاذب بين الكتل من خلال قياس الزاوية التي يشكّلها دوران ..... .

(٣) تجربة ..... تسمى تجربة إيجاد وزن الأرض.

(٤) الكتلة نوعان: كتلة ..... وكتلة .....

السؤال الرابع: اكتب المصطلح العلمي المناسب:

(١) الكواكب تتحرك في مدارات إهليلجية وتكون الشمس في إحدى البؤرتين.

(٢) الزمن اللازم للمتنقب ليكمل دورة واحدة.

(٣) الخط الوهمي من الشمس إلى الكواكب يمسح مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية.

(٤) مربع النسبة بين زمنين دوريين لكوكبين يساوي مكعب النسبة بين متوسطي بُعديهما عن الشمس.

(٥) الأجسام تجذب أجساماً أخرى بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلها وعكسيًا مع مربع المسافة بين مراكزها.

(٦) الزمن اللازم لدوران الكوكب دورة كاملة حول الشمس.

(٧) قوة جذب الأرض للجسم.

(٨) حالة يكون فيها الوزن الظاهري للجسم صفراً.

(٩) التأثير المحيط بجسم له كتلة.

(١٠) ميل المنحنى في الرسم البياني للقوة ـ التسارع.

(١١) نسبة مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما إلى مقدار تسارعه.

(١٢) فرضية لنيوتن يوضح فيها أن كتلة القصور وكتلة الجاذبية متساويتان في المقدار.

السؤال الخامس: علل لما يأتي:

(١) إذا زادت إحدى كتلتي جسمين إلى الضعف فإن قوة التجاذب بينهما تزيد إلى الضعف.

(٢) إذا زادت المسافة بين مركزي الجسمين إلى الضعف تقصت قوة التجاذب بينهما إلى الربع.

(٣) تسمى تجربة كافنديش تجربة إيجاد وزن الأرض.

(٤) لا تظهر قوة التجاذب بين الأجسام التي نشاهدها في حياتنا اليومية.

(٥) مدار كوكب أورانوس الذي تم حسابه بوساطة قانون الجاذبية لا يتفق مع المدار الفعلي لهذا الكوكب.

(٦) القمر الاصطناعي يبدو لمراقب على سطح الأرض كأنه فوق بقعة معينة لا يتحرك.

(٧) تُعدّ كتلة القصور مقياسًا لممانعة أو مقاومة الجسم لأي نوع من أنواع القوى المؤثرة فيه.

الأجوبة النهائية

أجوبة السؤال الأول: الاختيار من متعدد ..

(١) Ⓐ	(٢) Ⓐ	(٣) Ⓑ	(٤) Ⓐ	(٥) Ⓑ	(٦) Ⓓ	(٧) Ⓑ
(٨) Ⓐ	(٩) Ⓒ	(١٠) Ⓑ	(١١) Ⓑ	(١٢) Ⓑ	(١٣) Ⓒ	(١٤) Ⓐ
(١٥) Ⓐ	(١٦) Ⓐ	(١٧) Ⓑ	(١٨) Ⓒ	(١٩) Ⓐ	(٢٠) Ⓐ	(٢١) Ⓑ

أجوبة السؤال الثاني: بيان الإجابة الصحيحة والخاطئة ..

(١) ×	(٢) ✓	(٣) ✓	(٤) ✓	(٥) ×	(٦) ×	(٧) ×

أجوبة السؤال الثالث: ملء الفراغ ..

(١) قوة الجاذبية	(٢) الذراع	(٣) كافنديش	(٤) القصور ، الجاذبية

أجوبة السؤال الرابع: المصطلح العلمي المناسب ..

(١) القانون الأول لكبلر.	(٢) الزمن الدوري.	(٣) القانون الثاني لكبلر.
(٤) القانون الثالث لكبلر.	(٥) قانون الجذب الكوني.	(٦) الزمن الدوري لكوكب.
(٧) الوزن.	(٨) انعدام الوزن.	(٩) مجال الجاذبية.
(١٠) الكتلة.	(١١) كتلة القصور.	(١٢) مبدأ التكافؤ.

أجوبة السؤال الخامس: التعليل ..

(١) لأن قوة التجاذب تتناسب طرديًا مع الكتلة.

(٢) لأن قوة التجاذب تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة.

(٣) لأنها ساعدت على حساب كتلة الأرض.

(٤) لصغر كتلها.

(٥) بسبب وجود كوكب نبتون الذي يجذب أورانوس بالإضافة إلى جذب الشمس له.

(٦) لأن السرعة المدارية للقمر الاصطناعي تتفق مع معدل دوران الأرض.

(٧) لأنه كلما كانت كتلة الجسم أكبر كان الجسم أقل تأثرًا بأي قوة وكان تسارعه أصغر.

سلسلة التبسيط

رؤية مبتكرة ... لفهم أسهل

ملحق ٣

تدرب على

التحصيلي

▼ الفصل الخامس ▼

01/5 ◄ أي الكميات الفيزيائية التالية كمية متجهة؟

Ⓐ المسافة. Ⓑ الزمن. Ⓒ درجة الحرارة. Ⓓ الإزاحة.

02/5 ◄ إذا تحركت 60 km شرقًا ثم 80 km جنوبًا فإن إزاحتك ..

Ⓐ 140 km . Ⓑ 100 km . Ⓒ 70 km . Ⓓ 20 km .

03/5 ◄ قوة تميل °30 على محور x الموجب؛ إذا كانت مركبتها الأفقية 30 N فإن مركبتها الرأسية ..

Ⓐ 26 N . Ⓑ 30 N . Ⓒ 17.32 N . Ⓓ 15 N .

04/5 ◄ ما زاوية ميل متجه على محور x إذا كانت مركبته الأفقية مساوية لمركبته الرأسية؟

Ⓐ 60° . Ⓑ 45° . Ⓒ 30° . Ⓓ 15° .

05/5 ◄ القوة الموازنة لمجموعة قوى ..

Ⓐ تساوي القوة المحصلة وفي نفس الاتجاه. Ⓒ اكبر من القوة المحصلة وفي نفس الاتجاه.

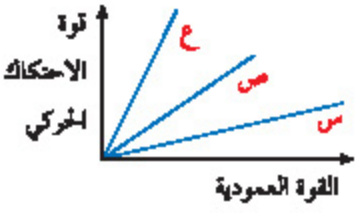
Ⓑ تساوي القوة المحصلة وتعاكسها في الاتجاه. Ⓓ اكبر من القوة المحصلة وتعاكسها في الاتجاه.

06/5 ◄ إذا علمت أن $\sin 37 = 0.6$ و $\cos 37 = 0.8$ فاحسب القوة الموازنة للقوة 8 N باتجاه الشرق، والقوة 40 N باتجاه °37 شمال الغرب ..

Ⓐ 34 N شمال الغرب. Ⓑ 34 N شمال الشرق.

Ⓒ 34 N جنوب الشرق. Ⓓ 34 N جنوب الغرب.

07/5 ◄ س ، ص ، ع أربع مواد، إذا كانت العلاقة البيانية بين قوة الاحتكاك الحركي والقوة العمودية حسب الشكل المجاور فما ترتيب المواد تصاعديًا حسب معامل الاحتكاك الحركي بينها وبين سطح ما؟



Ⓐ س ، ص ، ع . Ⓑ س ، ع ، ص . Ⓒ ع ، س ، ص . Ⓓ ع ، ص ، س .

08/5 ◀ جسم ساكن على سطح أفقي؛ قوة الاحتكاك السكوني بين الجسم والسطح ..
Ⓐ ضعفي وزن الجسم. Ⓑ وزن الجسم. Ⓒ صفر. Ⓓ نصف وزن الجسم.

09/5 ◀ النسبة بين القوة اللازمة لتحريك جسم على سطح خشن بسرعة ثابتة مقدارها 8 m/s والقوة اللازمة لتحريك هذا الجسم على السطح خشن نفسه بسرعة ثابتة مقدارها 16 m/s ..
Ⓐ 1:1 . Ⓑ 1:2 . Ⓒ 1:8 . Ⓓ 1:16 .

10/5 ◀ القوة اللازمة لدفع صندوق كتلته 20 kg بتسارع $2\ m/s^2$ على أرض خشبية معامل الاحتكاك الحركي بينها وبين الصندوق 0.2 علمًا أن تسارع الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ ..

Ⓐ 39.2 N . Ⓑ 59.2 N . Ⓒ 79.2 N . Ⓓ 99.2 N .

11/5 ◀ إذا علمت أن تسارع الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ فإن تسارع جسم وزنه 500 N يتزلق بتأثير وزنه نحو أسفل سطح أملس زاوية ميله 60° ..
Ⓐ $430\ m/s^2$. Ⓑ $250\ m/s^2$. Ⓒ $9.8\ m/s^2$. Ⓓ $8.5\ m/s^2$.

12/5 ◀ جسم كتلته 15 kg موضوع على سطح زاوية ميله 53° على الأفقي؛ إذا علمت أن تسارع الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ وأن $\sin 53 = 0.8$ و $\cos 53 = 0.6$ فإن القوة العمودية ..
Ⓐ 44.23 N . Ⓑ 88.46 N . Ⓒ 117.4 N . Ⓓ 147 N .

▼ الفصل السادس ▼

01/6 ◀ المسار الذي يتخذه الجسم المقذوف من نقطة على سطح الأرض لأعلى بزاوية ..
Ⓐ دائري. Ⓑ حلزوني. Ⓒ إهليلجي. Ⓓ قطع مكافئ.

02/6 ◀ زمن تحليق جسم مقذوف ..... زمن وصول الجسم إلى أقصى ارتفاع.
Ⓐ ضعف Ⓑ يساوي Ⓒ نصف Ⓓ ربع

03/6 ◀ قذف جسم لأعلى بسرعة 49 m/s ؛ إذا كان $g = 9.8\ m/s^2$ فما أقصى ارتفاع يصل إليه؟
Ⓐ 62.25 m . Ⓑ 122.5 m . Ⓒ 245 m . Ⓓ 490 m .

04/6 ◄ أسقطت كرة من ارتفاع معين في اللحظة نفسها التي أطلقت فيها رصاصة أفقيًا من بندقية من الارتفاع نفسه؛ أي العبارات التالية صحيحة؟

Ⓐ تسارع الجاذبية الأرضية أكبر على الكرة لأن الكرة أثقل.

Ⓑ تؤثر قوة الجاذبية الأرضية في الرصاصة بصورة أقل من الكرة؛ لأن الرصاصة أسرع.

Ⓒ ستكون سرعتاهما متساويتين.

Ⓓ ستصطدم الكرة والرصاصة بالأرض باللحظة نفسها.

05/8 ◄ زمن أقصى ارتفاع لجسم مقذوف بسرعة 49 m/s في اتجاه يصنع زاوية 60° على الأفقي ..

Ⓐ 2.8 s . Ⓑ 4.33 s . Ⓒ 8.66 s . Ⓓ 24.5 s .

06/6 ◄ إذا كنت في قاعة سيرك وأطلقت كرة مملوءة بريش ملون من مدفع أفقيًا بسرعة مقدارها 20 m/s من منصة ارتفاعها 19.6 m فوق حلقة قطرها 80 m ؛ أين تتوقع أن تسقط الكرة؟

Ⓐ في منتصف الحلقة. Ⓑ خارج الحلقة. Ⓒ ملامسة لحافة الحلقة. Ⓓ لا يمكننا معرفة ذلك.

07/6 ◄ تقف لحلة على حافة عجلة دوّارة وعلى بعد 2.8 m من المركز؛ فإذا كانت السرعة المماسية للنحلة 0.89 m/s فما تسارعها المركزي؟

Ⓐ 0.11 m/s² . Ⓑ 0.28 m/s² . Ⓒ 2.2 m/s² . Ⓓ 6.98 m/s² .

08/6 ◄ القوة المسببة لدوران الأرض حول الشمس قوة ..

Ⓐ طاردة مركزية. Ⓑ كهرومغناطيسية. Ⓒ مركزية. Ⓓ مغناطيسية.

09/6 ◄ جسم كتلته 0.82 kg مربوط في نهاية خيط مهمل الكتلة طوله 2 m ويتحرك في مسار دائري أفقي؛ فإذا كانت القوة المماسية المؤثرة في الجسم 4 N فما مقدار السرعة المماسية التي سينطلق بها الجسم؟

Ⓐ 2.81 m/s . Ⓑ 3.12 m/s . Ⓒ 4.93 m/s . Ⓓ 9.82 m/s .

10/6 ◄ قوة وهمية تبدو أنها تسحب الجسم المتحرك بسرعة دائرية ثابتة ..

Ⓐ القوة المركزية. Ⓑ القوة الجاذبة. Ⓒ القوة الطاردة المركزية. Ⓓ القوة العمودية.

11/6 ◄ إذا ركضت بسرعة 3 m/s نحو زميلك الذي يركض نحوك بسرعة 5 m/s فإن سرعة اقترابك منه ..

Ⓐ 2 m/s . Ⓑ 3 m/s . Ⓒ 5 m/s . Ⓓ 8 m/s .

▼ الفصل السابع ▼

01/7 ◄ حسب قانون كبلر الأول فإن مدارات الكواكب حول الشمس إهليلجية أي المواقع الأربعة المبينة في الشكل المجاور يمثل موقع الشمس ..

Ⓐ 1 . Ⓑ 2 . Ⓒ 3 . Ⓓ 4 .

02/7 ◄ حسب كبلر قانون الثاني؛ الخط الوهمي من الشمس إلى الكوكب يمسح ـــ في فترات زمنية متساوية.

Ⓐ مسافات متساوية Ⓑ مسافات مختلفة Ⓒ مساحات متساوية Ⓓ مساحات مختلفة

03/7 ◄ ينص قانون ـــــــ على أن مربع النسبة بين زمنين دوريين لكوكبين حول الشمس يساوي مكعب النسبة بين متوسطي بعديهما عن الشمس.

Ⓐ كبلر الأول Ⓑ كبلر الثاني Ⓒ كبلر الثالث Ⓓ نيوتن للجذب الكوني

04/7 ◄ حسب قوانين كبلر يدور الكوكب حول الشمس في مدار إهليلجي؛ أيهما أكبر سرعة الكوكب في الموقع 1 أو سرعته في الموقع 2 ..

Ⓐ سرعة الكوكب في الموقع 1 أكبر منها في الموقع 2 .

Ⓑ سرعة الكوكب في الموقع 2 أكبر منها في الموقع 1 .

Ⓒ سرعة الكوكب في الموقع 1 تساوي سرعته في الموقع 2 .

Ⓓ لا يمكننا معرفة ذلك.

05/7 ◄ القوة الجاذبة بين جسمين 200 N ؛ إذا تضاعفت المسافة بين الجسمين فإن القوة الجاذبة بينهما ..

Ⓐ 200 N . Ⓑ 150 N . Ⓒ 100 N . Ⓓ 50 N .

06/7 ◄ إذا بدأت الأرض في الانكماش مع بقاء كتلتها ثابتة فإن تسارع الجاذبية الأرضية على سطحها ..

Ⓐ لا يتغير. Ⓑ يزيد. Ⓒ ينقص إلى النصف. Ⓓ ينقص إلى الربع.

07/7 ◄ السرعة المدارية لقمر صناعي يدور في مدار حول الأرض 7.38×10^{3} m/s ؛ إذا استبدلنا القمر الصناعي بآخر له ضعف الكتلة فما السرعة المدارية للقمر الجديد مقدرة بوحدة m/s ؟

Ⓐ 3.69×10^{3} . Ⓑ 7.38×10^{3} . Ⓒ 14.76×10^{3} . Ⓓ 29.52×10^{3} .

08/7 إذا علمت أن ثابت الجذب الكوني $6.67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ وكتلة الشمس $1.99\times10^{30}\ kg$ فما الزمن الدوري لكوكب نصف قطره $4.495\times10^{12}\ m$ ؟

Ⓐ $0.29\times10^{9}\ s$. Ⓑ $2.38\times10^{9}\ s$. Ⓒ $5.19\times10^{9}\ s$. Ⓓ $7.52\times10^{9}\ s$.

09/7 يدور قمر حول كوكب بسرعة $3\times10^{3}\ m/s$ ؛ فإذا كانت المسافة بين مركزي القمر والكوكب $2.7\times10^{6}\ m$ فما الزمن الدوري للقمر؟

Ⓐ $1800\pi\ s$. Ⓑ $2800\pi\ s$. Ⓒ $3800\pi\ s$. Ⓓ $4800\pi\ s$.

10/7 تجربة كافنديش تسمى بتجربة ..

Ⓐ القصور. Ⓑ إيجاد وزن الأرض. Ⓒ مجال الجاذبية. Ⓓ الثقوب السوداء.

11/7 كتلة جسم في الفضاء 22.5 kg ووزنه 182.25 N ؛ مقدار المجال الجاذبي في ذلك المكان ..

Ⓐ $9.8\ m/s^2$. Ⓑ $9.2\ m/s^2$. Ⓒ $8.7\ m/s^2$. Ⓓ $8.1\ m/s^2$.

12/7 إذا كانت كتلة القمر $7.3\times10^{22}\ kg$ ونصف قطره 1785 km وثابت الجذب الكوني $6.67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ فما شدة مجال الجاذبية على سطحه؟

Ⓐ $9.81\ m/s^2$. Ⓑ $7.28\ m/s^2$. Ⓒ $5.76\ m/s^2$. Ⓓ $1.52\ m/s^2$.

13/7 كتلة القصور لأي جسم ..... كتلة الجاذبية له.

Ⓐ ضعف Ⓑ تساوي Ⓒ نصف Ⓓ ربع

14/7 أيهما أسهل إطلاق قمر صناعي من الأرض إلى مدار ليدور في اتجاه الشرق أم إطلاقه ليدور في اتجاه الغرب ..

Ⓐ إطلاق القمر ليدور في اتجاه الشرق. Ⓑ إطلاق القمر ليدور في اتجاه الغرب.
Ⓒ لا فرق بين الحالتين. Ⓓ لا يمكننا معرفة ذلك.

15/7 مقياس لممانعة أو مقاومة الجسم لأي نوع من أنواع القوى المؤثرة فيه ..

Ⓐ كتلة الجذب. Ⓑ كتلة القصور. Ⓒ قوة الاحتكاك السكوني. Ⓓ قوة الاحتكاك الحركي.

▼ الأجوبة النهائية ▼

◄ الفصل الخامس

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
D	B	C	B	B	C	A	C	A	C	D	B

◄ الفصل السادس

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
D	A	B	D	B	A	B	C	B	C	D

◄ الفصل السابع

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
A	C	C	A	D	B	B	C	A	B	D	D	B	A	B